00381
39
29.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ECOLOGIA DE LOS BOSQUES DE MANGLAR Y ALGUNOS ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DE LA ZONA COSTERA DE BARRA DE TECOANAPA GUERRERO, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A

CRISTIAN TOVILLA HERNANDEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIRECTORA DE TESIS: DRA. GUADALUPE JUDITH DE LA LANZA ESPINO.

265655

MEXICO, D. F., 1998

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

VNIVERSIDAD NACIONAL
AVTÓNOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS
DE POSGRADO

OFICIO FCIEN/DEP/1544/98

DRA. GUADALUPE JUDITH DE LA LANZA ESPINO
PRESENTE.

Por este conducto me permito comunicarle que ha sido ratificado(a) como Director(a) de Tesis del(a) BIOL. CRISTIAN TOVILLA HERNÁNDEZ , quien desarrolló el Trabajo de Tesis titulado: ECOLOGÍA DE LOS BOSQUES DE MANGLAR Y ALGUNOS ASPECTOS **SOCIOECONÓMICOS DE LA ZONA COSTERA DE BARRA DE TECOANAPA GUERRERO, MÉXICO.**

Así mismo, les comunico a los siguientes miembros que la Dirección de la Facultad los ha designado como sinodales para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado(a) tiene los méritos para obtener el grado de DOCTOR(A) EN CIENCIAS (BIOLOGIA).

CARGO	GRADO,	NOMBRE COMPLETO
PRESIDENTE	: DR.	ANTONIO LOT HELGUERAS
PRIMER VOCAL	: DRA	GUADALUPE JUDITH DE LA LANZA ESPINO
SEGUNDO VOCAL	: DR.	JUAN SERVANDO NÚÑEZ FARFAN
TERCER VOCAL	: DR.	FRANCISCO JAVIER FLORES VERDUGO
SECRETARIO	: DRA.	MARGARITA ELIZABETH GALLEGOS MARTÍNEZ
SUPLENTE	**: DR.**	**ALFONSO VAZQUEZ BOTELLO**
SUPLENTE	**: DR.**	**LUIS ALEJANDRO NOVELO RETANA**

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarles un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D. F., a 8 de julio de 1998.
JEFE DE LA DIVISIÓN

DRA. MARGARITA COLLAZO ORTEGA

FACULTAD DE CIENCIAS

DIV. EST POSGRADO

MCO\ASR\

ECOLOGIA DE LOS BOSQUES DE MANGLAR Y ALGUNOS ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DE LA ZONA COSTERA DE BARRA DE TECOANAPA GUERRERO, MEXICO

RESUMEN

Se realizó un estudio integral de 1990 a 1997, sobre algunos aspectos de la ecología de las especies mangles *Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* L., en Barra de Tecoanapa Guerrero, México. El estudio en el campo se realizó para evaluar la importancia de los factores fisicoquímicos sobre la ecología del desarrollo de las especies de mangles. Se estudiaron los siguientes aspectos (nutrientes, temperatura, precipitación, salinidad en el agua y suelo, amplitud de marea y entrada de agua dulce y salobre al sistema). Los factores fisicoquímicos como la salinidad en el suelo y la entrada de agua dulce al sistema afectan fuertemente la caida y germinación de propágulos y semillas en las cuatro especies de mangles, así como la producción de hojarasca, floración, producción de semillas, germinación, tasa de recambio foliar, velocidad de degradación de las hojas y el aprovechamiento forestal que realiza la comunidad humana sobre esta especie *R. mangle, L. racemosa, A. germinans y C. erectus* presentaron una producción de hojarasca de 5.2-2.6 g/m^2/día, comparable con la producción obtenida en otras especies de mangles ubicados en el Pacífico y Mar Caribe, la cual fue variable a lo largo del año, con incrementos de >20% durante las lluvias. El aumento de las precipitaciones influyó sobre la producción. Dos especies presentaron floración-fructificación constante durante el año; sin embargo el número de semillas que alcanzaron a germinar fue 80-12% del total, esta situación fue más crítica en la época de secas donde germinaron < 5%. A partir de la germinación sólo el 1.6% de las plantas germinadas alcanzó la primera floración a los 58-22 meses de la siembra. En *A. R. mangle y C. erectus* las hojas se desarrollaron muy rápido durante los primeros 64 días, completándose el ciclo en 252-136±9 días; esto dio como resultado una tasa de recambio anual en las hojas de 1.3-2.6. Debido al elevado contenido de celulosa y lignina en las hojas de estas especies, la velocidad de descomposición fue lenta (hasta 284 días), principalmente en ambientes acuáticos de poca dinámica. El contenido de materia orgánica en las hojas verdes fue mayor que en las amarillas (95-85%) respectivamente. En este humedal los habitantes explotan el bosque en forma selectiva, aprovechándose tres especies; las más utilizadas son *C. erectus* y *L. racemosa*. El uso más frecuente de la madera del mangle botoncillo y blanco, es en la construcción de casas-habitación, cercas y como leña. Estas prácticas han alterado en forma grave las áreas cercanas a la comunidad, creando grandes claros de difícil recuperación natural. Se presentan algunas recomendaciones para recuperar estas áreas, mediante una explotación racional de los recursos de este humedal.

ECOLOGY OF MANGROVE FORESTS AND ASPECTS SOCIOECONOMICS THE COASTAL ZONE BARRA DE TECOANAPA GUERRERO, MEXICO.

Cristian Tovilla Hernández.

ABSTRACT

A field study was conducted to 1990 -1997, to evaluate the biological aspects of the development of the four species of mangroves: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicenma germinans* and *Conocarpus erectus*, from Barra de Tecoanapa Guerrero México. A field stucy was conducted to evaluate the relative importance of factors affecting the ecology of development of mangroves: condition physico-chemical (temperature, rainfall, interstitial salinity tidal amplitude and runoff of freshwater) are deribed. The factors physico-chemical salinity and runoff of freshwaters affecting the seedling establishment and survival on a plant mangroves, litterfall, flowers and seed; produced and viability, leaf turnover, decomposition of leaves and the optimal use of this species by the local community were quantified. *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* and *C. erectus*, produced litterfall of 5.2-2.6 g/m^2/day, variable through the year and increased > 20% during the wet season . This is comparable to production recorded for other species of mangrove of the Pacific and Caribbean. Rainfall affected production. Flower and fruit during was the year was constant, however seed germination was < 12% of the total. This was more critical during the dry season when < 5% germinated and of those that germinated only 1.6% reached the first formation of flowers 58-22 months afther sowing. The leaves of *R. mangle* and *C. erectus* developed very rapidly during the first 64 days, with the cycle completed in 252-136 ± 9 days: this resulted in a annual rate of leaf turnover of 1.3-2.6. High content of cellulose and lignin in the leaves of this species results in a slow decomposition rate (up to 284 days), notably in aquatic environments with reduced dynamics. Organic matter content in green leaves was greater than in yellow leaves (95 and 95% respectively). The human inhabitants of this wetland exploit the forest selectively, using three species of which the most used are *C. erectus* and *Laguncularia racemosa*.. The mangrove wood is used in the construction of houses and fences and as firewood. This exploitation has gravely altered the areas near the community creating clearings that will not recover easily. Some recommendations for the recuperation of these areas are presented, including the rational exploitation of this wetlands resources.

Key words: Barra de Tecoanapa; Litterfall; leaf turnover; seed germination; dry season; decomposition; wetland; recuperation; rational exploitation.

Agradecimientos.

A mis padres
Cristian .. Por su indeclinable espíritu de trabajo,
perseverancia, en la germinación de la tierra y la vida.
Arar al amanecer, sembrar con el cenit e intentar cosechar el ocaso.
Aidee... Por enseñarme amar la vida, el agua, los bosques, la tierra..
y hasta por contagiarme el vicio de la lectura, la que forma, nutre y concientiza. .

A **Edith**.. mi compañera.
Por su amor, ternura y fidelidad.
Por tantas bahías, esteros y manglares compartidos,
creatividad silenciosa, paciencia desbordada y sutil
por esa lágrima fácil, cotidiana y silenciosa,
y hasta por fusionar objetivos en la infancia de una **Diana** compartida.

A mis hijos:
A **Asmara**.. mi tierno amor.
Reflejo interno del desorden mutuo,
¡me vale, hasta mañana!, el examen es tan fácil
Capacidad y ternura.. tiempo de actuar, cibernética pura.
A **Phavel**... mi objetivo inmediato.
Rectitud y orden.. nada fuera de hoy y de mañana,
Por nuestros castillos de ultramar, el París y el Louvre añorados,
de los poetas, compositores y artistas,...¿llegaras!
por el gusto refinado de la moda, la lectura y el ocio de escena.

A mis hermanos.. todos ellos, unos más
a Teresita, por su inmadurez y tiempo compartido de antaño.
a Carmelita, por su entrega al trabajo, premonición del pensamiento.
a Gil por su claridad de juicios, apóstol del magisterio.
a Fidel por su libelo a la vida, simbionte del conocimiento, y ¡ahh.. mujeres!.
a Eddy por su crisis cotidiana, mirando la vida de revés.
a José Luis, por su ayuda persistente, por los tiempos que se fueron y...
hasta por la milpa, "el gacho", el "avión" y Don Mariano.
a todos mis sobrinos, cuñados y cuñadas
a Maricela Castelán, la cuñada consentida.
a Mary...por el tiempo del pasado, por su ayuda y responsabilidad.
a la Dra. Paula Edith ..por su ayuda en especie y en espíritu
a la Química Edna por su apoyo, raites, las conversaciones de café, tabaco y hasta por...el ojo de águila.
a la tía Macrina, émula de Jonás, por sus coloquios sobre biblia y liturgia clásica.
a mis amigos ✝ Julio Ricardo, hubieras esperado un poco.
Leticia la universidad, dos años.
Roberto y Cecilia confrontación de academia
Chava, el negro pentium del laboratorio.
Verónica un instante, tu ayuda y consejos.
Eladio y Enoch el inicio y continuidad de la costa de Guerrero.
Irti, pupilo, fugado del cómodo sillón citadino, esclavo del manglar, los cursos y congresos.
Tanga y Mónica, dos años de playas e iguanas. Mayra la vecindad y el pretexto de una charla.
A mis compadres de la Barra de Tecoanapa.
Hipólito amante de la playa, los gallos, la cerveza .las.mm, la amistad sincera y el pango.
Minerva gracias por los huachos, cuatetes y hasta de las muchas pláticas compartidas bajo la cabaña.
A la gente de la Barra, los que criticaron mi trabajo, los que compartieron moscos, mojadas y lodazales,
los niños y mujeres que siempre se prestaron a la foto y la charla, el yerbero, Marcos, el beto y el Santiago, el
maestro, transporte de pangos y mangos en un mensual con el agua al hombro a todos ellos gracias.

Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoanapa Guerrero, México.

RESUMEN

De junio de 1990 a marzo de 1997, se estudió en forma integral el sistema lagunar estuarino de Barra de Tecoanapa. Se cuantificaron los cambios climáticos e hidrológicos ocurridos durante las últimas décadas, así como los subsidios de materia y energía que este sistema recibe, a fin de conocer su influencia sobre la fenología del manglar, la producción de hojarasca, herbivoría, velocidad de degradación y su relación con la exportación de detritos hacia la zona costera. También se cuantificó la flora asociada, los usos de la madera del mangle, la captura de animales silvestres, la presencia de incendios forestales y plaguicidas. Finalmente se estudiaron los factores socioeconómicos de la comunidad y su influencia sobre la ecología del sistema

Este sistema comprende unas 2762.88 h. dentro de él los principales subsidios de materia y energía son aportados por el río, el mar y la atmósfera. El río y la precipitación introducen una media de $31.4x10^6m^3$/año/agua dulce, este flujo aporta unas 47.15 ton./nutrientes/año (NO_2, NO_3, NH_4 y PO_4). Del mar el sistema recibe hasta $28.5x10^6m^3$/año de agua marina. Los subsidios de energía están representados por las mareas (0.76m de altura), el viento (5-7m/s), tormentas y huracanes(3/año), y una gran cantidad de radiación solar (2800h/año) que determina una temperatura media anual de 28.4°C. La interacción de los factores climáticos e hidrológicos producen cambios en el hidroperiodo, que comprende cinco meses de lluvias (<1110mm/año) y una prolongada época de sequía.

Existen cuatro especies de mangles: *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*, los cuales constituyen la estructura principal del ecosistema. *L. racemosa* y *A. germinans* son mangles de floración estacional; mientras que *C. erectus* y *R. mangle* presentan floración continua. El proceso de floración y producción de hipocótilos en *R. mangle* se realiza en unos 357 días, mientras que en el resto de las especies es de aproximadamente 70 días. En todas las especies de mangles se registró una estacionalidad marcada en la caída de los hipocotilos y semillas. En el mangle negro y botoncillo las semillas presentan una tasa de germinación baja (70 y 8.4%), de esta cantidad sólo el 14 y1.6% de plantas alcanzan a florecer después de 33 y 27 meses; en el mangle rojo y blanco la germinación es alta (96 y 98%) y de esta cantidad el 45% de plantas sobreviven, registrándose la floración a los 57 y 22 meses. *R. mangle*, presenta menos recambio foliar(1.07/año), cambios más rápidos se registraron en *A. germinans* y *L. racemosa* (1.6 y 2.07). En el mangle rojo las raíces aéreas crecen indistintamente en cualquier tipo de sedimento a una velocidad de 4mm/día.

La producción de hojarasca registró grandes fluctuaciones entre lluvias y secas y los manglares ribereños registraron una producción de $1550.6g/m^2$/año, la elevada producción en estos bosques esta determinada por *R. mangle* y *L. racemosa*, y es mayor en lluvias cuando la salinidad es baja. La producción total de los manglares se estimó en 7,172.35ton/C/año. A. *germinans* soporta las tasas más altas de forrageo en las hojas(10.8%), mientras que se registró un exceso de herbivoría durante los meses de sequía sobre *R. mangle* provocado por un lepidóptero. *R. mangle* presenta la degradación más

lenta con 285 días; por el contrario en *A. germinans* las hojas se degradaron en sólo 93 días. *A. germinans* y *C. erectus* registraron los contenidos más elevados de NH_{4Total} y $PO_{4\ Total}$. A través del reflujo de marea el manglar exporta 68.22g/m^3/ de detritos/ciclo de marea, mientras que durante el año se exportan 4,086.3 ton/detritus hacia la zona costera, estos detritus contienen en promedio un 57.08% de materia orgánica.

La zonación típica se inicia desde el espejo de agua con *R. mangle*, inmediatamente por atrás se registra *L. racemosa* y en la parte más lejana aparece *A. germinans*, en estos sitios los rodales ribereños maduros constituidos por *R. mangle* y *L. racemosa* poseen árboles altos con fustes gruesos (30cm DAP), grandes áreas basales (69.9m^2/h) e Indices de Complejidad (82.3) elevados, así mismo, los bosques de cuenca poseen características estructurales intermedias. Se observaron cambios drásticos en la salinidad y temperatura del suelo, aire y agua al talarse un área de manglar. Se identificaron 121 especies de plantas, pertenecientes a 105 géneros y 54 familias; las *Cyperaceae* con 14 especies, *Mimosaceae* con 9, y *Fabaceae* con 7, fueron las familias con el mayor número de especies.

Tres especies de mangles son utilizadas: *C. erectus*, *R. mangle* y *L. racemosa*. Los sitios cercanos a la comunidad están sobreeplotados por la extracción de madera y leña, en el resto de los manglares existe una disponibilidad sobrada de madera y leña. La captura de animales silvestres es una practica cotidiana en el manglar, siendo las iguanas, armadillos y mapaches las especies más cotizadas. En la zona inmediata al manglar el desarrollo de la agricultura y la cacería provocan cada año incendios forestales, los cuales han afectado unas 34h. El uso intensivo de pesticidas en la agricultura ha provocado que niveles superiores a $2.0x10^{-2}$ppm de heptacloro, aldrín y dieldrin se presenten en sedimentos, almejas y lisas, estos últimos de consumo cotidiano por la población.

El crecimiento de la población durante los últimos cinco años fue del 3.9% anual, muy superior al resto del municipio, este crecimiento acelerado se debe a que hasta el 41.6% de la población presenta menos de 15 años. La pesca y la agricultura son las principales actividades en la comunidad con el 50 y el 30% de la ocupación. La pesca durante los últimos años ha disminuido en aproximadamente 40%, debido a una explotación excesiva de los caladeros tradicionales. En la alimentación la tortilla y el pescado constituyen hasta el 50% de la dieta y durante los últimos años se han registrado cambios significativos en la dieta; en la actualidad la comunidad enfrenta limitaciones de servicios de agua potable y alcantarillado aunado a la práctica del fecalismo al aire libre; por lo que es común la presencia de algunas enfermedades gastrointestinales, gripes y reumatismo.

Todo el sistema está sujeto a una serie de tensores inducidos por el hombre como el excesivo uso del agua en la cuenca media alta del río, los incendios forestales, la tala del manglar, la introducción de algunos contaminantes y la sobreexplotación pesquera. A corto plazo la amenaza más notable para este ecosistema es el desordenado crecimiento de la población, la cual demanda recursos como agua, alimentos y madera. A corto plazo deberán buscarse algunas alternativas para dar ocupación a la población, así como planear la explotación y administración de los recursos del sistema a fin de preservarlos y limitar conflictos sociales y ambientales en toda la zona costera de Barra de Tecoanapa.

Se realiza una serie de propuestas para una gestión, ordenamiento y administración de los recursos de este sistema lagunar, necesarios a corto plazo para evitar su colapso.

INDICE

Resumen
Introducción 1
Antecedentes 6
Objetivo general 7
Area de estudio 8
Materiales y métodos 11
I Factores hidrológicos y climatológicos. 12
II .Factores ecológicos. 14
1 0 Fenología reproductiva en las especies de mangles 14
1 2 Polinización y fructificación de las especies de mangles. 14
1 3. Número, tamaño y peso de los hipocótilos de *R. mangle*. 15
2 0. Germinación de hipocótilos, semillas y sobrevivencia de plantas. 17
2 1. *R. mangle*. 17
2 2. *L. racemosa y A. germinans.* 17
2.3. *C. erectus.* 17
3.0. Crecimiento de las hojas en las especies de mangles y raíces aéreas en *R. mangle*. 18
3.1 *R. mangle.* 19
3.2. *L. racemosa,* 20
3.3. *A. germinans* 20
3.4. *C. erectus.* 20
3.4. Crecimiento de raíces adventicias en *R. mangle*. 21
4.0. Producción de hojarasca del manglar 22
5.0 Herbívora sobre las hojas del manglar. 23
5.1.Estudio de caso 1. 24
6. 0. Degradación, contenido de humedad, materia orgánica, nitrógeno y fósforo total 25
7.0. Materia orgánica exportada del manglar. 26
8 0. Zonación, estructura y extensión del manglar. Estudio de caso: 2. 28
9.0. Vegetación asociada al manglar. 32
10.0. Usos y extracción de madera y leña del manglar. 33
11.0.Captura de animales silvestres y pesquerías en las áreas de manglar. 33
12.0 Incendios forestales y concentración de plaguicidas. 36
13.0.Estructura, crecimiento, actividades y servicios en la población 37
RESULTADOS 40
I. FACTORES HIDROLOGICOS Y CLIMATOLÓGICOS
1.1 Precipitación. 40
1.2 Temperatura. 42
1.3 Avenidas del Río Quetzala. 42
1.4 Volumen de agua aportado al manglar por el Río Quetzala 43
1.5 Flujo de marea. 44
1.6 Intercambio de nutrientes. 46
II . FACTORES ECOLÓGICOS
1.0. Fenología reproductiva en las especies de mangles. 50
1.1 Floración y producción de hipocótilos en *R. mangle.* 50
1.2 Floración y producción de semillas en *A. germinans.* 52
1.3. Floración y producción de semillas en *L. racemosa.* 53
1.4. Floración y producción de semillas en *C. erectus.* 55

1.5. Estacionalidad de la producción de flores, semillas e hipocótilos en los mangles. 57
1.5.1. Estacionalidad de la producción de flores e hipocótilos en *R. mangle*
1.5.2 Estacionalidad en la producción de flores y semillas en *A. germinans*. 59
1.5.3. Estacionalidad en la producción de flores y semillas en *L. racemosa*. 60
1.5.4. Estacionalidad en la producción de flores y semillas en *C. erectus*. 63
1.5.4. Estacionalidad en la producción de flores y semillas en *C. erectus* 64
1.6 Variación en el tamaño, peso y número de hipocótilos en *R. mangle*. 66
2.0 Germinación de hipocótilos, semillas y sobrevivencia de plantas en los mangles. 67
2.1 Germinación y sobrevivencia en *R. mangle*.
2.2. Germinación y sobrevivencia en *L. racemosa*. 69
2.3. Germinación y sobrevivencia en *A. germinans* 71
2.4. Germinación y sobrevivencia en *C. erectus*. 72
3.0. Crecimiento de hojas en las especies y raíces áreas de *R. mangle*. 77
3.2. Crecimiento en hojas expuestas al sol en *R. mangle*. 79
3.3.Crecimiento de hojas en *A. germinans*. 81
3.4 .Crecimiento de hojas en *L. racemosa*. 83
3.5. Crecimiento de en *C. erectus*. 84
3.6. Crecimiento de raíces aéreas sobre tres tipos de sedimentos. 86
3.6.1. Desarrollo sobre arena 86
3.6.2. Desarrollo limo/arcilla. 88
4.0 Producción de hojarasca. 94
4.1 Producción de hojarasca en manglares ribereños. 94
4.2. Producción de hojarasca en manglares de borde 104
4.3 Producción de hojarasca en manglares de cuenca. 106
5.0 Herbivoría sobre las hojas del manglar. 111
5.2 Estudio de caso: herbivoría masiva. 114
6.0. Degradación de las hojas de mangle. 118
6.1.Contenido de materia orgánica humedad, fósforo y nitrógeno total (P_T y N_T). 125
7.0. Exportación de detritos del manglar. 130
8.0. Zonación, estructura y extensión del humedal. Estudio de caso: 2. 132
8.2 Estructura de los rodales.
8.2.1. Estructura de los rodales en el margen izquierda del río. 150
8.2.2. Estructura de los manglares en el margen derecho del río. 152
8.3. Extensión del humedal. 156
8.4. Estudio de caso 2: Deforestación de una área de manglar 160
9.0 Inventario florístico de la vegetación asociada al manglar. 162
10.Usos del recurso, extracción de madera y leña del manglar 170
11.0 Captura de animales silvestres y pesquerías en el sistema. 178
12.0.Incendios forestales 182
12.2. Presencia de plaguicidas en sedimentos, almejas y peces. 185
III. FACTORES SOCIOECONOMICOS 188
13. Estructura, crecimiento y actividades principales de la población
13.1.Estructura y Crecimiento de la población. 188
13.2. Actividades socioeconómicas de la población. 190
13.3. La pesca. 192
13.4. Composición de las capturas. 194
13.5. Percepciones económicas de la población. 197
13.6. Características de la alimentación. 198
13.6. Comunicaciones. 199

13.7. Servicios de agua potable 200
13.8. Servicios educativos 202
13.9. Servicios de energía eléctrica 205
13.10. Fuentes primarias de energía 205
13.11. Utilización de otros recursos naturales. 206
DISCUSION 209
I. Factores hidrológicos y climatológicos y su importancia sobre el sistema. 214
2.- Aportes de agua dulce 214
3. Modificaciones en las precipitaciones 217
4. Modificaciones en la temperatura 218
5. Influencia de las tormentas tropicales y huracanes 219
6.Importancia del agua dulce. 221
7. Importancia del agua marina. 224
8. Balance y Presupuesto de nutrientes en el sistema. 226
9. Modelo de funcionamiento del sistema: subsidio de materia y energía I. 229
II. Importancia de los factores ecológicos. 231
1.0 Importancia de la fenología reproductiva de los mangles. 232
1.1. Importancia de la germinación y sobrevivencia de *R. mangle*. 238
1.2. Importancia de la germinación y sobrevivencia en *L. racemosa*. 240
1.3. Importancia de la germinación y sobrevivencia de *C. erectus*. 242
2.0. Crecimiento de las hojas en los mangles 243
3.0. Importancia del desarrollo de las raíces aéreas. 250
4.0. Importancia de la producción de hojarasca. 254
5.0. Importancia de la herbivoría. 264
6.0. Importancia de la degradación. 272
7.0. Subsidio del manglar hacia la zona marina. 279
7.1. Modelo de funcionamiento del sistema mecanismos de producción II. 284
8.0 Complejidad del ecosistema. 287
8.1. Nivel de complejidad. 291
8.2. Diámetro y altura de los rodales. 293
8.3.Diámetro y densidad en los rodales 293
8.4.Incrementos de DAP y altura en *R. mangle* y *L. racemosa*. 294
8.5.Diámetro (DAP) y su relación con la producción de hojarasca. 300
8.6.Area Basal e Indice de Complejidad de Holdridge. 301
8.3 .Costos beneficios del cambio en el uso del suelo. 305
9.0.Importancia de la vegetación asociada. 306
10.0 Explotación y disponibilidad de madera y leña por la comunidad. 309
11. Consecuencias de la cacería y pesquerías en la economía de la comunidad. 316
III. Modelo de funcionamiento del sistema. Estructura y explotación. 318
12.0.Impacto de los incendios forestales. 319
12. Importancia de los plaguicidas en el sistema lagunar 322
III. FACTORES SOCIOECONÓMICOS. 324
13.0 Estructura y crecimiento de la población. 325
13.1 Cambio en las actividades socioeconómicas de la población. 326
13.2. Problemática de la pesquería en la zona marina 326
CONCLUSIÓN. 330
Propuesta para un plan de manejo 335
Bibliografia. 339

ECOLOGIA DE LOS BOSQUES DE MANGLAR Y ALGUNOS ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DE LA ZONA COSTERA DE BARRA DE TECOANAPA GUERRERO, MEXICO.

INTRODUCCION

La zona costera está considerada entre los ecosistemas más productivos a nivel mundial. Esta producción es el resultado de los aportes constantes de materia y energía que recibe del medio terrestre y de la zona oceánica (Odum 1967), lo que determina una riqueza singular de componentes florísticos, constituido por macroalgas, pastos marinos, popales, tulares, manglares, etc. De todos estos componentes, son notables por su elevada producción de materia orgánica los manglares (Odum 1967). Los manglares ocupan extensiones considerables a lo largo de la zona costera de las regiones tropicales de muchos países. En el país, esta vegetación cubre un área aproximada de 650,000 hectáreas, distribuida en el Golfo de México, Mar Caribe y el Océano Pacífico (Tovilla y Loa 1991).

El desarrollo y distribución de estos bosques en las zonas tropicales y subtropicales está determinado por algunos factores climatológicos e hidrológicos como son la temperatura, los aportes de agua dulce, el agua salobre, las mareas y el sustrato, factores que operan a diferentes intensidades en la zona costera. De acuerdo a Waizel (1972), los bosques de mangles presentan un desarrollo óptimo por arriba de 20°C y donde las fluctuaciones anuales de la temperatura son menores a 10°C. La baja temperatura y humedad que predomina en las regiones áridas por arriba de los 25° de latitud, disminuye el grado de complejidad estructural de los manglares, como sucede con los manglares de las costas de Tamaulipas, Sonora y Baja California ubicados en el límite de distribución de esta vegetación (Lot et al 1975); en estas latitudes los bosques se caracterizan por presentar densidades bajas de árboles achaparrados y agrupados en forma de manchones dispersos. La lluvia y las corrientes fluviales son determinantes para el desarrollo de los manglares debido a que ayudan a disminuir el rigor de la salinidad y aportan diferentes cantidades de nutrientes

y sedimentos hacia los manglares. De acuerdo a Pool et al (1975), estos ecosistemas son sistemas abiertos que dependen de los flujos de agua dulce para el aporte constante de nutrientes a lo largo del año, incluso el mayor desarrollo de los manglares ribereños, se debe a que se ubican en las zonas donde los flujos de agua dulce son mayores. Los mangles son plantas halófitas facultativas adaptadas a la presencia de agua salobre en el piso de los bosques, este factor ayuda a disminuir la competencia de otras especies de plantas vasculares en los mismos sitios (Kuenzler 1974). De acuerdo a Odum et al (1982) la influencia de la marea no es un requerimiento fisiológico estricto para los manglares, sin embargo, es el principal mecanismo para la intrusión de agua marina al interior de la zona costera. En combinación con la salinidad juega un papel notable en el desarrollo, debido a que el régimen cotidiano de las mareas provoca cambios significativos en la cantidad de agua en los bosques, inundando y exponiendo constantemente grandes áreas. Las mareas ayudan a redistribuir el sedimento, los nutrientes, la materia orgánica y los detritos, así como las semillas e hipocótilos. El mayor desarrollo de los manglares sucede en ambientes de depositación de baja energía, las grandes extensiones de manglares del Golfo de México, Nayarit y Chiapas, están ubicadas en deltas y zonas estuarinas con predominio de sustratos finos como limos y arcillas, los cuales presentan un elevado contenido de materia orgánica.

De acuerdo a Odum (1971) el desarrollo de cada bosque de manglar depende de los subsidios de materia y energía que recibe, sin embargo, la modulación de este desarrollo también depende de la fortaleza del genoma de cada bosque, el cual se fortalece mediante diferentes procesos adaptativos durante la reproducción. Las especies de mangles desarrollan estrategias reproductoras notables, por ejemplo, en el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*) la estrategia es presentar floraciones permanentes a lo largo del año mientras que en el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y negro (*Avicennia germinans*) los periodos reproductivos son estacionales (Odum et al 1982, Jiménez 1988), los dos tipos de estrategias presentan variantes novedosas. En el mangle rojo la floración y fructificación aunque es permanente el tiempo es muy largo y la cantidad de hipocótilos producidos es baja, por el contrario cada hipocótilo presenta una gran reserva de material nutritivo que asegura al embrión un tiempo largo de sobrevivencia, aunado a su elevada flotabilidad que permite una capacidad de dispersión a gran distancia (Tomlinson

1986). En el mangle blanco y negro la producción de semillas aunque es estacional la cantidad es muy grande y éstas se pueden arraigar rápidamente en cualquier sitio, en estas especies las mareas y el nivel de inundación juegan un papel importante en su distribución y establecimiento (Christensen y Wium-Anderson 1977). El mangle botoncillo es la especie que presenta las características reproductivas más parecida a las plantas terrestres, reflejadas en el tipo de flores y semillas, (Tomlinson 1986). Aún cuando en esta especie la floración es permanente, necesita producir hasta 15 veces más semillas que las especies de mangles restantes, debido a que gran cantidad de ellas no llegan a germinar (Mizrachi et al 1980). La producción de flores y semillas en los manglares sólo asegura una parte del fenómeno reproductivo, la otra parte se inicia con la germinación y supervivencia de las plántulas hasta alcanzar la primera floración(Rabinowitz 1978). La supervivencia de los manglares depende de la abundancia de nutrientes en cada sitio, nivel de inundación, luz, competencia por espacio y nivel de herbivoría (Gill y Tomlinson 1971, Rabinowitz 1978; Farnsworth y Ellison 1991), como en el caso anterior cada especie desarrolla algunas estrategias de supervivencia para alcanzar rápidamente la primera floración. En este trabajo se observó que *L. racemosa* es la especie que coloniza rápidamente las áreas abiertas y/o impactadas, debido a que tolera diferentes grados de iluminación, variados niveles de inundación y prospera sobre cualquier tipo de sustrato, por el contrario en las especies restantes el desarrollo está más restringido, debido a que su tolerancia a la variación de los factores ambientales es más limitada. Mientras que en el mangle blanco la primera floración sucede año y medio después de la germinación, en el mangle rojo este fenómeno ocurre después de cinco años.

Los mangles son especies de hojas perennes, que presentan tasas variables de recambio foliar durante el año, lo que favorece una producción constante de materia orgánica en los bosques, esta producción queda disponible a los consumidores como insectos, crustáceos y moluscos en forma de tejido vivo (hojas, flores, frutos y raíces, así como en forma de detritos (Heald 1969; Johnstone 1981; Odum et al 1982). En el primer caso, son pocos los organismos como insectos, cangrejos y moluscos los que se alimentan directamente de este tejido, debido a la presencia de sustancias tóxicas y de sabor desagradable en las hojas, incluso en algunas especies de mangles estás sustancias determinan un mayor o menor consumo (Farnsworth y Ellison 1991). Así la mayor

producción de los manglares cae al piso de los bosques en forma de hojarasca. Esta producción varía a lo largo del año y depende de las variables ambientales (Golley et al 1962; Hernández y Mullen 1971; Flores-Verdugo 1985; López-Portillo y Ezcurra 1985; Amarasinghe et al 1992). La mayor productividad de los manglares se observa durante la época de lluvias, sin embargo, esta condición puede variar ligeramente en cada una de las especies y de un año a otro, e incluso con el grado de estres al cual están sujetos estos ecosistemas (Woodroffe 1988; Day et al 1996).

En el piso de los manglares, se inicia el proceso de descomposición por medio de la acción de las bacterias, hongos y algunos protozoarios, convirtiendo el material vegetal en detritos, con una calidad alimenticia mayor que en la forma de tejido vivo (Cundel et al 1979; Newell 1984). Una parte de este detrito es removido constantemente por la acción de las corrientes de mareas o bien durante la época de lluvias. Esta materia orgánica es transportada hacia los estuarios y la zona marina adyacente. Algunas investigaciones han estimado que del total de la producción que cae al suelo, se exporta hacia los estuarios y al mar aproximadamente unas 3.5. toneladas de detritos/hectárea/año (Odum 1967; Cundel et al 1979). Considerando que solamente entre un 20-30% del material caído es exportado fuera del manglar, se ha estimado que del porcentaje exportado aproximadamente un 25% es transformado en tejido corporal de peces, crustáceos y moluscos muchos de ellos de valor comercial (Odum, 1970; Cintrón y Schaeffer, 1981; 1983).

Asociadas a los ecosistemas de manglares existen algunas comunidades de plantas terrestres y acuáticas que toleran las condiciones ambientales que predominan en el manglar, estas especies aprovechan la abundancia de materia y energía en estos sitios, incluso llegan a ser abundantes en algunas época del año; como sucede con la Tipha, algunas Cyperaceas y Ninfaceas. Esta vegetación le confiere a las áreas de manglares características distintivas de entre la época de lluvias y secas, principalmente en aquellas áreas donde la estacionalidad es muy marcada.

La abundancia de recursos naturales en los manglares ha sido la causa que ha provocado su alteración constante, debido a la sobre explotación de los recursos silvícolas, cinegéticos y pesqueros capturados (FAO 1994). En la actualidad los manglares son explotados directa o indirectamente, mediante la extracción de madera y leña, para la

construcción o bien mediante la captura de algunos reptiles, aves y mamíferos y/o la pesca de peces, crustáceos y moluscos que en muchas regiones constituyen la única fuente de recursos alimenticios y económicos para las comunidades que viven cercanas a los manglares (Doat 1977, Chon 1989; Pizarro y Angulo 1994). En los últimos años se ha incrementado la densidad de asentamientos humanos en las áreas de manglares, lo que ha provocado la deforestación y el ingreso de diferentes contaminantes. Otras actividades como la agricultura, ganadería, acuicultura, minería, la construcción de vías de comunicación y la industria petrolera han contribuido a la pérdida de importantes extensiones de manglar, como ha sucedido en México, Ecuador, Costa Rica, Brasil, Cuba, Venezuela y Colombia (Rodero 1994; Clarke 1996).

La creciente conversión de áreas de manglar por usos alternativos como por ejemplo, el uso del suelo y el agua para la construcción granjas camaroneras de alta rentabilidad, está evidenciando que estas áreas pueden asumir un valor económico significativo para un número reducido de personas, en detrimento de los valores que tradicionalmente han desempeñado las áreas de manglares para las comunidades humanas asentadas en la zona costera de las regiones tropicales de muchos países. Sólo en Ecuador y México, se han convertido alrededor de 30-45,000 hectáreas de manglar para éste fin en los últimos 15 años, las que han generado utilidades extraordinarias para sus tenedores (UNESCO 1993; Odum y Campbell 1994; UNEP 1997; Tabilo-Valdivieso 1997).

No obstante el gran valor económico que los usos alternativos del manglar pueden generar, su conversión implica la renuncia a gozar de los beneficios que éstos generan como recurso natural. Estos consisten en los diversos productos (madera y leña), servicios (ecoturismo, estética del paisaje, cacería y pesquerías), funciones ecológicas y ambientales que cumplen (protección de la línea de costa y filtro biológico para las aguas epicontinentales) y que debidamente evaluados, proporcionan diferentes satisfactores económicos y sociales a los habitantes (UNEP 1997; Tabilo-Valdivieso 1997). Se han realizado muy pocas experiencias de valoración económica de los manglares en el mundo. Algunas estimaciones realizadas en el sureste asiático, Cuba, Costa Rica y Florida, indican que el costo de una hectárea de manglar oscilar entre 500 y 5,000 dólares (Agüero 1994;

FAO 1994; Clarke 1995; Cintrón 1994). Las principales áreas de manglar en países en desarrollo, muestran actualmente síntomas de creciente deterioro, causadas por el crecimiento de la población al interior de los continentes y la migración hacia la zona costera, aunado a la pobreza extrema tradicional que se observa en muchas zonas costeras ha agudizado la problemática; debido a las escasas fuentes de empleo y carencia de alimentos. El creciente uso comercial de los manglares, sus frutos y las ineficientes normas sobre el uso y tenencia de la tierra, así como a la carencia de estudios, han colocado a estas comunidades en situaciones críticas (Agüero, 1994; Suman 1994; UNEP 1997).

En algunas regiones del mundo como Australia, Malasia, Indonesia, Costa Rica, Cuba, Puerto Rico y la Florida, se ha estudiado en forma sistemática a este ecosistema durante los últimos 25 años, lo que ha permitido detener su alteración. En México, son pocos los estudios que se han emprendido sobre este tópico, incluso existen áreas de la República Mexicana cuyas extensiones no se ha cuantificado en forma adecuada, como sucede en el Pacífico Mexicano, al sur de la costa de Jalisco (SARH, 1982; Contreras, 1985; Flores - Verdugo, 1987; Tovilla y González 1995).

ANTECEDENTES

A pesar de la intensa actividad turística que se desarrolla en el estado de Guerrero, las costas del estado han sido poco estudiadas en relación a las comunidades vegetales y en particular los registros sobre los bosques de manglar son escasos y muy recientes (González 1993; Tovilla y González 1994). Existen algunos trabajos sobre diversos tópicos de la zona costera del estado relativos a la geología, sedimentos, mareas, circulación y parámetros fisicoquímicos, mientras que la mayor cantidad de investigaciones se han orientado al estudio de las comunidades de macroalgas, fitoplancton, nector y bentos, así como algunas determinaciones sobre calidad de agua, presencia de contaminantes tanto en la zona marina como en las lagunas costeras del estado: Ramírez (1952); Chávez (1972); Ortíz (1974); Barrera (1975); Negrete (1977); González (1977) Martínez (1978); Yáñez-Arancibia

(1976;1978); Yáñez y Curiel (1976); Ramírez (1978); González (1979); Gómez (1980); Yokoyama (1981); Fernández y Vázquez (1982); Valdéz (1983); Acosta (1984); Paez y Mandelli (1985); González (1985); Delgadillo (1986); López (1986); Castrejón (1987); Llanos (1987); Paez y Osuna (1987); Ramírez (1988); Lozada (1990); Monreal (1991); Sánchez y Román (1991); Román (1993); Bulit (1996); Román (1996).

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este estudio es realizar un estudio integral de los principales factores abióticos que inciden sobre el manglar y modifican la fenología reproductiva, la producción de hojarasca, la exportación de detritos, la vegetación asociada, zonación, estado estructural del manglar y grado de alteración provocado por las actividades y el crecimiento de la población humana en la zona costera de Barra de Tecoanapa Guerrero.

Objetivos particulares

El estudio comprende la realización de los siguientes objetivos particulares.

I. Factores Climatológicos e Hidrológicos.

1. Estudiar los cambios en la precipitación, temperatura e hidrología ocurridas durante las últimas décadas; así como los subsidios de materia y energía continentales y marinos; a fin de conocer su influencia sobre la ecología del manglar de Barra de Tecoanapa

II. Factores Ecológicos.

1. Determinar la fenología reproductiva en *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*, así como la importancia de este fenómeno en supervivencia de cada especie.

2. Cuantificar la germinación de hipocótilos, semillas, y el desarrollo de las plantas hasta la floración en cuatro especies de mangles, determinante para la permanencia en el tiempo de los manglares.

3. Estimar el crecimiento de las hojas del mangle en las cuatro especies y de las raíces adventicias de *R. mangle*, para conocer la velocidad de recambio foliar e incremento de la biomasa de los árboles.

4. Evaluar la producción anual de hojarasca del manglar y su relación con los cambios de salinidad e inundación en el piso de los bosques.

5. Cuantificar sobre las hojas de mangle la herbivoría provocada por diferentes organismos, y su importancia sobre la producción anual de hojarasca.

6. Calcular la velocidad de degradación, contenido de humedad, materia orgánica, nitrógeno y fósforo totales, en hojas amarillas y verdes de las especies de mangles.

7. Estimar la materia orgánica exportada al estuario del río Quetzala.

8. Determinar la zonación, estructura, extensión del manglar y grado de alteración provocada por la actividad humana.

9. Realizar un inventario florístico de la vegetación asociada al manglar.

10. Estudiar la calidad, usos y cantidad de extracción de madera y leña del bosque.

11. Cuantificar las capturas de animales silvestres y las pesquerías en el área del manglar, complemento de la dieta y economía de los habitantes de Barra de Tecoanapa.

12. Estimar la frecuencia y área afectada por los incendios forestales, así como la concentración de algunos plaguicidas en los sedimentos y algunos organismos de consumo frecuente por la comunidad humana de este sitio.

III. Factores socioeconómicos.

13. Estudiar las características socioeconómicas de la población de Barra de Tecoanapa mediante la aplicación de encuestas y censos a lo largo de cinco años, para conocer las repercusiones de las actividades humanas sobre el manglar.

AREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar-estuarino de Barra de Tecoanapa, está ubicado en la desembocadura del río Quetzala entre los municipios de Azoyu y Cuajinicuilapa, Guerrero, en el límite con el estado de Oaxaca, a los 98°, 45' de longitud oeste y los 16°, 30' de latitud

norte **(Fig. 1).** El clima de esta región es de tipo Aw3" (f), cálido semiseco, con presencia de dos estaciones del año bien diferenciadas: época de lluvias de junio a septiembre, con presencia de canícula de verano en agosto. El máximo de precipitación se registra en junio y septiembre, siempre menores a 1000 mm/año, y la temporada de secas se ubica de noviembre a mayo, la cual se caracteriza por una elevación de la temperatura en promedio de 28° a 30°C (SARH 1987).

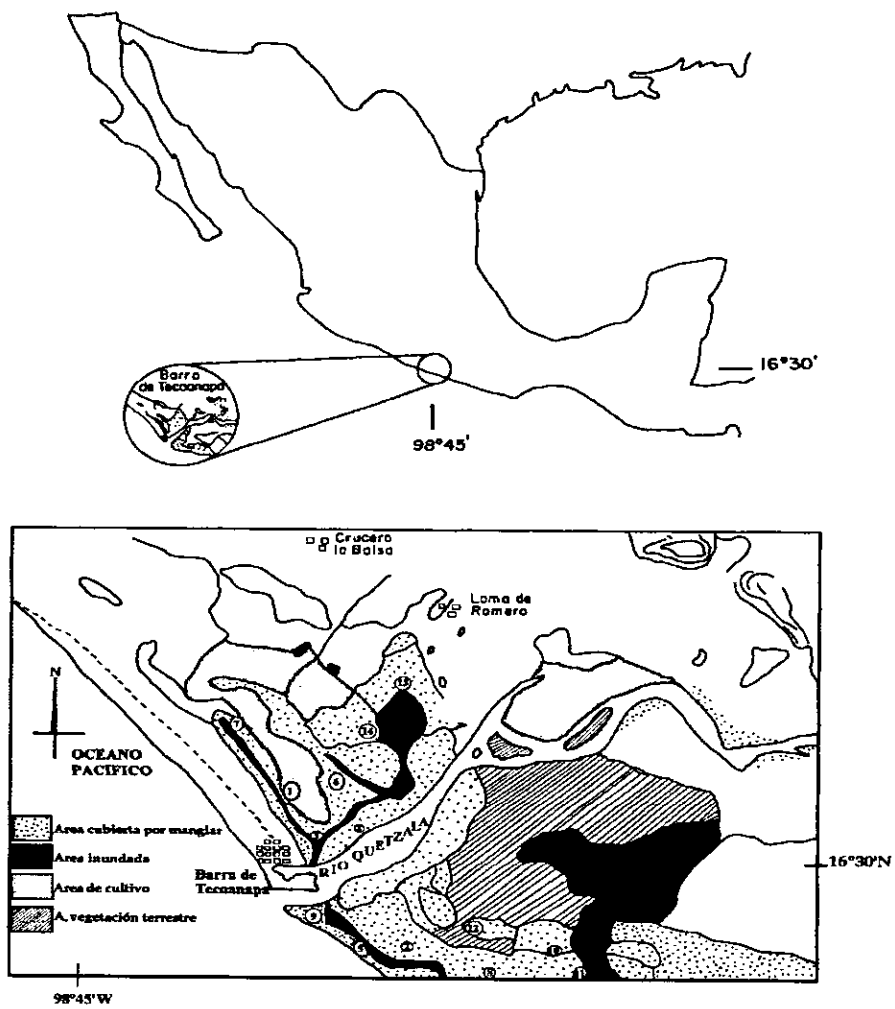


Fig. 1.- Ubicación geográfica del sistema lagunar estuarino de Barra de Tecoanapa, Guerrero México. Los números indican la posición de las estaciones de muestreo.

Geológicamente el área está constituida por sedimentos cuaternarios de dos tipos: aluvión lacustre en toda la zona cubierta por el humedal y aluvión litoral en la barra arenosa que separa al humedal del mar (INEGI 1977). Este sistema cubre una extensión ligeramente superior a 2000 h, y está alimentada por el río Quetzala. El estuario se caracteriza por la presencia de tres tipos de sedimentos: arenas, limos y arcillas, las primeras son abundantes en la salida del estuario hacia el mar, mientras que hacia el interior del estuario y los canales adyacentes abundan los limos intercalados con algunas arcillas principalmente en la cabeza de éste, y son aportadas por los arroyos y el río. La mayor parte del sistema es somero, incluso llega a quedar expuesto durante la bajamar y la época de estiaje. Este humedal está constituido por una serie de pequeños cuerpos lagunares en ambas márgenes del río los cuales están conectados por una serie de canales de marea.

Es notable la serie de comunidades vegetales en un área relativamente pequeña, donde existen bosques de manglar, selva baja subcaducifolia, vegetación de dunas, vegetación de zonas inundables, palmares y pastizal natural. Siendo el manglar la vegetación más abundante en el área. Existen tres familias y cuatro especies de mangles en el área de estudio: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia recemosa* y *Conocarpus erectus;* estas especies se distribuyen en ambas márgenes del río. La vegetación de dunas está representada por los géneros *Ipomea* y *Atriplex*, cactaceas como *Opuntia*, así como *Acacias*, *Lysilomas* y algunos pastos, intercaladas con algunas extensiones plantadas de *Cocus nucifera*, en la parte interior del humedal existen cultivos de mango, plátano, cítricos, y estacionalmente maíz, sandía, melón, frijol y ajonjolí (Tovilla y González 1994).

El manglar en su conjunto sirve de refugio a una variada fauna representada por moluscos de los géneros *Nigritus, Pinna, Megapitaria, Rangia* (almeja gallo)y *Tivela*. Entre la ictiofauna sobresalen los géneros: *Epinephelus,*(cabrilla) *Rhomboplites, Anisotremus, Albula, Bardiella, Mugi* (lisa)*l, Centrophomus(*robalo), *Carangidae*(jurel*)*, etc.(Yáñez-Arancibia 1978), muchos de estos organismos son de valor comercial, sobre los cuales se basa la economía local de la Barra de Tecoanapa, una parte del producto de la pesca se envía directamente al poblado más cercano, que es Marquelia o bien al puerto de Acapulco.

Es notable la comunidad de aves tanto en el estuario y la zona marina como en el interior de los manglares. Entre los géneros más representativos están: *Pelecanus, Phalacroccorax, Fragata, Recurvirostra*, otros géneros observados en los bosques son: *Amazonas, Melanerpes, Egretta*, Annas, *Mycticorax, Chlorceryle*, entre los más abundantes. Las playas, principalmente los 10km desde la barra hasta Punta Maldonado es un área de arribazones de las tortugas marinas: *Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coriacea*, las cuales de junio a diciembre llegan a anidar en un número considerable. Situación que ha obligado a decretarla como La Reserva de "Tierra Colorada", declarada como una playa de prioridad "C", donde es urgente realizar prospecciones y labores de protección (SEDUE-SEPESCA 1990).

MATERIALES Y METODOS

El estudio de las condiciones climatológicas, hidrológicas y fisicoquímicas que operan a distintas intensidades en espacio y tiempo determinados sobre las características biológicas y ecológicas del humedal, si bien es más difícil de realizar, permite determinar con precisión la zonación, estructura y complejidad de los diferentes tipos de bosques de manglar. Esta estructura y complejidad como se verá más adelante es única y no existen dos rodales iguales por cercanos que se encuentren. Esta estructura con frecuencia se ve perturbada por el crecimiento de las comunidades humanas y las actividades emanadas de la explotación de los recursos del manglar.

La presente contribución en su fase experimental en el campo se realizó de junio de 1990 hasta agosto de 1995, a lo largo de 63 meses se realizaron diferentes evaluaciones sobre la ecología del humedal de Barra de Tecoanapa. Estas evaluaciones, para fines de manejo, se dividieron en tres grandes apartados: factores climatológicos e hidrológicos, factores ecológicos y factores socioeconómicos.

I. FACTORES HIDROLOGICOS Y CLIMATOLÓGICOS.

1. Parámetros hidrológicos y climatológicos del área de estudio. Se compilaron y graficaron los registros hidrológicos disponibles en la literatura sobre el flujo del Río Quetzala para el periodo 1959 - 1995 (Tamayo 1968; SAG 1971; SARH 1981; 1987; 1988; Prieto 1993; SMN 1994; CNA 1996), con la finalidad de conocer las principales variaciones del flujo y sus posibles repercusiones sobre la cuenca baja donde se ubica el área de estudio. También se tomaron en cuenta las modificaciones de la lluvia y temperatura durante los últimos 25 años (1971-1995), para ello se utilizaron los registros obtenidos por la Estación Meteorológica "Milpillas" de la antes Secretaría de Recursos Hidraúlicos (SARH), hoy Comisión Nacional del Agua (CNA), así como otras fuentes (Engracia-Hernández 1989; Macerey y Torres 1989; Reyna y Rebollo-Phillippe 1992). La estación está ubicada aproximadamente a 10 km río arriba del área de estudio.

2. Flujo del río que penetra al humedal. Con una frecuencia bimestral durante 1991 a 1992 se calculó el aporte de agua del río que penetra al bosque de manglar por el margen izquierdo de éste, a través de un canal de agua dulce, de acuerdo a Baldor (1981) **(Fig. 2).** En una sección transversal del canal se estimó el volumen de agua dos veces al día (mañana y tarde), utilizando una cuerda dividida en segmentos de 50 cm, la cual se colocó de una orilla a otra, en cada uno de los segmentos se midió la profundidad, obteniendo el área de cada segmento de la siguiente manera:

Conociendo el ancho de cada segmento, las variables fueron la profundidad y anchura del canal, las cuales se modificaban constantemente durante el año, debido a la erosión y depositación de sedimentos por la corriente. Por lo tanto:

Área del segmento 1 = ancho del segmento1 x su profundidad.

la sumatoria de cada una de las áreas de cada segmento fue igual al área total del canal: $\Sigma a_1 + .. a_n = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + .. a_n$ = área total del canal.

En cada uno de los segmentos se midió la velocidad del flujo de agua.

La velocidad de la corriente obtenida en cada segmento multiplicada por el área de éste, es igual al gasto en cada segmento: $V_{agua} \times A_1$ = gasto en el segmento 1

La sumatoria del gasto de cada segmento fue igual al flujo total del canal en m^3/seg.

$$\Sigma g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + \ldots g_n = g_t \; m^3/seg.$$

3. Flujo de agua salobre. El mismo procedimiento que se utilizó para calcualr el flujo del agua del río, se repitió cada mes desde 1992 hasta 1993, en una sección transversal del canal que comunica al estuario con el manglar en la margen izquierda del río,**(Fig. 2).** En este sitio se medió la altura máxima y mínima de la marea, así como la velocidad del flujo entrante y saliente.

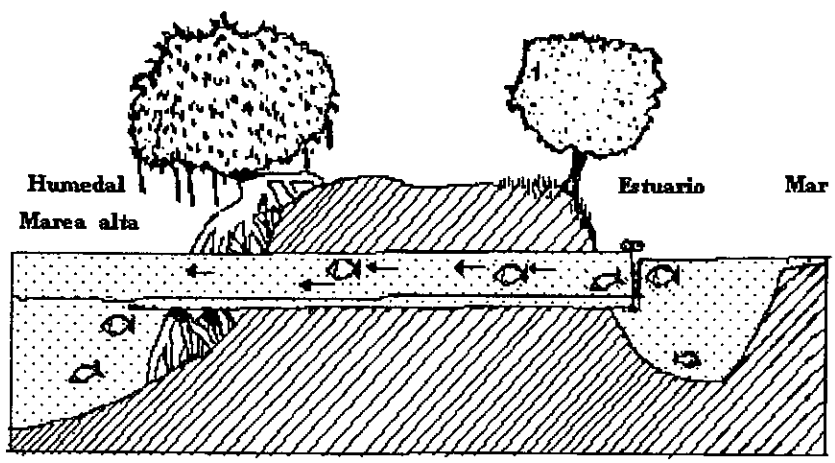


Fig. 2 Diagrama del canal donde se estimó el flujo de agua intercambiada por el humedal.

4.- Intercambio de nutrientes. Para cuantificar la entrada y salida de nutrientes del bosque de manglar, se realizaron determinaciones del contenido de nitritos (NO_2), nitratos (NO_3), amonio (NH_4) y fosfatos (PO_4) en el canal de agua dulce y salobre (marea saliente) que penetran del río y del estuario hacia el sistema lagunar, con una frecuencia mensual durante el año de 1993. Las determinaciones se realizaron de acuerdo a las técnicas colorimétricas establecidas por Stricklan y Parson (1977) y Grasshoff et al (1983) y su lectura posterior en un fotómetro, estas determinaciones se llevaron a cabo en laboratorio de Química y Productividad Acuática del Instituto de Biología, así como en el laboratorio de Fisicoquímica del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

II .FACTORES ECOLÓGICOS.

1.1 Floración, producción de hipocótilos y semillas en *Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*

La floración y producción de frutos se realiza siempre y cuando las plantas dispongan de un sitio óptimo para prosperar y las reservas energéticas adecuadas para sobrevivir, debido a que este proceso significa pérdidas significativas para todo vegetal (Jiménez 1988). Por esta razón, la floración en un gran número de especies de plantas es estacional, mientras que en las especies restantes es permanente, es posible que las primeras vivan en ambientes con variaciones energéticas notables a lo largo del año, mientras que la floración permanente la presenten las plantas que viven en zonas con un rigor ambiental menos severo (Gill y Tomlinson 1971; Rabinowitz 1978; Tomlinson et al; 1979; Tomlinson 1986; Cintrón y Schaeffer 1981; 1983; Duke et al; 1984; Jiménez 1988). Para estudiar este proceso se realizaron una serie de observaciones en el campo, desde junio de 1990 hasta junio de 1995; para ello se tomaron en cuenta los criterios sobre disposición y número de flores por inflorescencia realizadas en otras localidades sobre estos géneros y especies por Gill y Tomlinson (1971a y b); Rabinowitz (1978) y Tomlinson et al (1979).

1.2 Polinización y fructificación de las especies de mangles. En *R. mangle*, se utilizó un lote de 100 flores sobre 10 árboles elegidos al azar en el margen derecho del río cada dos meses de marzo de 1993 a marzo de 1994. Cada inflorescencia se marcó colocando una etiqueta (4x10 cm) de plástico de color (rojo, azul, negro, blanco, amarillo, gris y verde) numeradas y amarradas a la base de los racimos de inflorescencias **(Fig. 3 A).** En cada etiqueta, se anotaba con tinta indeleble el número inicial de flores abiertas o cerradas por racimo. Cada mes se revisaban las etiquetas anotando en ellas, el número de flores restantes, la presencia de polinizadores, los frutos formados y los hipocotilos. El experimento culminó cuando los hipocótilos se desprendieron de los árboles.

En *A. germinans* **(Fig. 3 B)** y *L. racemosa* **(Fig. 4 A)**, sólo se marcaron 2 lotes de 100 flores en cada período de floración durante el año de 1993, este proceso presentó una duración aproximada de 80 días, desde que aparecen las primeras flores hasta que se

desprenden las semillas. Mientras que en *C. erectus* (**Fig. 4B**), se marcaron 2 lotes de flores durante el año de 1994.

1.3. Número, tamaño y peso de los hipocótilos de *R. mangle*. Durante 18 meses (noviembre 1991-octubre 1993), se colectaban todos los hipocótilos encontrados dentro de una franja de dos metros de ancho sobre una distancia aproximada de 250 m.

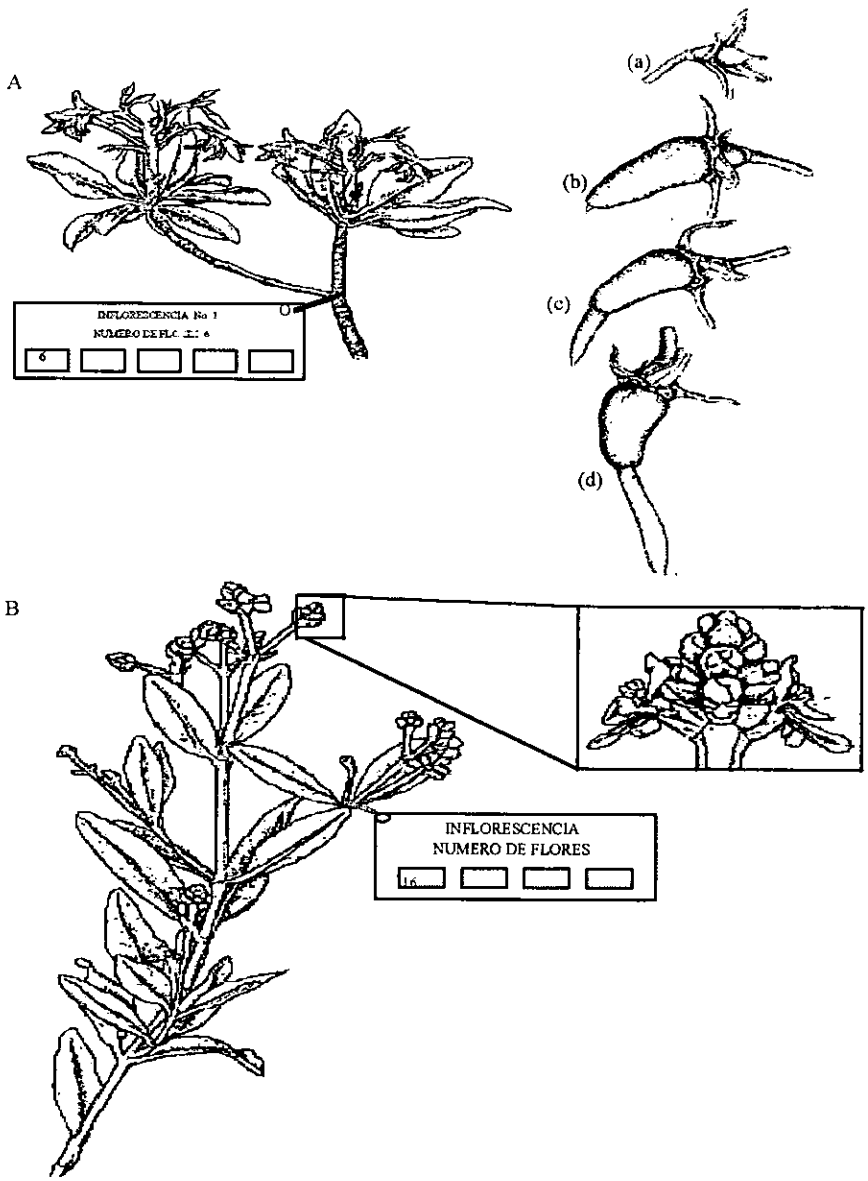


Figura 3.- Marcado de flores e inflorescencias: A.-) *Rhizophora mangle*, B.-) *Avicennia germinans*; (secuencia del desarrollo de un fruto e hipocótilo de *R. mangle*: a, b fruto; c, d hipocótilo) (Modificado de Tomlinson 1986).

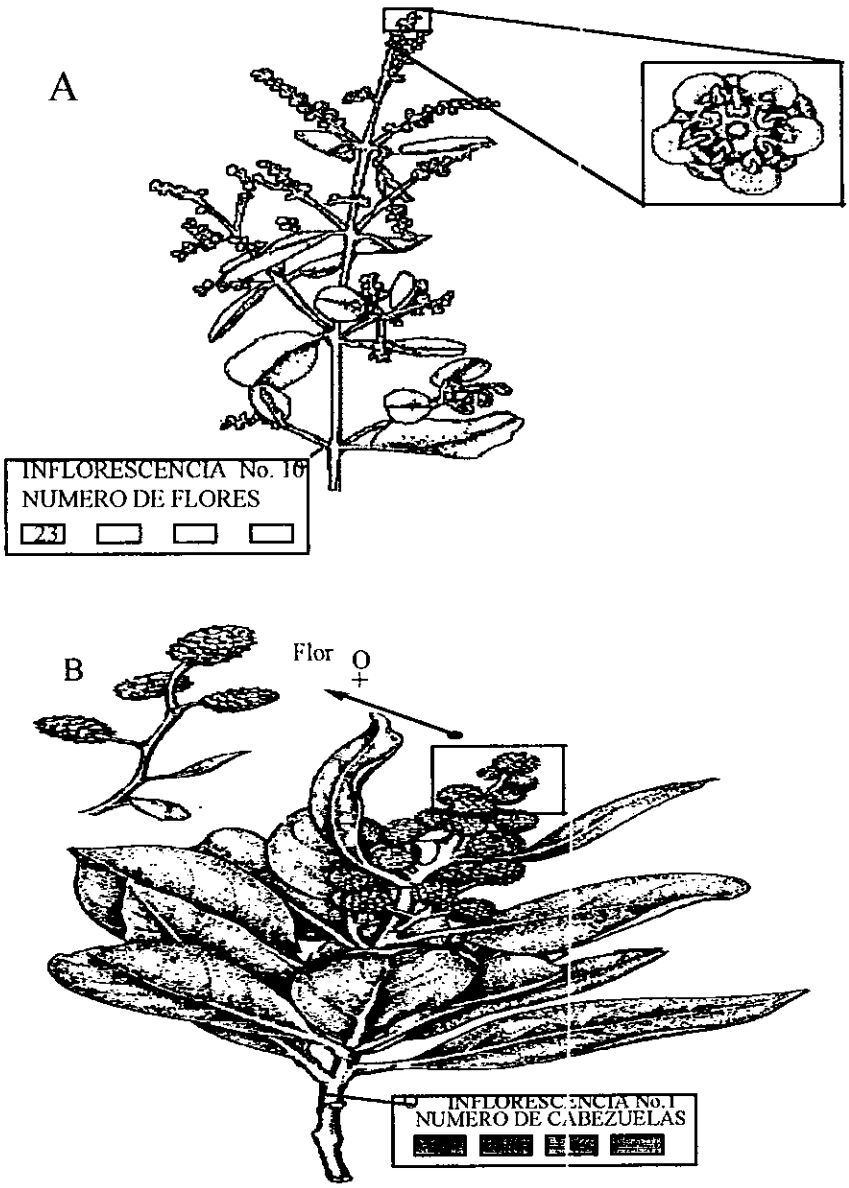


Figura 4.- Marcado de inflorescencias: A) *Laguncularia racemosa*, B) *Conocarpus erectus.*

A lo largo de este transecto mensualmente se recogieron los hipocótilos recién caídos, los cuales presentaban un color verde brillante intenso. Estos se pesaban y median realizándose posteriormente un ajuste exponencial tomando en cuenta la variación del tamaño y peso de estas estructuras cada mes.

2. Germinación de hipocótilos, semillas y sobrevivencia de plantas de las especies de mangles.

La permanencia de cualquier planta en el espacio y tiempo se inicia con la floración y fructificación, sin embargo, ésta culmina con el arraigo de los hipocótilos. Existen algunas experiencias sobre recuperación de áreas de manglares, en las cuales se ha utilizado la germinación para propagar a: *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* (Wadsworth 1959; Hannan 1976; Pulver 1976; Rabinowitz 1978; Stephen 1984). Estos criterios fueron tomados en cuenta para conocer la germinación y sobrevivencia de las plantas de las diferentes especies de mangle.

2.1. ***R. mangle***. La siembra de hipocótilos se realizó en enero de 1991 en la estación seis, este sitio esta formado por un manglar bien conservado, lejos de la influencia de los habitantes de la comunidad, se plantaron dos lotes de 200 hipocótilos a una densidad 16/m^2, **(Fig. 5 a)** El primer lote se ubicó bajo un bosque ribereño inundado durante 8 meses al año y con una cobertura de hasta 50% de luz incidente. El segundo lote se plantó a 50m, del anterior en un área descubierta e inundada al menos seis meses. Cada lote en todas las especies se delimitó por medio de estacas unidas por hilo de seda y varas de mangle.

2.2. ***L. racemosa y A. germinans.*** Esta siembra se llevó a cabo en junio y diciembre de 1991 en la localidad dos, este sitio está constituido por un manglar mixto de ambas especies y bien conservado **(Fig. 5 b y c)** colocándose dos lotes por cada especie de 9m^2 cada uno y una densidad de 25 semillas/ m^2. Estos lotes se ubicaron bajo un bosque inundado y con un 30% de cobertura foliar.

2.3. *C. erectus.* En la estación cinco, existe un manglar de borde bien conservado y constituido únicamente por *C. erectus*, desarrollado sobre sedimento de arena y sin inundación **(Fig. 5 d y e)**. Aquí se pusieron a germinar ocho lotes de semillas: cinco de 1000 y tres de 500; cada uno se plantó en una área de 10m^2, con una densidad de 100 y 50 semillas/m^2 a una distancia de 10 cm entre ellas. Los primeros cinco lotes se plantaron con

diferencia de un mes desde diciembre de 1991 hasta abril de 1992, los restantes se colocaron entre junio-agosto de 1992.

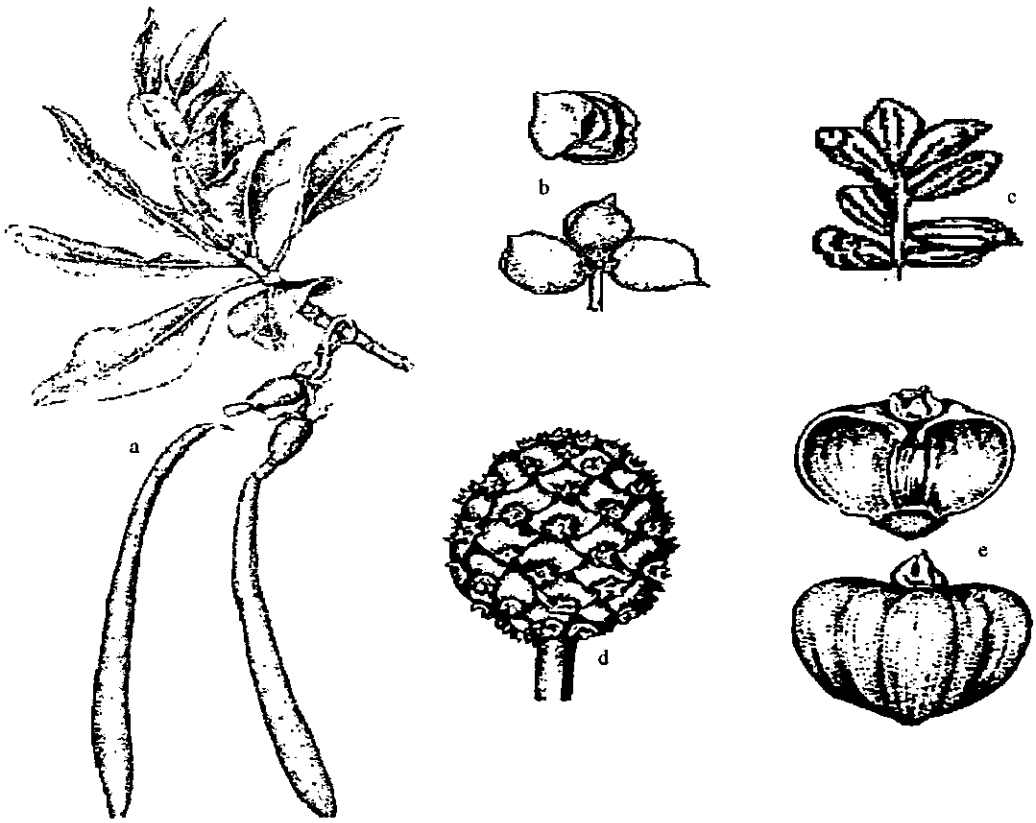


Figura 5.- Hipocótilos y semillas: a) *R. mangle*; b) *A. germinans*; c) *L. racemosa*; d y e) cabezuela y semillas *C. erectus*.

En todas las especies se contabilizó el tiempo de germinación y el número de hipocótilos/semillas germinadas por lote. A partir de la germinación de las plántulas, bimestralmente se media la altura y el número de plantas sobrevivientes, esta experiencia se repitió hasta que las plantas alcanzaron la primera floración.

3. Crecimiento de las hojas en las especies de mangles y raíces aéreas en ***R. mangle.***

Todas las plantas presentan procesos de recambio foliar, el cual puede ser estacional, como sucede con los árboles que pierden sus hojas durante el otoño e invierno en las latitudes terrestres medias y altas así como en la vegetación de zonas tropicales que lo hacen

durante la época de secas. Por otro lado, están las plantas de hojas perennes con una tasa ininterrumpida de recambio foliar durante el año. Los manglares son ejemplos de estos últimos, los cuales presentan tasas variables de recambio de hojas durante el año. La pérdida de las hojas representa un gasto energético, principalmente en el balance de nutrientes de estas especies, el cual debe ser recuperado a través de la fotosíntesis-respiración (Rabinowitz 1978; Ball et al 1988; Joshi et al 1984; Andrews et al 1984; Tomlinson 1986), para evaluar este proceso se diseñó el siguiente experimento:

En las estaciones 3, 5 y 9 donde los bosques están bien conservados debido a que presentan condiciones adecuadas de inundación, y sedimentos se llevó a cabo este estudio, se tomaron en cuenta los criterios establecidos por Cintrón y Schaeffer (1981). En el primer sitio se trabajó con *R. mangle* y *L. racemosa,* mientras que en el segundo y tercer sitio se experimentó con *C. erectus* y *A. germinans.*

3.1 ***R. mangle.*** Presenta hojas opuestas, las cuales después de formarse en los meristemos terminales, se encuentran envueltas en dos vainas opuestas entre sí denominadas estípulas; dentro de estas estructuras las hojas ya se encuentran totalmente formadas y enrolladas en espiral sobre la nervadura central y soportadas por un peciolo muy robusto (Gill y Tomlinson 1971; Tomlinson 1986). En julio de 1990 se marcó un lote por duplicado (380 total) de 190 hojas expuestas al sol a una altura en los arboles de 2 a 4 m; el marcado se realizó en 20 árboles distintos ubicados a lo largo de un canal, tomando en cuenta sólo aquellas hojas recién emergidas de las estípulas como se observa en la **figura 6 A,** El marcado se realizó utilizando tinta negra indeleble aplicada sobre la nervadura central del envés de cada hoja; en el peciolo de éstas se colocó una etiqueta de plástico de 5x5cm de color rojo y azul. Cada mes se midió el largo y el ancho de las hojas, hasta que se desprendieron de los árboles.

Este experimento se repitió con hojas ubicadas a la sombra para conocer las posibles diferencias entre los dos tipos de hojas sobre los mismos árboles. En marzo de 1993 se volvió a marcar otro lote (85x2= 170) de hojas, sólo se tomaron en cuenta hojas colocadas en el centro de los árboles entre 4 y 8 metros de altura..

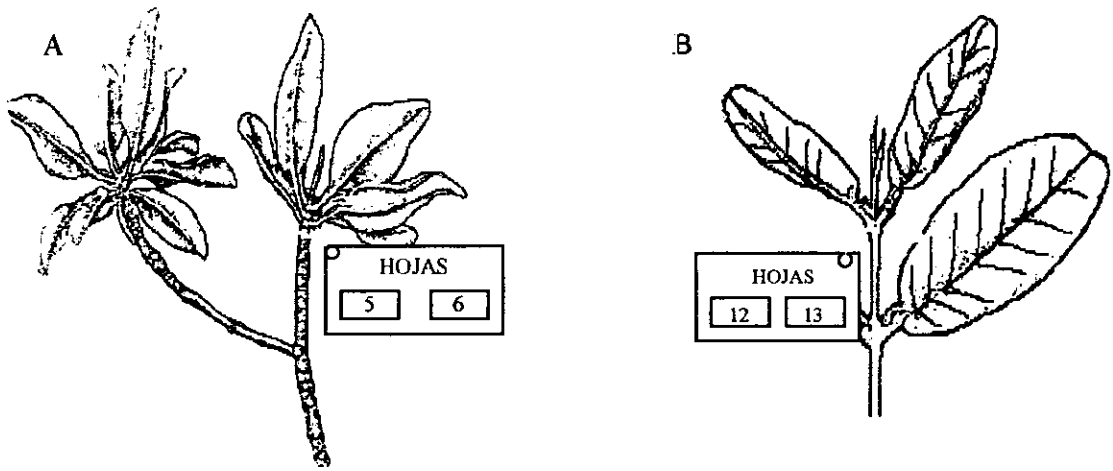


Figura 6.- Marcado de hojas de: A) *R. mangle*; B) *L. racemosa*.

3.2 ***L. racemosa***, Presenta hojas opuestas y ápice redondo, con un proceso de formación muy semejante al del mangle rojo, sólo que en esta especie las hojas carecen de estípulas (Rabinowitz 1978; Tomlinson 1986). El marcado se inició en julio de 1990 sobre un lote de 110 (110x2= 220) hojas, después de la absición y siguiendo el procedimiento aplicado en *R. mangle* **(Fig. 6 B).**

3.3 ***A. germinans*** Presenta hojas opuestas alargadas y con un gran pecíolo, por el contrario *C. erectus* presenta hojas alternas sobre los tallos y un peciolo diminuto; en ambos casos las hojas terminan en punta **(Fig.7).** En la estación nueve, existe un bosque bien conservado de mangle negro, se marcaron en mayo de 1991 120 hojas de sol de *A. germinans*, mientras que en febrero de 1994 el proceso se repitió con 150 hojas de mangle *C. erectus*.

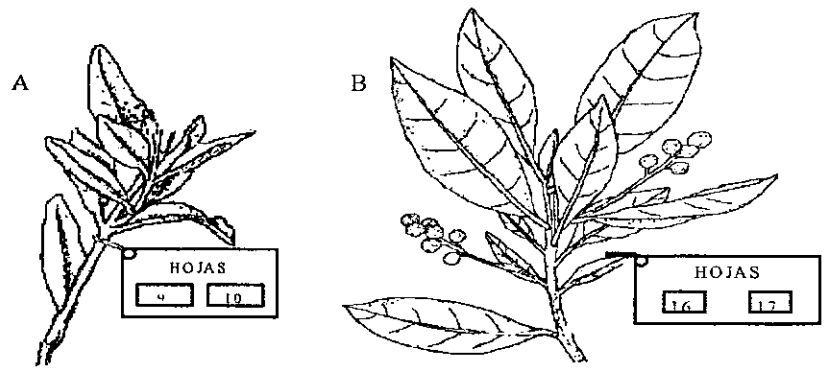


Figura 7.-Marcado de hojas: A) *A. germinans*; B) *C: erectus.*

3.4 Crecimiento de raíces adventicias en *R. mangle*. En los meses de enero y abril de 1994, en las estaciones 5, 6 y 9 se marcaron y numeraron con pintura de esmalte negra 40, 54 y 34 raíces aéreas o adventicias de diferentes longitudes y grosor, tomando en cuenta los criterios establecidos por Gill y Tomlinson (1971) **(Fig. 8)**. Sólo se utilizaron raíces en proceso de crecimiento (con presencia de cofia en las puntas); mensualmente se medió el largo y grosor de aquellas raíces colgadas de 2.0 a 3.0m de altura, este procedimiento se siguió hasta que las raíces se hundieron en el sedimento.

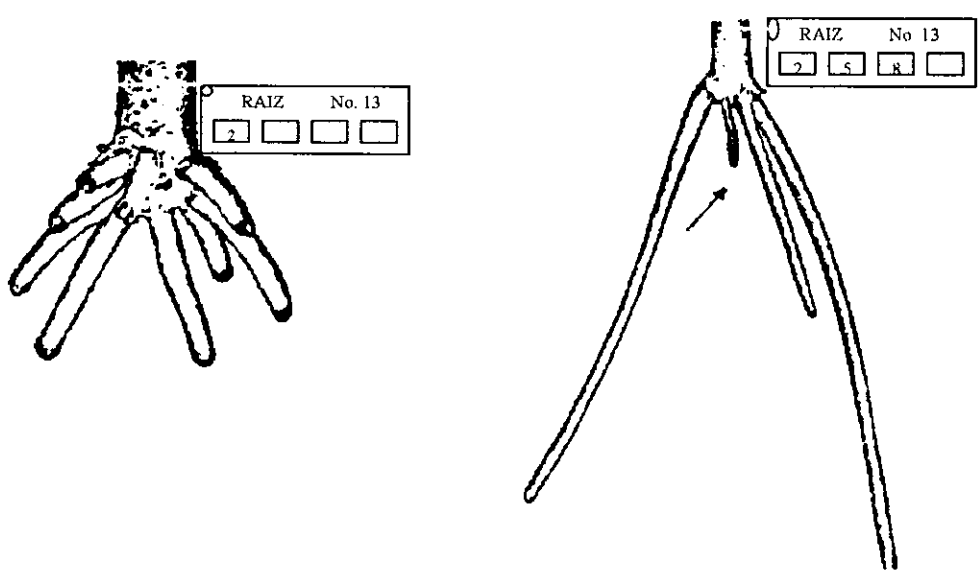


Figura 8 .- Marcado de raíces adventicias.

4. Producción de hojarasca del manglar y relación con la salinidad e inundación de los bosques.

En las plantas la biomasa está distribuida en una serie de estructuras como las hojas, ramas, troncos y raíces; esta biomasa es altamente variable y depende entre otros aspectos: del tipo de vegetación, lugar en el que se desarrolla, rigor ambiental, edad, presencia de competidores e incluso de la herbivoría (Pool et al 1975). Los manglares se desarrollan en sitios donde la entrada de luz y los aportes de nutrientes están garantizados, no existe carencia de agua y la presencia de sal en el suelo limita seriamente la competencia con otras especies de plantas terrestres. En los manglares una buena parte de la biomasa está representada por la cobertura foliar. Diversas investigaciones han demostrado que este tipo de vegetación se caracteriza por la producción de una gran cantidad de materia orgánica, la cual es variable durante el año y de una latitud a otra, esta producción en la mayoría de las veces ha sido cuantificada en los manglares a través de la caída de la hojarasca (Golley et al 1962; Pool et al 1975; Rico-Grey y Lot 1983; Twilley 1980; Steinke y Charles 1984; Flores-Verdugo 1985; Duke 1990; Amarasingh y Balasubramaniam 1992; Bunt 1995). Parte de esta investigación se abocó a conocer la producción de los diferentes tipos de manglares del áreas de estudio.

La cuantificación se llevó a cabo en 14 sitios de este manglar **(Fig.1)**. Las evaluaciones se iniciaron en junio de 1990 en siete sitios, posteriormente en agosto - octubre de 1991 y enero de 1992 se adicionaron siete sitios más; este experimento concluyó en junio de 1995. Debido a la pérdida y sustracción de las canastas, así como a la deforestación de algunas zonas de estudio, en algunos sitios fue parcial (3, 4, 9, 10, 11, 12, 13 y 14). La metodología está basada en los criterios establecidos por Bray y Gorham (1964); Heald (1969); Golley (1972); Pool et al (1975) y Cintrón y Schaeffer (1981). En cada estación se colocaron seis canastas de 0.5x0.5m, construidas con malla mosquitero de nylon de 1x1mm, montadas sobre un marco de madera de mangle botoncillo. Estas canastas se ubicaron a 1.5 m de altura y se distribuyeron al azar en una superficie de 2500 m^2 **(Fig. 9).** Mensualmente al momento que se colectaba la hojarasca se medía la altura de la columna de agua en el suelo y su profundidad; también se determinó la salinidad intersticial. El material colectado

se secó durante 72 horas a 70° C separándose cada una de las fracciones que constituyen la hojarasca.

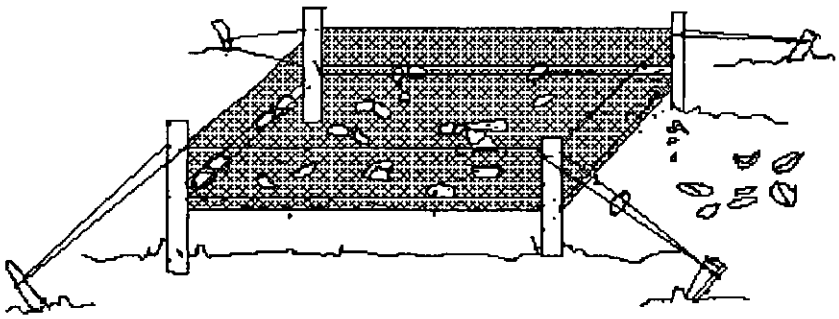


Figura 9 Canasta recolectora de hojarasca.

5. Herbívora por diferentes organismos sobre las hojas del manglar y un estudio de caso.

Todas las plantas soportan diferentes tasas de forrajeo sobre su estructura, la cual implica un consumo por diferentes organismos sobre raíces, tallos, flores, frutos y hojas; este consumo se conoce como herbivoría (Onuf et al 1977). Este fenómeno puede ser variable dependiendo del número de organismos que pastorean sobre la vegetación, así como de la serie de sustancias que las plantas poseen para protegerse. En general se considera que en los mangles la herbivoría es baja y sólo la realizan muy pocos organismos, como los insectos y crustáceos, debido a que poseen gran cantidad de sustancias de olor y sabor desagradables como los taninos que limitan el consumo (Southwell y Boltman 1971; Onuf et al 1977; Beever et al 1979).

La herbivoría fue estimada como el consumo realizado por los organismos sobre la superficie de las hojas de las cuatro especies; estas determinaciones se realizaron con una frecuencia mensual de enero a diciembre de 1994. El tamaño de la muestra mensual en cada especie fue de 100 hojas, recogidas en dos estaciones (estaciones 1,2,3,4,5,6). En cada sitio se colectaba bajo el dosel de cinco árboles diferentes 50 hojas recién caídas. Estas hojas se

prensaban con papel periódico durante una semana con la finalidad de que presentaran una superficie plana. A cada hoja se le dibujaba el contorno sobre papel milimétrico como si estuviera completa, también se marcaban las áreas consumidas por los organismos sobre la superficie foliar, posteriormente se recortaba la hoja completa y se pesaba. Las áreas consumidas por los insectos también se recortaban y por diferencia de peso se obtenía el peso promedio mensual consumido sobre la superficie de las hojas por los organismos; en el caso de *A. germinans* y *L. racemosa* también se calculó sobre papel milimétrico el área consumida por los insectos(**Fig. 10**). Este procedimiento se repetía mensualmente con las hojas del resto de las especies, expresándose la fracción consumida como el porcentaje del peso total de las hojas/mes. Todas las determinaciones se realizaron siguiendo los criterios establecidos por Onuf et al (1977); Beever et al (1979) y Cintrón y Schaeffer (1981).

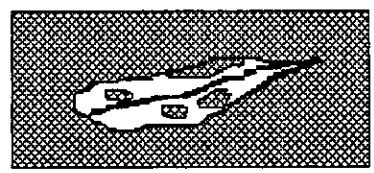


Figura. 10 El área consumida por los organismos se calculó sobre papel milimétrico.

5.1. Estudio de caso. Entre febrero y mayo de 1995 se registró un fenómeno de herbivoría masiva sobre *R. mangle* y en menor medida sobre *A. germinans, L. racemosa* y *C. erectus,* provocado por la oruga de un lepidoptero nocturno el cual provocó la defoliación completa de todos los árboles de mangle rojo y parcialmente los de mangle blanco y botoncillo en el margen izquierdo del río. Para identificar estas larvas, fue necesario desarrollarlas hasta la etapa adulta, para ello, se capturaron 10 larvas de diferentes organismos las cuales se colocaron con hojas verdes de mangle rojo dentro de una caja de cartón sellada de 25x25cm; a esta caja se le adhirieron dos pedazos de malla mosquitero de 10x10 cm en cada lado, y a través de ésta se rociaba con agua las hojas cada cinco días. Las larvas se confinaron el 12 de abril y 20 días después se extrajeron 7 mariposas adultas de color amarillo, dos café moteado y una blanca. Estos organismos se llevaron para su identificación a la colección de lepidopteros del Instituto de Biología. Durante el tiempo que

duró la defoliación se cuantificó este fenómeno, el cual aumentó en forma notable el consumo sobre las hojas.

6. Degradación, contenido de humedad, materia orgánica, nitrógeno y fósforo total en hojas verdes de mangle.

Gran parte de la producción de hojarasca que generan los manglares cae al piso del bosque e inicia el proceso de degradación. Este material dependiendo de la cantidad de celulosa, lignina y otros compuestos presentes, ofrecerá mayor o menor resistencia a la degradación por parte de los microorganismos. Diversas investigaciones han estudiado el proceso de degradación de estos materiales (Heald 1969; Odum 1970; Odum y Heald 1975; Lugo y Snedaker 1975; Lugo et al 1980; Anderson y Swift 1983; Golley 1983; Ulken 1984; Mouzouras 1989; Robertson et al 1992; Bremer 1995; Hyde y Lee 1995). En mayo de 1993, en dos sitios del sistema (5 y 6) se colocaron a degradar 30 bolsas con 50gr de hojas amarillas de cada una de las especies de mangle. Estas bolsas se colocaron a 50 cm de profundidad y amarradas a las raíces de árboles de *R. mangle*(Heald 1971) (**Fig. 11**). La primera localidad se caracteriza por un fuerte movimiento del agua, por el contrario en la localidad (6) ubicada bajo un bosque de *R. mangle* el agua presentaba muy poco movimiento.

Cada mes se retiraron dos bolsas de degradación por especie de cada localidad, en el laboratorio se separó el material adherido a la parte exterior de la bolsa, se dejó escurrir durante una hora y se obtenía el peso húmedo, posteriormente el contenido se dejó secar durante 72 horas a 70°C y se obtuvo el peso seco total de la muestra; tres gramos de este material se pulverizó y un gramo de esta muestra con su réplica se incineró en una mufla durante una hora a 550°C para determinar el (%) de materia orgánica presente en la muestra (Dean, 1974). Estas determinaciones se realizaron hasta que en las bolsas de degradación el contenido de materia orgánica fue menor al 5%.

Durante los primeros 75 días de iniciado el experimento, se determinó con una frecuencia quincenal el contenido de fósforo y nitrógeno totales así como el porcentaje de materia orgánica y humedad (%) contenido en las hojas verdes de las cuatro especies de mangle.

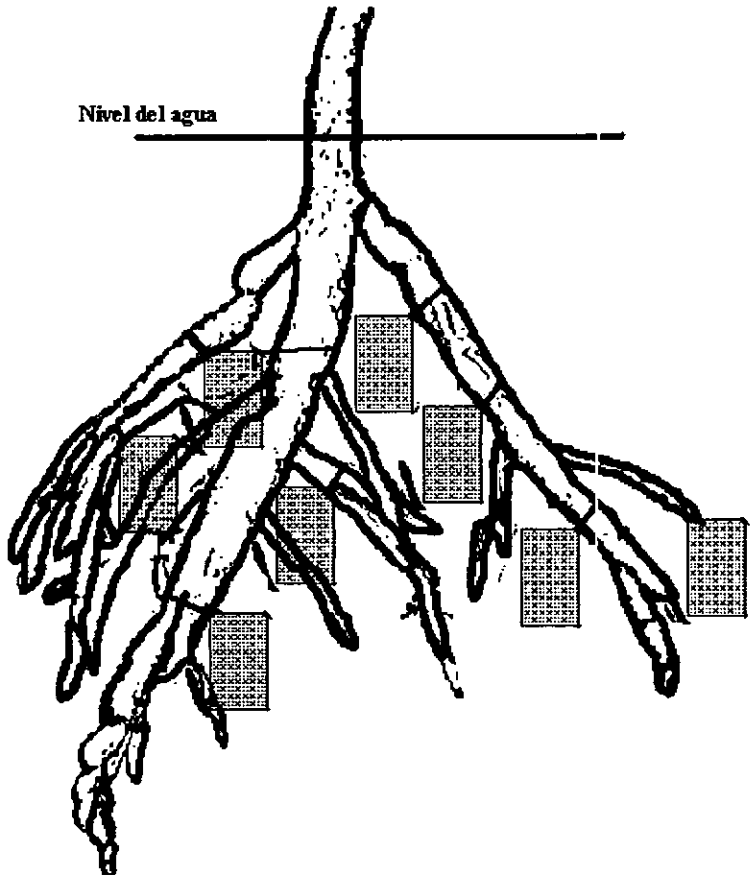


Figura 11.- Bolsas para degradar hojas de mangle colocadas bajo el nivel del agua.

El contenido de fósforo total se determinó según la técnica de digestión con ácido nítrico y sulfúrico empleada por Holm (1978) y nitrógeno total de Kjeldahl, mediante el procedimiento recomendado por Issac y Johnson (1976) y Carlberg (1972).

7. Materia orgánica exportada del manglar al estuario del Río Quetzala.

Del total de materia orgánica producida, una parte se recicla dentro del bosque a través del proceso de degradación; sin embargo como estos rodales están influenciados por la acción de las mareas, una parte de esta materia orgánica es exportada en forma de detritos hacia el exterior de los bosques, de acuerdo al contenido de materia orgánica que presente sera la base de muchas cadenas alimenticias tanto en las zonas estuarinas como en la zona marina adyacente a los manglares de muchas regiones tropicales del mundo; de allí la

importancia de estudiarla (Golley et al 1962; Lugo et al 1980; Flores-Verdugo 1985; 1987; Rodríguez 1989;Wolanski 1995; Lee 1995). Para conocer la cuantía del material exportado en este estudio se cuantificó este parámetro.

En agosto de 1990 en las estaciones 1, 2, 3 y 5 se colocaron 100 esferas de unicel de 3 cm de diámetro (tomando en cuenta los criterios de Flores-Verdugo, 1985), que fueron marcadas con pintura negra con el número de cada estación, a partir del mes de septiembre de 1990 mensualmente se recorrió la playa en ambos lados del río para registrar la presencia de las esferas. De abril de 1993 hasta agosto de 1995 en la estación tres, se estimó la cantidad de materia orgánica que es exportada por los bosques de mangles hacia el estuario. En el área existe la intersección del canal principal con otro; en estos dos canales, mensualmente durante la marea baja se colocó una red de 1.5m de largo construida con malla tipo mosquitero de 1x1mm de apertura cosida a un cuadro de madera de 1 x 1 m. El sistema completo se mantuvo sujeto a dos postes a la mitad del canal y sumergido 40 cm. por abajo de la superficie. **(Fig.12).** La red retenía toda la materia orgánica mayor a 1mm. Al finalizar la marea baja aproximadamente después de 5.5 horas, se sacaba la red recolectando el material en bolsas de plástico. A este material se le obtuvo el peso seco y la cantidad de materia orgánica de acuerdo a las técnicas mencionadas en el punto anterior.

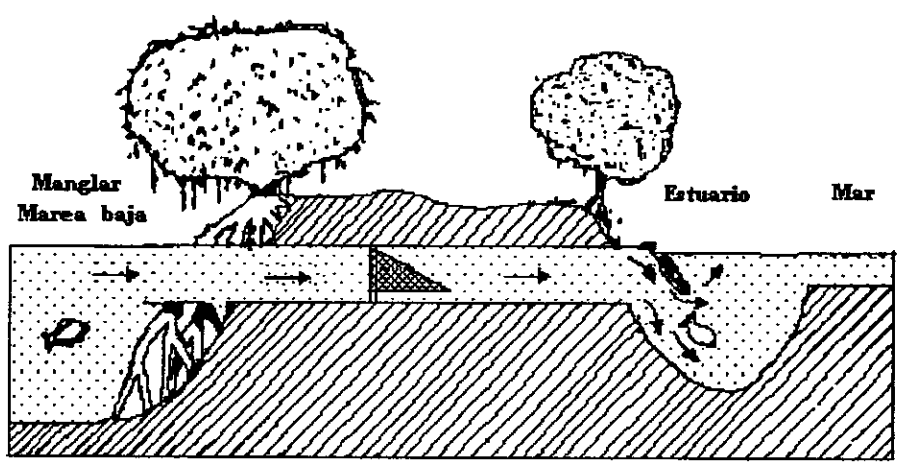


Figura 12.-Sistema de filtración para retener la materia orgánica que se exporta del manglar hacia la zona marina durante la marea baja.

8 Zonación, estructura y extensión del manglar. Estudio de caso: alteración provocada por la deforestación de un área del manglar.

Los manglares exhiben una gran variabilidad en su desarrollo estructural, que resulta de la respuesta de la vegetación a los múltiples factores fisicoquímicos, hidrológicos y climatológicos que operan a distintas intensidades en el ambiente de la zona intermareal. Estos factores incluyen las concentraciones de nutrientes, cantidad y periodicidad de los escurrimientos, la precipitación e intensidad de la evaporación, así como los tensores naturales como sequías, alta salinidad, plagas y herbivoría (Matteucci y Colma 1982; Bunt 1996).

Este sitio presenta cierta variabilidad en las comunidades de mangles que lo integran, lo que ha originado distintos tipos fisiográficos de bosques. Cada tipo presenta una estructura distinta, que puede ir desde asociaciones de manglar mixto de *R. mangle-L. racemosa* hasta áreas de manglar monoespecífico de *A. germinans y L. racemosa*. Para conocer la zonación, y estructura de los rodales se realizaron las siguientes determinaciones:

8.1 Zonación. Desde julio de 1990 hasta 1994 se estudiaron y analizaron 5 transectos de cuatro metros de ancho, trazados en forma perpendicular desde la línea de playa hasta el límite de distribución del manglar **(figs.13).** Para el trazado de los transectos se utilizó un mecate de plástico, con una serie de marcas de papel plástico amarillo y rojo colocadas cada 5 10 y 20 m. El transecto se iniciaba con dos estacas clavadas en un extremo, al cual se sujetaban los mecates, extendiéndose en línea recta en tramos de 100m. hasta tierra firme (Oosting 1956).

A lo largo de cada transecto se ubicaron las diferentes especies de mangles, cantidad de plántulas de cada especie, vegetación asociada, altura de los árboles, diámetro a la altura del pecho (DAP), nivel de inundación, elevación del suelo y salinidad. En las áreas no inundadas se perforó el sedimento hasta encontrar el manto freático; en tierra firme el transecto se llevaba hasta el límite de distribución del mangle botoncillo *C. erectus* y cuando esta especie estaba ausente el transecto se extendió hasta donde la salinidad del agua en el

suelo era 0 ‰. Se lograron identificar tres tipos fisiográficos de bosques, de acuerdo con la clasificación de Lugo y Snedaker (1974) modificada por Cintrón et al (1980).

Con los datos obtenidos en los transectos se realizaron recorridos semestrales en todos los bosques, a fin de estimar el área de las franjas en ambas márgenes del río. En forma paralela a este estudio se realizó la fotointerpretación de fotografías aéreas a escala 1:80 000, 1:75 000 y 1:20 000 del área de estudio INEGI(1975; 1979, 1986 y 1994). Con estos datos se elaboró un mapa del área de estudio, resaltando las principales comunidades vegetales, esteros, canales y áreas permanentemente inundadas, su extensión y áreas de cultivo de acuerdo a los criterios de Oosting (1956), Cox (1978), Matteucci y Colma (1982).

8.2. Estructura del bosque. Se eligieron siete sitios de estudio, correspondientes a las estaciones 1, 2, 4, 5, 6, 8 y 14. En cada una se delimitó una parcela de 32x31.5m.y dentro de ésta todos los árboles de diámetro mayor a 2.5cm fueron numerados en forma progresiva con pintura de esmalte de color negro, a estos árboles se les obtuvieron los siguientes datos merísticos.

Área basal (AB), diámetro a la altura del pecho (DAP) y diámetro de la corona (CD). Para *L. racemosa, C. erectus* y *A. germinans,* el área basal (AB) y el diámetro a la altura del pecho (DAP) se obtuvo midiendo a cada árbol el diámetro a nivel del suelo y a una altura en los troncos de 1.5m, mientras que en *R. mangle*, el AB, se obtuvo midiendo el número total de raíces de 10 árboles elegidos al azar dentro de la parcela; con estos datos se calculó el promedio de área basal por árbol, el cual se multiplicó por el número total de ellos dentro de la parcela; el DAP se midió en los troncos por arriba de la última raíz adventicia emergida desde el suelo. Para el diámetro de la corona de los árboles, se midió el diámetro de la sombra que cada árbol proyecta sobre el suelo (pasando por el centro del árbol) al medio día (11.30 y 12.30 hr), en árboles de corona irregular se realizaron hasta tres mediciones de la corona. **(Fig. 14).**

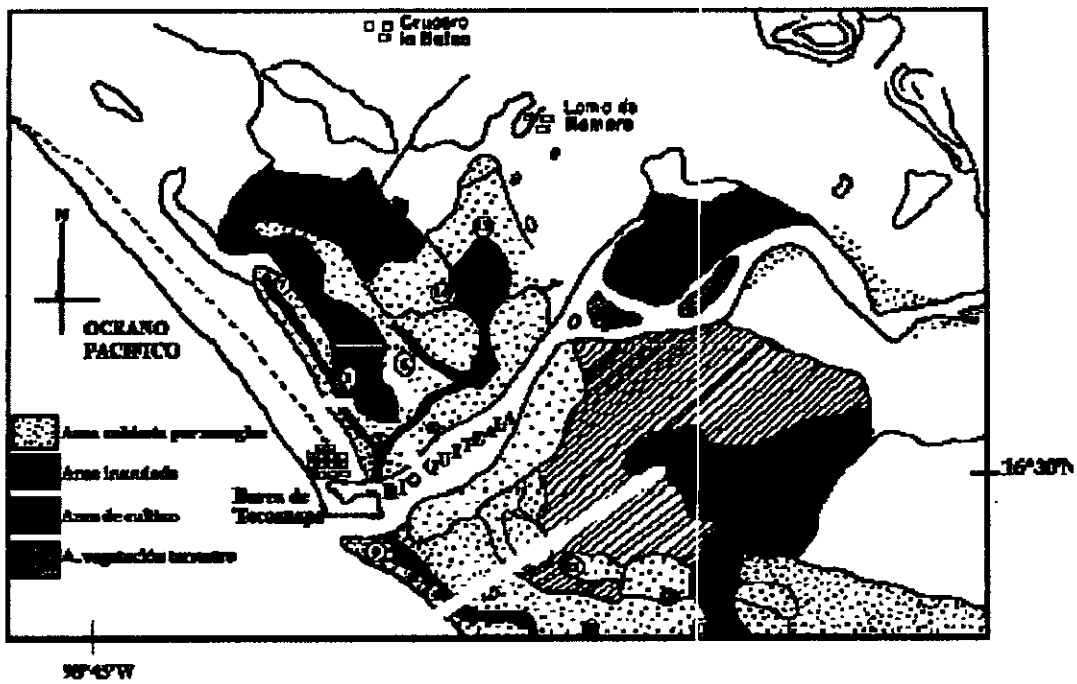


Figura 13 Ubicación de algunos transectos.

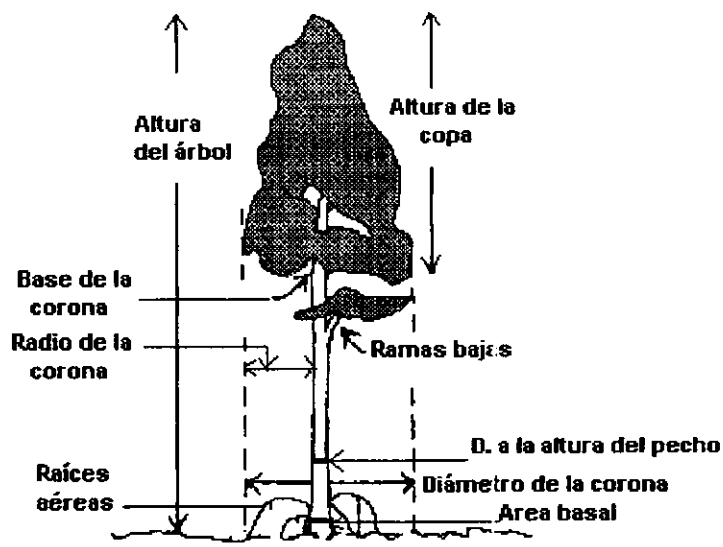


Figura 14 Principales datos merísticos de un fuste.

Altura de los árboles . La altura se obtuvo midiendo la altura de seis árboles: los dos más altos, dos de talla intermedia y los dos más bajos; con estos datos se obtuvo el promedio de altura dentro de la parcela, de acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1981;1983) **(Fig.**

14).Con la altura de los arboles y DAP se realizó una regresión estadística para conocer la estructura de cada una de las parcelas.

Densidad total y relativa por especies. La densidad total está referida al número total de árboles dentro de la parcela, indistintamente de las especies, mientras que la densidad relativa se estimó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{No. total de árboles de la especie 1}}{\text{No. total de árboles en la parcela}} \times 100$$

Dominancia Total dentro de la parcela = corresponde a la sumatoria del área basal del conjunto de árboles dentro de la parcela.

Dominancia relativa de cada especie : este parámetro se determinó Así:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Area basal total de cada especie en la parcela}}{\text{Área basal total de todas las especies en la parcela}} \times 100$$

Indice de complejidad de Holdridge (Holdridge, 1978). Este índice es una medida que integra las características estructurales y florísticas; y cuantifica el grado de desarrollo estructural de un bosque. Este se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Indice de Complejidad de Holdridge.} = \frac{(d) \times (a) \times (s)}{1000}$$

donde: d = número de troncos/ 0.1 ha.

a = área basal (m^2/ 0.1 ha).

h = altura del rodal en metros.

s = número de especies / 0.1 ha.

8.3. Estudio de caso 2: Modificaciones ambientales provocadas por la deforestación de un área del manglar.

En febrero de 1992, la comunidad taló un área de 3.5 ha, de un área de manglar, ubicado en la margen derecha del estuario, de abril de ese año hasta febrero de 1994, se estimaron las modificaciones ambientales más notables, producidas por la pérdida de la cubierta vegetal en el sitio y en un bosque cercano. Mensualmente se midió la salinidad en el suelo de ambos sitios, así como la temperatura del aire y suelo. Estas evaluaciones se realizaron durante el tiempo en que el sitio se utilizó como campo de cultivo agrícola, hasta que éste se abandonó.

9.0 Vegetación asociada al manglar.

Los manglares son plantas halofitas adaptadas a tolerar variaciones continuas en la salinidad e inundación del suelo; debido a estas condiciones pocas especies pueden competir por espacio y luz dentro de las zonas intermareales donde prospera este tipo de vegetación (Karmarkar 1982). Esta capacidad de adaptación les ha asegurado un sitio permanente en todas las zonas tropicales y subtropicales a nivel mundial. Sin embargo, algunas plantas son capaces de vivir asociadas a estas comunidades; tanto en la parte interior, frontal y posterior de los manglares, existen algunos géneros cuya distribución es pantropical. Para llevar a cabo el inventario florístico se siguieron los criterios establecidos por: Tomlinson (1986); Diego 1991; Lot et al (1993); Diego et al (1993); Diego y Fonseca (1997).

Para conocer la diversidad florística de los manglares, de febrero a julio de 1993, se realizaron colectas mensuales de plantas con flores, frutos y hojas de árboles, arbustos, herbáceas, epífitas e incluso vegetación secundaria en las áreas deforestadas. Cada espécimen se prensó, anotando la salinidad en el suelo, temperatura, especies asociadas, abundancia, grado de alteración, tipo de suelo y nivel de inundación. Estas plantas se depositaron debidamente etiquetadas para su identificación en el Herbario del Laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

10. Calidad, usos y extracción de madera y leña del bosque.

Desde siempre las comunidades humanas han explotado los recursos de los manglares, para la extracción de una variedad amplia de productos; sin embargo, es la madera uno de los recursos más valiosos, éste ha sido utilizado como combustible barato, abundante y accesible por las comunidades de pescadores más pobres, así mismo la madera ha sido usada como vigas, postes, pilotes y durmientes, en la construcción de casas - habitación, puentes rústicos y atracaderos en muchas regiones tropicales. En la actualidad existen muy pocos estudios relativos a la explotación doméstica, incluso su valoración es desconocida e incipiente (Jiménez 1994; Lahmann 1994; Agüero 1994)

De enero de 1992 a mayo de 1994, se cuantificó la madera extraída por lo pobladores en ocho parcelas de 2000 m^2 ubicadas en las estaciones 1,2,3,4,8 y 9. En cada parcela se numeró a todos los árboles con DAP mayor a 2.5cm; con estas medidas se separaron diferentes clases de edad cada 5cm, de acuerdo a los diferentes usos que los pobladores dan a la madera como vigas, soleras, horcones, postes y varas. Cada mes se revisaron las parcelas anotando el número correspondiente a cada árbol derribado, clase de edad a la que pertenecía y especie, así como el uso de cada fuste extraído; esta labor se facilitó debido a que, en cada parcela las piezas de madera fueron cortadas por los leñadores en tamaños de 2.0-4.0m de largo, y posteriormente se pusieron a secar al sol en el mismo lugar durante 20-25 días; estas piezas se pesaban para estimar la cantidad de madera extraída en kg/ha/año.

11.Captura de animales silvestres y pesquerías en las áreas de manglar.

La captura de mamíferos, aves y reptiles que viven en los manglares, es un tipo de actividad de subsistencia para las comunidades humanas asentadas en las áreas costeras de muchas regiones. Allí es común, la caza de cocodrilos, iguanas, mapaches, tlacuaches, armadillos, tejones, etc. Por otro lado, las pesquerías de moluscos, crustáceos y peces es una de las actividades más importantes asociadas a este ecosistema, debido a que la explotación

se realiza desde el nivel de subsistencia hasta el comercial. En las costas de América Latina, la pesca artesanal es una actividad común en todos los sistemas lagunares asociados a los manglares, de la cual depende la economía de muchas familias.

En la actualidad sólo existen referencias indirectas de las capturas de mamíferos, reptiles y aves en las áreas de manglares y mucho menos se ha estimado su valor monetario por ser una actividad marginal y complementaria en la dieta e ingreso de la comunidad (Hurtado y Camacho 1994; Pizarro y Angulo 1994). Por el contrario el conocimiento de las pesquerías realizadas en áreas de manglares es más profundo, incluso en diversos sistemas lagunares se ha llegado a ordenar la captura de muchas especies sujetas a explotación (Ngoile y Shunula 1992; Sasekumar et al 1992; Pizarro y Argulo 1994; Menéndez y Priego 1994; Martínez 1994; Agüero 1994; Founda y Al-Muharrami 1995)

La cuantificación de las capturas de animales silvestres y pesquerías en el área de estudio se inició en junio de 1990 y finalizó en agosto de 1995. Para estimar las capturas de animales silvestres se convenció a los habitantes que se dedican a la cacería de animales silvestres dentro de las áreas de manglares, a los cuales se les hizo saber de la importancia de proporcionar los datos sobre sus capturas,. Durante los primeros tres meses, mensualmente se les visitó para conocer el número total de capturas: tipos de animales cazados, áreas de caza más frecuentes, precio de venta del animal. Después de ello, voluntariamente ellos proporcionaban la información(**Tabla 1**). En el caso de las pesquerías, además de la información proporcionada por los pescadores, mensualmente se obtenían datos de capturas en los centros de acopio del lugar, tomando en cuenta sólo las capturas de peces, crustáceos y moluscos realizadas en el estuario y mar. Para la cuantificación de las capturas se elaboró un cuestionario, conteniendo diversa información. Este mismo procedimiento se utilizó para los pescadores que realizan su actividad dentro del área del estuario y las áreas de manglar **(Tabla 1)***

Tabla 1
CACERÍA DE ANIMALES REALIZADA EN LOS BOSQUES DE MANGLARES DE BARRA DE TECOANAPA.

El siguiente cuestionario permitirá conocer los recursos de tu comunidad.

1. No. de veces que salió de cacería_____del 1o.al 30 del mes _____ de 199__

2. No. de cazadores_____No. de perros_____ Area de caza_____

3. Total de animales capturados: Armadillos____, Iguanas____, Zorrillos___
Mapaches____Tlacuaches___Lagartos___Tejones___Otros_____

4. Huevos de tortuga extraídos____Huevos de tortuga negra o "carapacho"_____

5. ¿En cuanto vende un animal? _____ ¿Cuanto cuesta una docena de huevos de tortuga?_____

Tabla 1
PESCA REALIZADA EN EL ESTUARIO Y LOS MANGLARES.

El siguiente cuestionario permitirá conocer algunos de los recursos de tu comunidad.

1. No. de veces que salió a pescar _____del 1o.al 30 del mes _____ de 199__

2. No. de pescadores por "pango"____ ¿Le acompañan/hijos/esposa?_____

3. ¿El "pango" es propio/ prestado? _____ ¿.Donde pesca?_____

4. ¿Qué arte de pesca utiliza? Atarraya _____ trasmallo _____Visor/ arpón _____Otro_____

5 ¿Cuanto pesca de las siguientes especies? durante el mes y en cuanto lo vende?
Mojarra negra____ $____"Cuatete"____ $____Lisa____ $_____Robalo o "pijolin"_____ $_____

Curvina____ $_____"Chacal"____ $____Camarón___ $___Jaiba____ $_____

6. No. de tortugas capturadas en el mar para comer _____ golfina _____ carapacho_____
No. de huevos_____ extraídos en la playa.

7. Costo de cada tortuga____ Costo de la docena de huevos_____

*En ambos casos los habitantes que se dedican a estas actividades son los más pobres de la comunidad; el resto de los pescadores poseen motores y embarcaciones que les permiten realizar su actividad en la zona marina.

12. Incendios forestales y concentración de plaguicidas en sedimentos y algunos organismos de los manglares.

Según Odum (1967) todos los ecosistemas de manglar están sujetos a una serie de tensores naturales y artificiales, los cuales causan variaciones notables en el gasto energético de mantenimiento al interior de las comunidades. Lugo (1978) afirma que el costo energético provocado por un tensor está en función de la intensidad de éste, la frecuencia con que ocurre, el tipo y la condición del ecosistema, así como del efecto multiplicativo que tenga el tensor sobre la estructura del ecosistema.

Diversas investigaciones han demostrado la fragilidad de los ecosistemas de manglar a la presencia de tensores como incendios forestales e introducción de plaguicidas (Boffey 1971; Westing 1971; Lugo y Snedaker 1974; Odum y Lugo et al 1976; Johannes 1975; Lugo et al 1980, Culic 1984; Chou y Griffin 1986; Merarns et al 1988).

12.1 Incendios Forestales. En el área de estudio, son comunes los incendios provocados por la quema del exceso de materia orgánica de los campos de cultivos agrícolas. Estas quemas se presentaron al final de la época de secas, cuando el material se consume con facilidad. Para evaluar el efecto de este tensor sobre los bordes del manglar, desde 1991 hasta 1995 durante el estiaje, se realizaban recorridos a lo largo de las áreas de mayor riesgo, para cuantificar las zonas afectadas y la frecuencia de ocurrencia de los incendios. Cuando se detectaba un incendio en el borde del manglar se estimaba el área, número de árboles afectados y las especies; si el fuego había actuado a nivel basal, medio y superior de la vegetación .

12.2 Concentración de plaguicidas. Durante marzo y septiembre (época de secas y lluvias) de 1993 y 1994 se tomaron muestras de sedimentos, tejido de la almeja *Polymesoda* (Egeta) *inflata* y músculo e hígado de la lisa *Mugil curema.* Los sedimentos y almejas se obtuvieron en el canal que une al río con el manglar frente a la comunidad, mientras que los peces fueron capturados en la estación 14, en la parte interna del manglar **(Fig. 1)**. Se

tomaron cuatro muestras de 50 g de sedimento, éstas se colocaron en frascos de vidrio ambar previamente lavados con mezcla crómica, 200 g de tejido fresco de almeja y 200 g de hígado y músculo de lisa, colocando el tejido en papel aluminio, manteniéndose en hielo. Posteriormente las muestras se congelaron a −15°C y se enviaron en envases de unicel al Centro de Investigaciones Científicas y Agrícolas de Sinaloa, ubicado en Guasave Sinaloa, para las determinaciones de los principales plaguicidas registrados en organismos y sedimentos de este sistema lagunar

13. Estructura, crecimiento, actividades y servicios en la población

El desarrollo de diferentes actividades humanas en la zona costera ha llevado al deterioro de los ecosistemas, en la actualidad son problemas comunes tales como: erosión acelerada, explotación excesiva de recursos renovables y no renovables, cambios en el uso del suelo, descargas de aguas residuales, urbanización y asentamientos humanos, incluso modificaciones en el patrón de corrientes y modificación de la belleza del paisaje. Cerca del 60% de la población mundial, unos 3,000 millones de seres humanos, viven hoy a menos de 60km de la costa UNESCO(1993). Esta cifra va en aumento debido al crecimiento demográfico, el agotamiento de los suelos agrícolas, las migraciones y la urbanización. Las dos terceras partes de las ciudades de más de 2.5 millones de habitantes están situadas en las proximidades de un estuario (Baker y Kaeoniam 1986; UNESCO 1987;1993; Carter 1988; Clark 1992; 1995; Suman 1994).

En el área de estudio se ha observado un crecimiento acelerado de la población, con cambios significativos en la estructura de ésta. Este crecimiento se ha reflejado en la demanda de mayores cantidades de recursos como madera, palma, roca, concha, grava , arena, agua dulce y diferentes tipos de alimentos. Para conocer el crecimiento de la población, la estructura y las diferentes actividades de esta comunidad, a partir de 1992, se aplicaron dos censos contabilizándose casa por casa, cada uno de estos parámetros, así

como otros de importancia para este estudio. La obtención de datos se realizó aplicando una serie de cuestionarios como se observa en la **Tabla 2**.

Tabla 2
ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE LA POBLACION DE BARRA DE TECOANAPA, MUNICIPIO DE AZOYÚ, GUERRERO.

El presente cuestionario forma parte de un estudio que realiza la Universidad Nacional Autónoma de México, para conocer el número de pobladores, crecimiento, recursos del manglar y la pesquería. Agradecemos tu cooperación al contestar con la verdad.

DATOS GENERALES:

1.Nombre del entrevistado_____

2. Estado civil: Casado___Soltero___ Unión Libre___Otro__

3. Nombre del cónyuge: _____

4. Edad del encuestado y esposa _____ y_____. Número de Hijos_____.

5. Personas que habitan la casa____Sabe leer y escribir_____Su esposa_____

6. Hijos que asisten a la escuela: Kinder_____Primaria____Secundaria_____Otra_____

7.Actividades de los niños en vacaciones_____

8. La casa es propia, rentada u otro_____La casa es de madera, adobe, concreto_____

9.El techo de la casa es de lámina_____teja_____palma_____concreto_____otro_____

10. Parte de su casa construida con madera de mangle_____

11. Qué otros usos le da a la madera de mangle_____

12. Aparatos electrodomésticos con que cuenta: radio_____T.V_____licuadora_____
Grabadora____Video____Refrigerador____Estufa____Otros_____

13. Animales que tiene en casa: cerdos____gallinas____perros____gatos____otros_____

14. Trabajo del jefe de familia y esposa: campo__,___pesca__,__comercio__,__otro_____

15. Existen ingresos adicionales: si/no____quién los aporta_____valor_____

16. Cuantos kilómetros se desplaza para tender sus redes: _____

17. Lancha, motor y redes son: propios/ prestados/ rentados/Otro_____T/peón_____

18. En épocas buenas cuantos kilos pesca en promedio/día_____Especies_____

19. A quién vende el producto: en la comunidad___Comerciantes___venta otra plaza_____

20. Peces que pesca con mayor frecuencia: robalo/huachinango/mojarra/lisa/camarón/cazón tortuga/cuatete_____Otro_____

21. Durante el año cuantas tortugas atrapa_____De los distintos productos de la tortuga que consume: huevos_____carne_____caparazones_____otro_____

22. Epoca en que se capturan más tortugas_____Valor de una tortuga_____

23. De los siguientes alimentos, cuales consume y cuantas veces por semana:

Huevo ( ) por semana ( ) pollo ( ) por semana ( )

Carne/ res ( ) " " " ( ) queso( ) ( )

Carne/cerdo ( ) " " " ( ) fruta( ) ( )

pescado ( ) ( ) pan ( ) ( )

leche ( ) ( ) tortillas( ) ( )

frijoles ( ) ( ) arroz ( ) ( )

24. Que alimentos compra en Marquelia: Carne/pescado/leche/frutas/ queso/verduras/____

25. En su casa, hace la tortilla____en donde compra el maíz/masa_____

26. Cuantas veces come al día: ____bebe agua simple _____ hervida_____

27. Con que frecuencia consume bebidas alcohólicas: diario_____sábado y domingo____ sólo en fiestas_____Qué bebida_____.

28 Cuales son las enfermedades que más padece su familia_____

29. A quién acude cuando se enferma: Hierbero____Médico____remedios caseros___Otro_

30. En donde realiza sus necesidades letrina_____W.C._____monte_____la playa_____

31: Los últimos tres partos donde se ha atendido su esposa: clínica_____casa_____

32. Utiliza algún anticonceptivo: condón_____pastillas_____inyección_____DIU_____

33. Le gustaría que aquí en la comunidad se proyectarán películas sobre: sexualidad_____ Educación para la salud_____economía familiar_____cuidado del medio ambiente_____

34: Usted y su familia son originarios de aquí___Acapulco____Marquelia___Oaxaca_____

RESULTADOS

I. FACTORES HIDROLOGICOS Y CLIMATOLÓGICOS

1.1 Precipitación. En el área de Barra de Tecoanapa las precipitaciones durante los últimos 24 años (1971-1994) fueron en promedio de 783.67 mm/año. Este periodo se ha caracterizado por 14 años secos, algunos con precipitaciones menores de 600mm/año (1976, 1978, 1979), incluso dos menores a 500, como sucedió en 1984 y 1988 **(Fig. 15).** Por el contrario; sólo se registraron 11 años con precipitaciones mayores al promedio; cuatro de ellos con lluvias copiosas, por arriba de 1000 mm/año (1991, 1992, 1993, 1994). 1981 fue un año seco anómalo, con pocas lluvias durante la estación húmeda, con excepción de agosto, cuando el huracán "Adriana" penetró a tierra produciendo hasta 804.6 mm/mes. Para analizar en forma detallada las anomalías en la precipitación anual, durante el periodo de 1971-1994, en la **figura 16** la precipitación se ha expresado en términos de desviación estándar positivas para los años lluviosos y negativas para los secos a partir del promedio de todo el periodo(783.67 mm/año). Con excepción de 1981, sólo cinco años del periodo 1971-1990, presentaron desviaciones positivas.

Durante los primeros 19 años, Barra de Tecoanapa se ha caracterizado por presentar un patrón de anomalías en la precipitación de cuatro años secos por dos moderadamente lluviosos, con los meses de agosto-septiembre y ocasionalmente julio como los más lluviosos. Este patrón ha cambiado en forma sustancial durante los últimos cinco años, con lluvias intensas en 1991 y 1992, alcanzando hasta 1212 mm/año. Durante este periodo las lluvias se han incrementado hasta en un 70% con respecto a los primeros 19 años (**Fig. 16**). Desde 1991 las precipitaciones más abundantes se han presentado en junio, julio y septiembre, en agosto se ha presentado una disminución pronunciada de las lluvias durante el fenómeno conocido como "canícula" de verano. La época de secas se ubicó de noviembre a mayo, aunque durante el tiempo de estudio se presentaron lluvias esporádicas en diciembre, enero y febrero, como sucedió en 1991, 1993 y 1994.

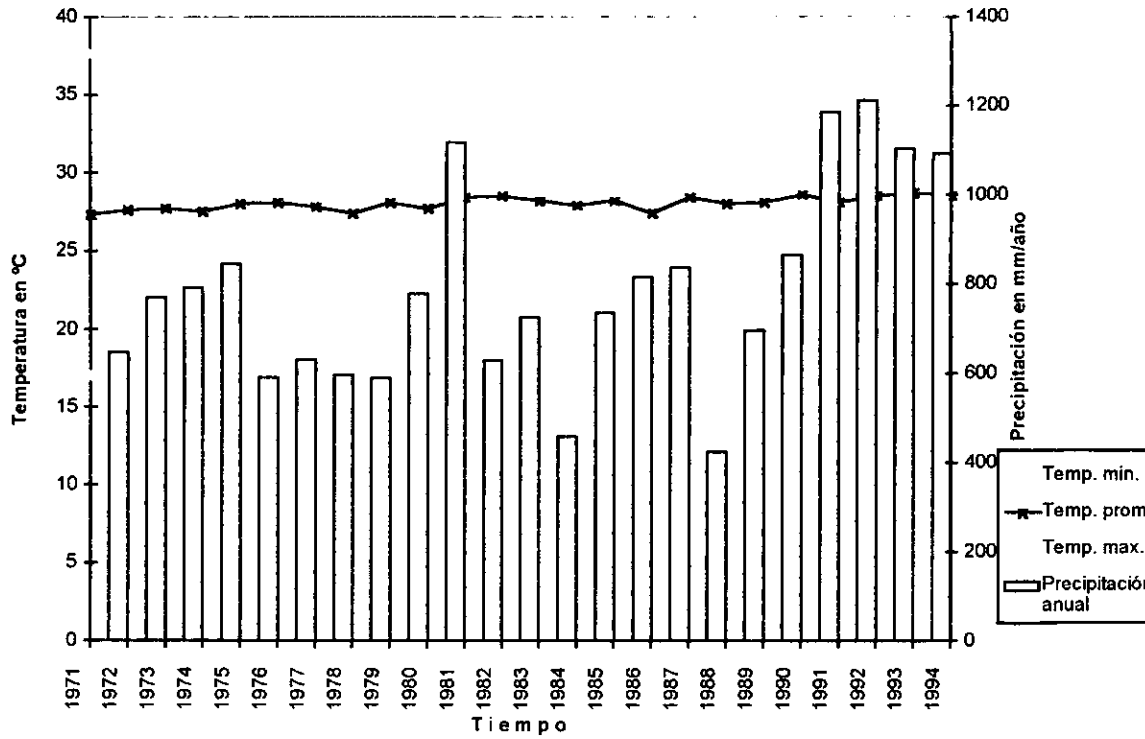


Fig.15 Variación anual de la temperatura y precipitación en el área de Barra de Tecoanapa, Guerrero, durante 1971-1994.

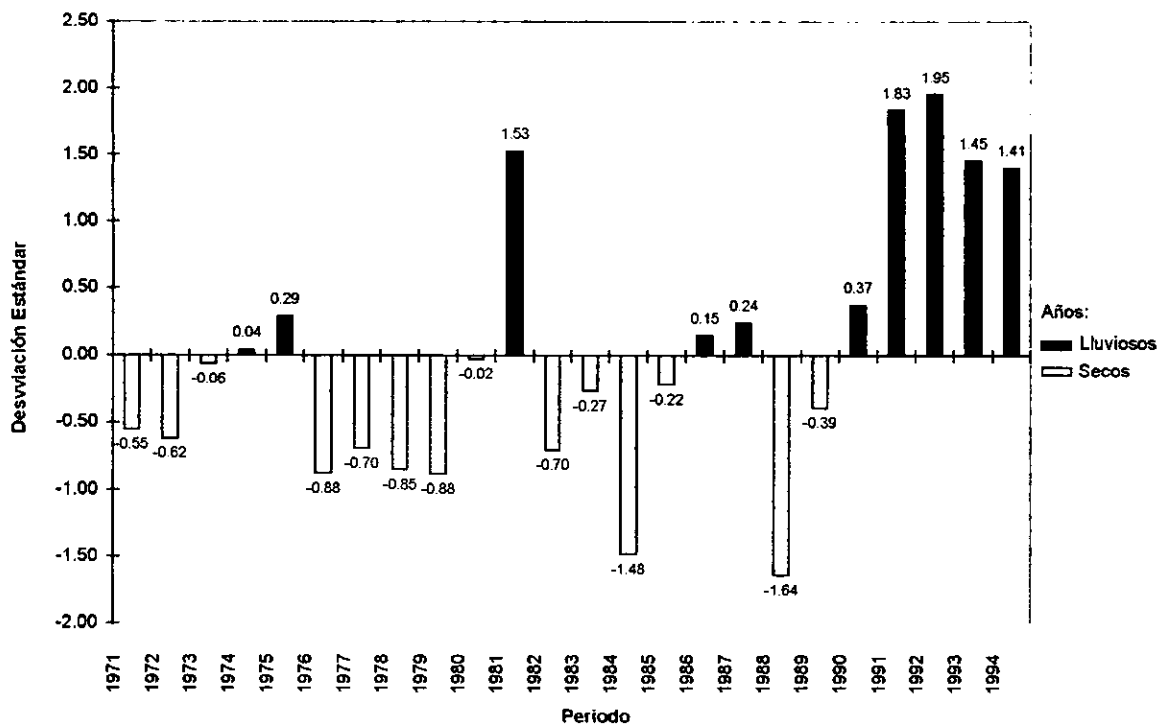


Fig. 16 Anomalías en la precipitación anual expresadas en términos de desviación estándar en el periodo 1971-1994.

1.2 Temperatura. Durante los últimos 24 años, el análisis de este parámetro, indicó una temperatura promedio de 27.9° C en el área de estudio, con pequeñas variaciones en el promedio durante los primeros 19 años (1971-1989), mientras que en los últimos cinco (1990-1994) (**Fig.15**), este parámetro se elevó ligeramente a 28.4°C, incrementándose 0.5°C. Esta modificación se debió a una elevación paulatina de la temperatura mínima promedio, la cual pasó de 17.2 a 19.4°C una diferencia extraordinaria de 2.2°C, incluso, en el área de estudio se ha incrementado el número de días con estos registros de 3 a 6 por mes, siendo enero y febrero donde se han registrado las temperaturas más bajas. Por el contrario, las menores modificaciones se observaron en el promedio de las temperaturas máxima, las cuales promediaron 37.65°C; estas temperaturas son comunes en toda la costa de Guerrero y Oaxaca.

1.3 Avenidas del Río Quetzala. Las variaciones más notables en el gasto del río durante los últimos 36 años (1959-1995)(**Fig. 17**) se registraron entre la época de lluvias y secas, donde el flujo del río ha sido en promedio de 75.76 m^3/s durante las épocas de lluvias a 55.47 m^3/s durante el estiaje, sin embargo el río ha experimentado grandes modificaciones en su volumen. Durante ese lapso se registraron tres periodos sobresalientes en el flujo; en los primeros nueve años (1959-1968), el volumen del río fue en promedio de 87.59 m^3/s/año, posteriormente en los siguientes 13 años (1969-1981) se registró una disminución drástica, ubicándose éste en 64.49 m^3/s.

A partir de 1982 hasta la actualidad, ha disminuido paulatinamente el volumen hasta un promedio de 55.38 m^3/s, para una reducción total de 37.6%. A partir de 1990 hasta 1993, se ha observado una leve recuperación como se observa en la **figura 17.** Sumado a esto, los años más lluviosos de la década de los 90's se han caracterizado por la presencia de huracanes y tormentas tropicales que han pasado cercanas a la cuenca del río, lo que ocasionó aumentos importantes en el caudal, como sucedió en los año de 1991 y 1992.

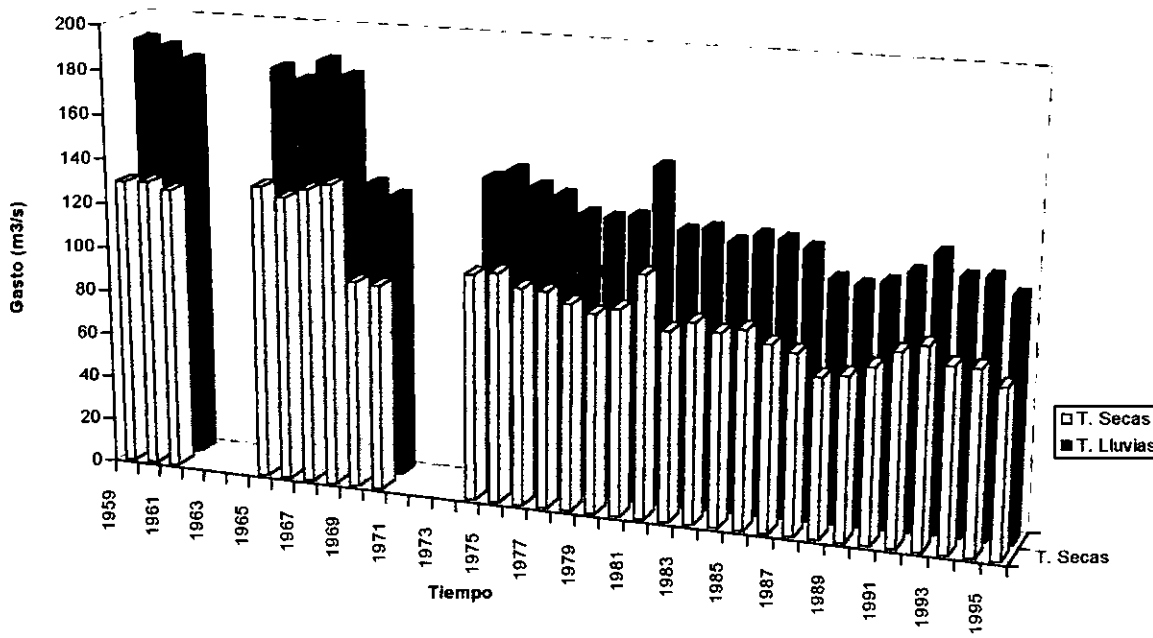


Fig. 17 Gasto promedio del Rio Quetzala, Guerrero, en temporada de lluvias y secas en el periodo: (1959-1995).

1.4 Volumen de agua aportado al manglar por el Río Quetzala. El volumen de agua introducido por el río durante el año de 1991 fue ligeramente mayor que en 1992, con un promedio para el primer año de 0.879 m^3/s, en 1991 el flujo menor se registró en enero (0.37 m^3/s), incrementándose posteriormente hasta septiembre, donde se registró el nivel más alto del año con 1.62 m^3/s, como se observa en la **Tabla 3** y la **figura 18A.** Aún cuando el año de 1992, fue el más lluvioso en el área (**Fig. 18B**), el volumen promedio (0.81 m^3/s) de agua aportado por el río hacia el humedal no reflejó esta situación. En este año los flujos mínimos se observaron desde enero hasta abril, siendo éste último donde se estimó el valor más bajo con 0.39 m^3/s, mientras que el mayor fue en agosto(1.2 m^3/s), manteniéndose casi constante este volumen hasta octubre. El aporte de agua del río hacia el manglar registró un patrón muy semejante entre los dos años estudiados. Durante la época de secas los aportes disminuyeron a una tercera parte de los observados en lluvias, cuando el río introdujo una gran cantidad de agua debido a las constantes crecidas de esta época.

Durante los meses de lluvias, las precipitaciones aportaron hasta 0.58m^3/s al manglar; este volumen sumado a los aportes del río incrementaron el flujo de agua hasta 1.430m^3/s

Tabla 3.- Volumen de agua introducido por el río hacia el manglar en m^3/s.

Año	E	M	M	J	S	N	D	Prom.		Max.	Min.
1991	0.37	0.4	0.76	1.34	1.62	1.02	0.64	0.87		1.62	0.37
Año	F	A	J	A	O	D					
1992	0.41	0.39	0.99	1.2	1.19	0.72		0.81		1.2	0.39

3. Flujo de marea entrante y saliente del manglar. En Barra de Tecoanapa, las mareas son mixtas semidiurnas y los resultados obtenidos a lo largo de dos años de trabajo indican una altura promedio en verano (julio-agosto) de 0.63 m, mientras que en primavera la altura es de 0.96m; y penetra hasta una distancia de 3.5km. Durante la pleamar se introduce una gran cantidad de agua marina dentro del canal de marea que comunica el manglar con el estuario; dicho canal se ramifica y se vuelve muy sinuoso, lo que provoca un retraso de hasta 35 minutos del flujo entre la entrada del estuario y la parte mas interna de los manglares. Los resultados aquí expuestos corresponden a una serie de muestreos realizados con una frecuencia mensual durante el periodo de 1992-1993. Todos los resultados corresponden a un promedio de la pleamar y bajamar del sistema. Los registros obtenidos indican que 1992 presentó un volumen mayor en relación al año siguiente. (**Fig.18B**); por el contrario, las estimaciones correspondientes a 1993, señalaron un flujo más homogéneo durante todo el año. En 1992 el flujo promedio fue de 1.803 m^3/s, con un máximo de 2.31 registrado en abril, mientras que los volúmenes más bajos se obtuvieron en diciembre con 1.31 m^3/s, se registraron volúmenes sobresalientes en junio y septiembre(**Tabla 4**). Durante 1993, el promedio se ubicó en 1.74 m^3/s, y enero fue el que presentó el flujo más bajo con 1.21 m^3/s, a partir de este mes se incrementó hasta junio con 2.01 m^3/s donde se registró el valor más alto del año, con ligeras modificaciones en los meses restantes como se observa en la **figura 18B**.

Tabla 4 Flujo del mar hacia el humedal en m^3/s.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom.	Max.	Min.
1992	1.49	1.61	2.21	2.31	1.9	2.2	1.84	1.75	2.2	1.82	1.77	1.31	1.80	2.31	1.31
1993	1.21	1.32	1.88	1.95	2.0	2.01	1.89	1.88	1.91	1.72	1.87	1.51	1.74	2.01	1.21

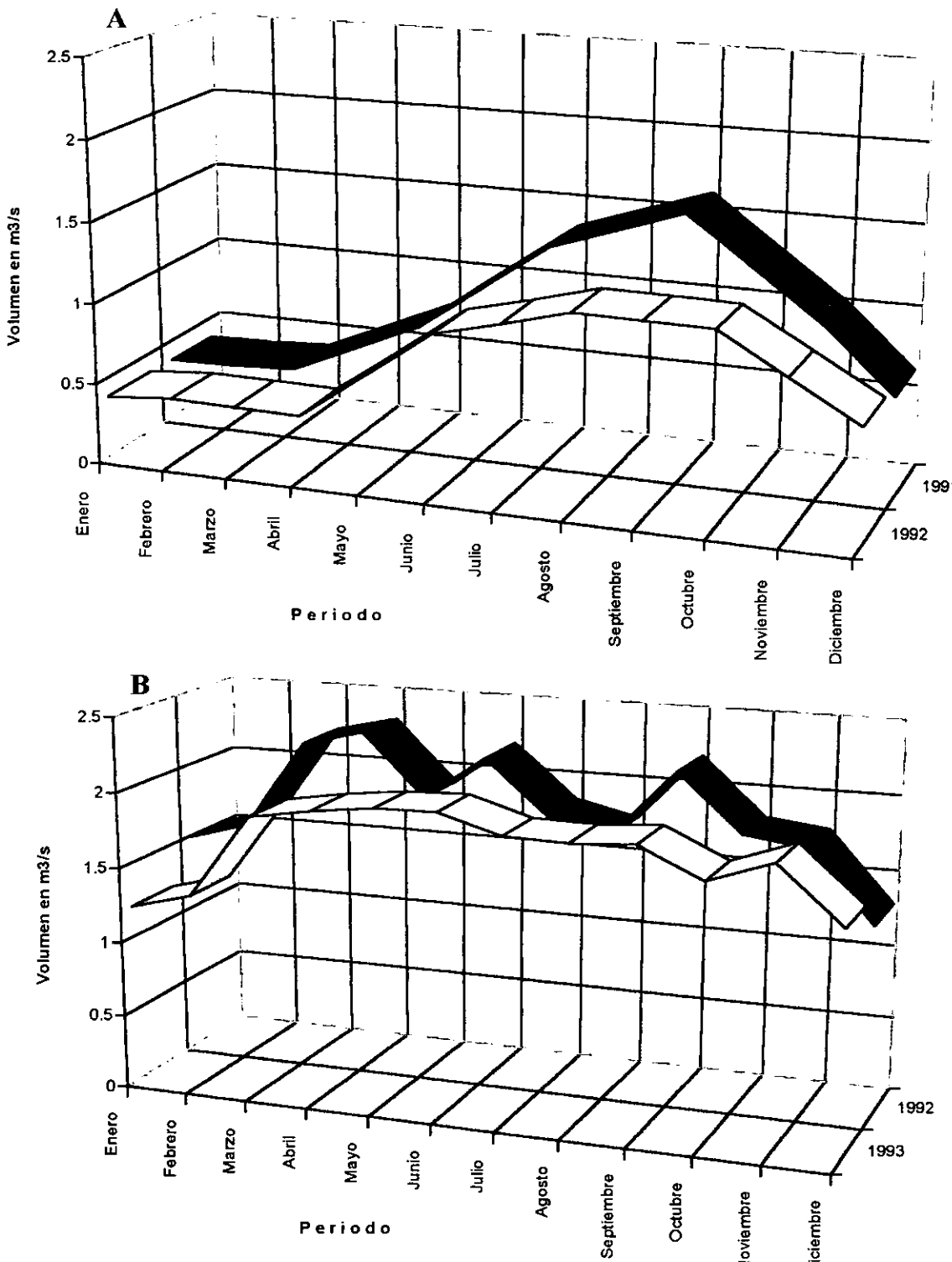


Fig. 18 A) Flujo de agua dulce del río hacia el manglar y B) Del mannglar hacia el mar, este último estimado durante marea baja.

4. Intercambio de nutrientes. Se registraron variaciones notables entre la cantidad de nutrientes aportada por el río y la salida hacia la zona marina.

Los resultados obtenidos indican que los nitratos (NO_3) son los más abundantes en el agua que penetra y sale; con un promedio de ingreso anual de 7.5µg-at/l, los mínimos se registraron en diciembre y los más altos en junio(1.9 y 16.8 µg-at/l), otros niveles notables se registraron en mayo y julio (**Fig. 19A**). La exportación de este nutriente presentó contenidos que duplicaron a las entradas, con un patrón semejante a la importación a lo largo del año. El promedio de egresos de nitratos registrados a lo largo del año fue de 14.53µg-at/l, con los mínimos en diciembre y los máximos en mayo (7.5 y 21.0µg-at/l) **(Tabla 5)**

El amonio (NH_4), se ubicó por su abundancia en segundo lugar, tanto a la entrada como a la salida del manglar. El valor promedio en la concentración de amonio en la entrada fue de 4.74µg-at/l, y el mínimo al igual que los nitratos, correspondieron a la época de secas desde octubre hasta abril, siendo octubre donde se registró las entradas más bajas con 0.7µg-at/l. A partir de mayo se registró un incremento constante en la cantidad de amonio, culminando en septiembre con 9.7µg-at/l; entre este mes y el siguiente se registró una caída drástica como se observa en la **Fig. 19B**. La exportación de amonio del sistema registró como en el caso de los nitratos, dos picos de abundancia, el primero en junio y el segundo en septiembre, en este último se registró el valor más alto con 14.8µg-at/l, disminuyendo hasta 0.9µg-at/l en diciembre. La abundancia de este nutriente durante las lluvias contrastó con la pobreza de la época de secas (**Tabla 5**).

Por su abundancia, los nitritos (NO_2), se determinaron en tercer lugar tanto en la entrada como en la salida del sistema. La concentración en la entrada fue en promedio 0.46µg-at/l; de noviembre hasta abril fueron marcadamente bajos, mientras que en diciembre fue indetectable; posteriormente en julio con las crecidas del río se determinaron los máximos con 1.2 µg-at/l (**Fig. 20A**). La exportación promedio de este compuesto fue de 1.16 µg-at/l, con dos picos durante el año, el primero en abril con 1.9 µg-at/l, posteriormente el más alto en septiembre (2.2µg-at/l). Por el contrario, los más bajos se cuantificaron en noviembre con 0.4µg-at/l. (**Tabla 5**).

Los ortofosfatos $P\text{-}PO_4$ registraron un patrón ligeramente diferente al comportamiento del resto de nutrientes. Los promedio de ortofosfatos en la entrada fueron de 1.06µg-at/l, mientras que los valor más bajos fueron en diciembre y febrero, siendo éste último el más bajo con 0.09 µg-at/l. A lo largo de la época de secas se obtuvieron contenidos bajos en febrero y marzo, como se observa en la **figura 20B.**.

En abril se registró el primer repunte de este nutriente, mientras que en junio y julio sus niveles se ubicaron por abajo de uno, elevándose hasta alcanzar el máximo en agosto con 2.7µg-at/l; a partir de este mes el río disminuyó gradualmente los aportes de ortofosfatos hasta diciembre.

En el caso de la exportación de P-PO4 hacia el mar, las variaciones fueron más frecuentes y en todos los casos sus registros se situaron por encima de las entradas. El nivel promedio de este compuesto fue de 2.32µg-at/l; diciembre fue el mínimo con 0.4µg-at/l. A partir de este mes los contenidos se incrementaron constante con algunos altibajos a lo largo de la época de secas hasta el mes de mayo, donde se cuantificó uno de los máximos del año, disminuyendo en los meses siguientes, nuevamente hasta alcanzar el máximo exportado durante el mes de noviembre con 4.8µg-at/l **(Tabla 5)**.

La mayor cantidad de nutrientes movilizados correspondió a los nitratos-NO_3, seguido por el amonio-NH_4 y en menor cuantía los nitritos-NO_2 y los ortofosfatos como se observa en la **tabla 5.**

Tabla 5 Concentración de nutrientes en el agua del río que penetra al sistema y el canal de salida hacia el estuario durante 1993. (en µg-at/l)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Importación NO_3	2.3	4.7	8.2	6.1	12.9	16.8	16	4	11.2	2.2	3.9	1.9
Exportación NO_3	13.1	12.7	9.7	16.9	21	19.8	14	11.6	19.8	13.6	11.9	7.5
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Importación NH_4	2.1	2.6	1.8	4	6.9	4.8	5.3	7.1	9.7	0.7	1.9	1.5
Exportación NH_4	2.9	1.8	2.7	2.4	8.4	13.4	6.9	6.4	14.8	9	6.3	0.9
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Importación NO_2	0.4	0.3	0.1	0.3	0.8	0.9	1.2	0.8	0.3	0.4	0.1	0
Exportación NO_2	0.9	1.1	0.8	1.9	1	1	1.1	0.9	2.2	1.7	0.4	1
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Importación$P\text{-}PO_4$	0.9	0.09	1.3	0.6	0.7	0.6	0.9	1.1	1.3	1.1	0.2	0.8
Exportación $P\text{-}PO_4$	1.1	0.7	1	1	1.2	1.3	1.3	0.9	2.8	2.9	0.7	0.8

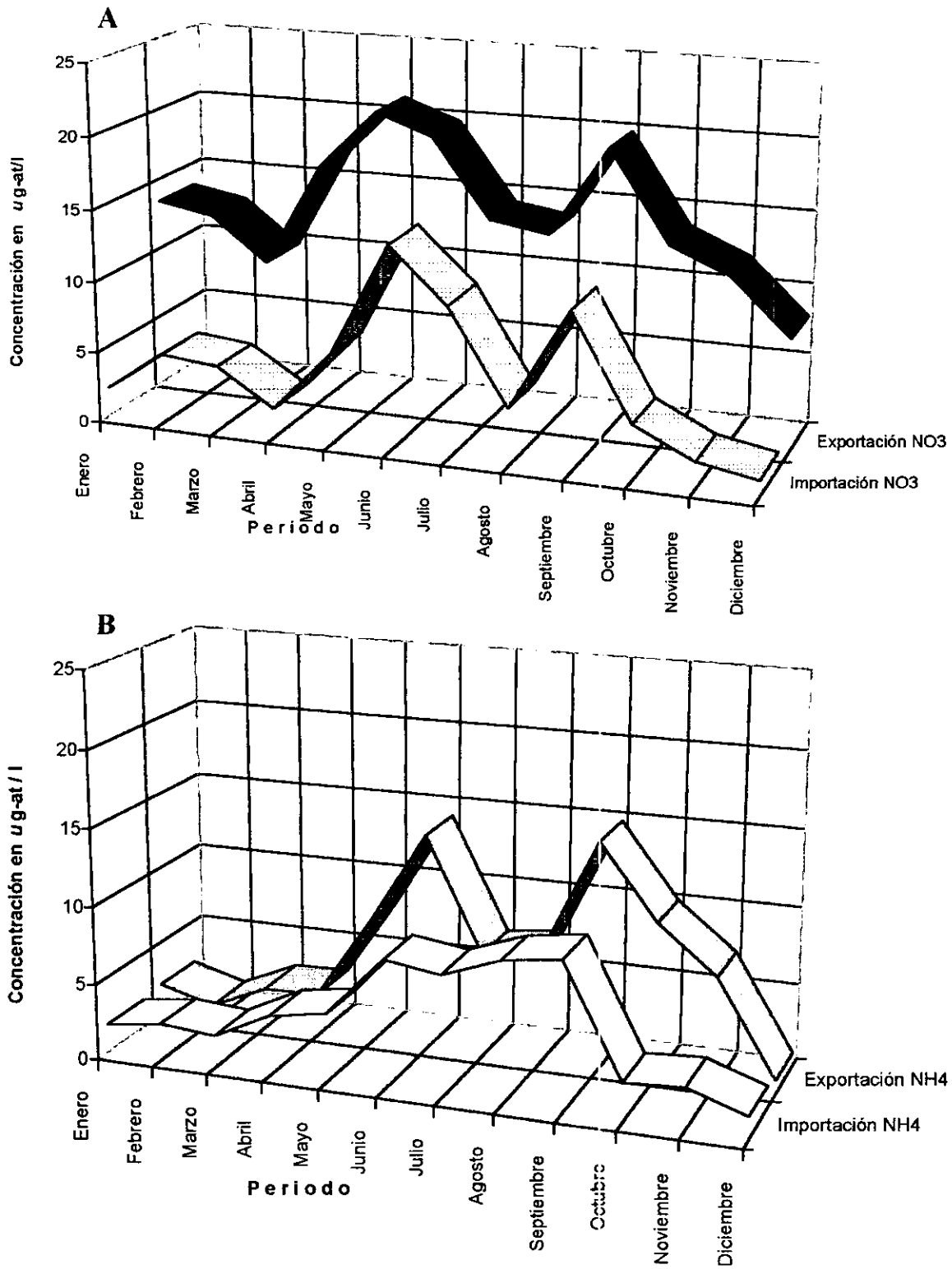


Fig. 19 A) Concentración de nitratos y B) amonio en el agua del río que penetra al sistema y en el canal de salida hacia el estuario, durante 1993.

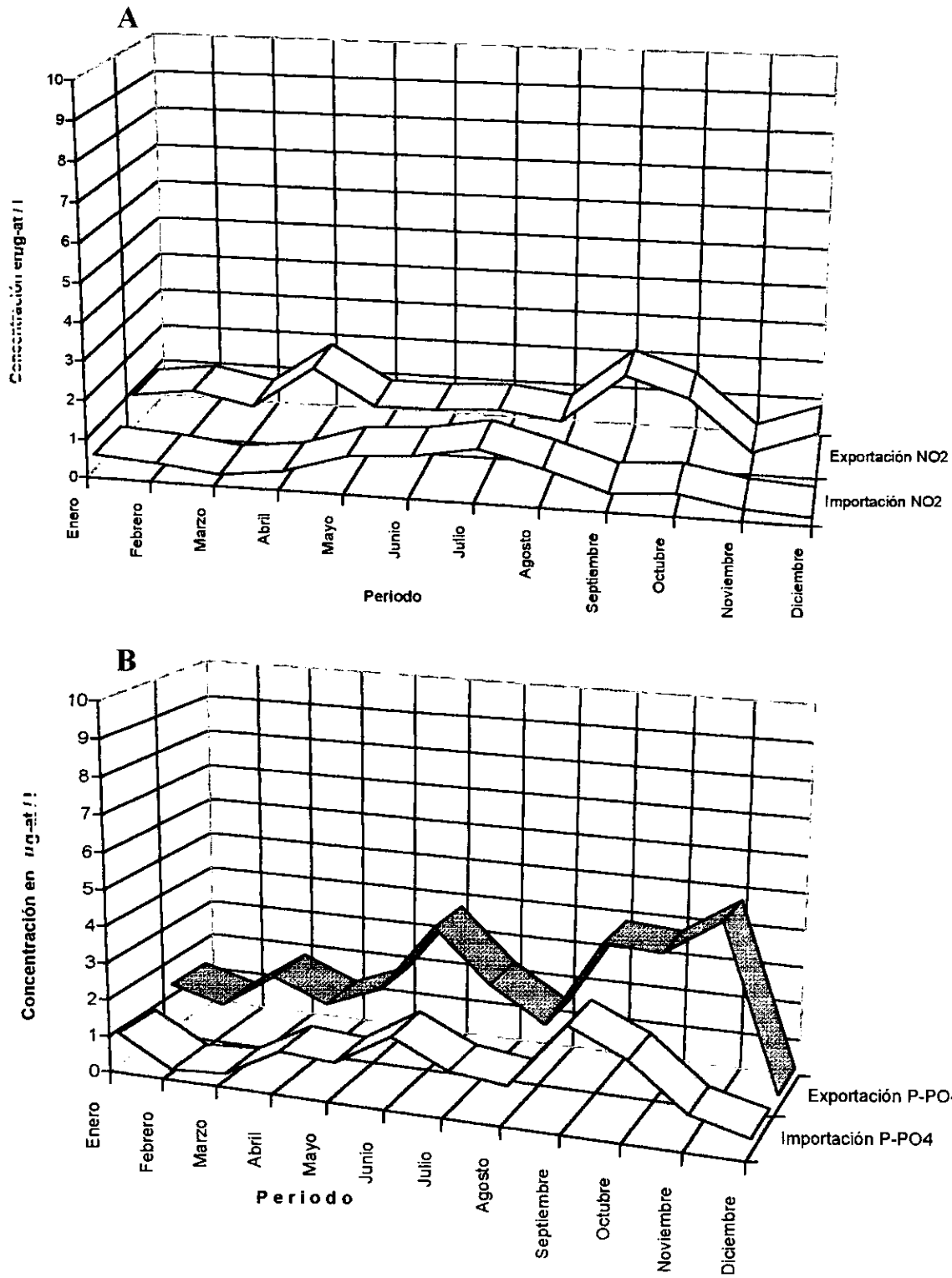


Fig. 20 A) Variación en la concentración de nitritos y B) fósforo como ortofosfatos; en el agua del río que penetra al sistema y en el canal de salida hacia el estuario, durante 1993.

II . FACTORES ECOLÓGICOS

1.0 Floración, producción de hipocótilos y semillas en las especies de mangles.

1.1 Floración y producción de hipocótilos en *R. mangle.* Es una especie de floración permanente, por lo que siempre se encontraron racimos de flores recién formadas (cerradas) para marcarlas. Los resultados indicaron que la floración presenta una duración promedio de 135±27 días, que comprende desde que se forman las flores hasta que se inicia la formación del fruto. Las flores inicialmente se encuentran cerradas, posteriormente durante los siguientes 56±11 días se abren. Las flores están constituidas por cuatro pétalos coriáceos de color blanco-amarillento, que se endurecen a medida que las flores maduran. Las flores cuando se abren no poseen olor **(Fig. 21)**, por lo que no se observaron insectos en ellas, sólo se observaron en algunos meses algunas hormigas sobre las flores, siendo el viento el factor que facilita la polinización de *R. mangle*. El proceso de polinización es muy rápido, y no dura más de un día. Después de la polinización, durante los siguientes 79±16 días se constituye el fruto y a partir de éste se inicia la formación del hipocótilo.

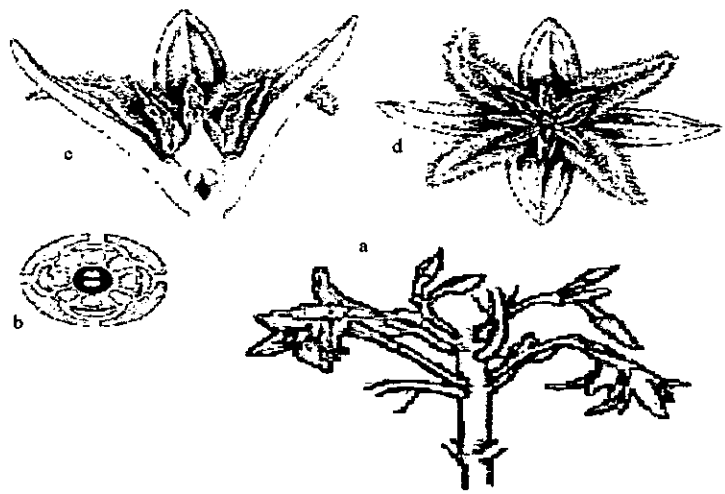


Figura 21.- Características de l

as flores en *R. mangle*, a) Conjunto con inflorescencias axilares, b) Diagrama floral, c) Corte longitudinal de una flor, d) Vista superior de una flor. (Modificado de Tomlinson 1980).

123. En marzo de 1993 se cuantificó la menor cantidad de flores por racimo con 3.8 y enero de 1994 fue el más abundante con 7.0. En noviembre fue el de la tasa de conversión más alta entre flores e hipocotilos con 3.8:1, por el contrario enero presentó la más baja con 7.6:1. Los meses restantes presentaron tasas intermedias como se observa en la **Tabla 6.**

Tabla 6. Duración de la floración, polinización y desarrollo de hipocótilos y semillas en las especies de mangles.

Periodo: 1993-1994	Flores cerradas	Flores abiertas/polinizada (No. de días)	Desarrollo del fruto	Desarrollo de hipocótilos	Caída hipocótilos.	Tiempo total (días)
Marzo	384	204/56*	120/79*	69/241*	67/376*	376
Mayo	389	223/49	121/75	89/211	72/335	335
Julio	299	142/61	91/82	72/215	68/358	358
Septiembre	274	132/54	90/69	66/206	64/329	329
Noviembre	289	153/58	121/77	87/244	76/379	379
Enero	408	178/55	64/71	59/240	53/366	366
A. germinans						
Mayo (1993)	947/16	624/3	341		278/71	90
Junio (1993)	374/17	310/4	187		151/65	86
L. racemosa						
Mayo (1993)	2331/20	1932/3	1656		1202/54	77
C. erectus						
Diciembre(1994)	1929/21	1611/4			635/64	89
Julio (1994)	2398/19	2105/4			701/68	93

*Número de días en que ocurrió el fenómeno

Después de la formación de los frutos, el desarrollo de los hipocótilos en los árboles se llevó a cabo en un tiempo promedio de 226±29 días; a partir de este momento los

hipocótilos se desprendieron de los árboles. Aquellos desarrollados durante: mayo, julio y septiembre presentaron las tasas de maduración más rápidas en comparación con noviembre, enero y marzo, como se observa en la **Tabla 6**. La duración del proceso desde que se forman las flores hasta que caen los hipocótilos fue de 357 días, siendo las flores de septiembre de 1993 donde este fenómeno fue más breve con 329 y las de enero de 1994 las más tardías con 379 días. De un total de 2043 flores marcadas durante el año, se produjeron 607 frutos; a partir de estos se formaron 442 hipocótilos de los cuales llegaron a la madurez 401.

1.2 Floración y producción de semillas en *A. germinans*. Es una especie de floración estacional. La duración del periodo de floración-fructificación es de aproximadamente 88±6 días (**Tabla 6**), que comprende desde que emergen los grupos de flores hasta que se desprenden las semillas. Las flores constituyen conjuntos decusados de 4 a 10 flores terminales llamados capítulos, las cuales se encuentran insertadas por pares opuestos sobre un pequeño estróbilo (**Fig.22**). Cada flor está imbricada sobre un par de brácteas de forma triangular y reforzadas al interior por dos bracteolas más pequeñas . La corola está formada por cuatro pétalos de color blanco que hacia la base se colorea de amarillo, rodeando a cuatro estambres y a la antera; las flores son pequeñas (3-5mm), despiden un olor fragante muy delicado el cual es más perceptible durante las noches. En los árboles más jóvenes suelen encontrarse de tres a cinco capítulos o conjuntos de flores por rama, mientras que en los árboles más viejos llegan a existir hasta 30.

Las flores inicialmente cerradas, después de 16-17 días se abren y la polinización sucede en un plazo no mayor a 12 horas; desapareciendo el olor desaparece después de ese tiempo, como se observó en el primer lote donde algunas flores se revisaban cada 4 horas, hasta que desapareció el olor. El olor de las flores atrae a una gran cantidad de insectos como abejas, avispas y mariposas.

Después de este episodio, el fruto se desarrolla durante los siguientes 68±7 días, formándose un embrión el cual se desprende de los árboles en forma de una semilla ovalada de 1.5 a 3cm. Se registraron diferencias mínimas entre el tiempo de floración del lote marcado en 1991 (90 días) y el de 1994 (86) (**Tabla 6**). Se necesitan tres flores cerradas al

principio del fenómeno para producir una semilla madura después de 72 días. En todos los casos las tasas de conversión y la duración del fenómeno fueron más reducidas en el lote de mayo de 1994.

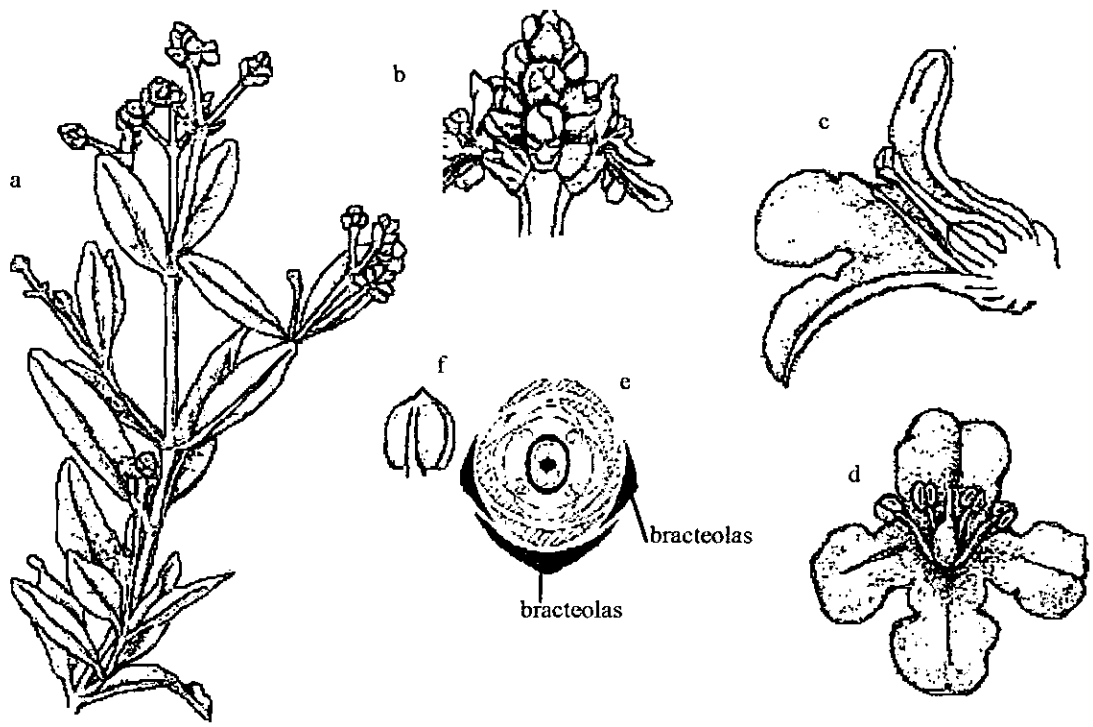


Figura 22.- Características de las flores en *A. germinans*, a) Inflorescencias sobre una rama, b) Conjunto de flores terminales, c) Corte longitudinal de una flor, d) flor vista de frente, e) Corte transversal del ovario, f) disposición de 4 óvulos en forma de péndulos. (Modificado de Tomlinson 1980)

1.3 Floración y producción de semillas en *L. racemosa.*

Al igual que en *A. germinans*, esta especie es de floración estacional, ambas presentan periodos de floración muy paralelos. Las flores del mangle blanco son muy pequeñas de 3-4mm, unisexuales, aunque ocasionalmente se registran flores hermafroditas. Las flores femeninas están colocadas en posición terminal en las inflorescencias, mientras que las masculinas se ubican en ramas laterales o en la base de las inflorescencias en los árboles maduros. Una flor femenina está imbricada en un cáliz de cinco sépalos y en la base

presenta brácteas y bracteolas; por encima del cáliz está la corola con cinco pétalos de color amarillento, en el centro de estas flores aparece el pistilo con un estigma que en su base termina en un ovario bien desarrollado, con dos óvulos funcionales en forma de péndulos. En las flores masculinas existen 10 estambres insertados en dos series de cinco**(Fig.23)**.

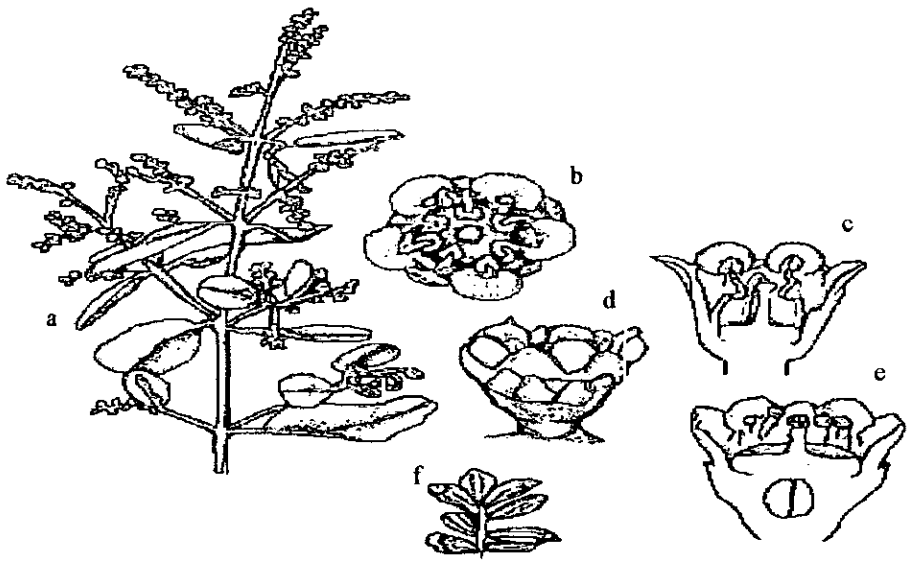


Fig. 23 Características de las flores y frutos de *L. racemosa*. a) Conjunto terminal de inflorescencias, b) Flor masculina vista por arriba, c) Corte longitudinal de una flor masculina, d) Flor hermafrodita vista de lado e) Flor hermafrodita en corte longitudinal f) Diagrama floral, g) Conjunto de semillas maduras. (Modificado de Thomlinson1980)

Las flores al abrirse despiden olor, el cual en *L. racemosa* es muy tenue y presenta una duración sobre las flores de unas 10 horas, tiempo en el cual deben ser polinizadas. Cada conjunto terminal de inflorescencias posee de tres a cuatro espigas en las cuales aparecen de 10-20 flores, por lo que en cada rama pueden existir hasta 60 flores. En *L. racemosa*, la duración del fenómeno de floración fue de aproximadamente 77±6 días, desde que aparecen hasta que se desprenden las semillas (**Tabla 6**). Las flores cerradas tardaron aproximadamente 20 días en abrirse, contrariamente al mangle negro en el cual las flores se abren indistintamente con o sin luz, en esta especie éste fenómeno sucede sólo al amanecer. A partir de este momento la polinización fue inmediata. Después de que han sido

polinizadas, durante los siguientes 54±5 días se desarrollan las semillas, las cuales son alargadas y ligeramente aplastadas, de 1.5 a 2.3 cm de largo y con una serie de estrías a todo lo largo. Debido a que en el mangle blanco sólo se trabajó con un lote de flores, no fue posible establecer diferencias en la duración del fenómeno de la floración, como sucedió en las especies anteriores. La tasa de conversión entre flores y semillas fue alta; de 2331 flores marcadas se abrieron 1932, de estas fueron polinizadas 1656 flores, de las cuales se formaron 1202 semillas es decir, que por cada semilla formada se necesitó 1.9 flores al principio del proceso.

1.4 Floración y producción de semillas en *C. erectus*.

C. erectus presentó floración continua a lo largo del año, con mayor intensidad en mayo y junio. En esta especie existen flores femeninas y masculinas como se observa en la **figura 24 A** y **B**, las cuales se desarrollan en las partes bajas y medias de los árboles formando una gran cantidad de cabezuelas.

Las flores femeninas son diminutas (1-2 mm de ancho), de color azul claro y de un olor fragante; presentan diferencias notables en relación a las flores masculinas; éstas se encuentran reunidas en inflorescencias en forma de globo de 6-12.5 mm de diámetro en las puntas de las ramas superiores. En el momento que las flores femeninas se abren el polen en las flores masculinas ya está maduro y puede ser transportado por el viento y los insectos fecundando a las flores femeninas, en las cuales posteriormente se forman las semillas; éstas permanecen adheridas formando una cabezuela, las cuales se agrupan constituyendo grandes racimos de 20 a 52 cabezuelas**(Fig. 24 A).** El proceso de floración y fructificación presentó una duración promedio de 91±9 días para el invierno de 1991-92; desde que aparecieron las primeras flores hasta que las semillas estuvieron maduras. En el verano de 1992 este fenómeno se extendió a 93±9 días. Al madurar las semillas, las cabezuelas se colorearon de un tono café rojizo, a medida que se secaban adquirieron un color oscuro, en este momento se colectaron para cuantificar las semillas producidas. En cada cabezuela madura se contabilizaron un promedio de 42 semillas.

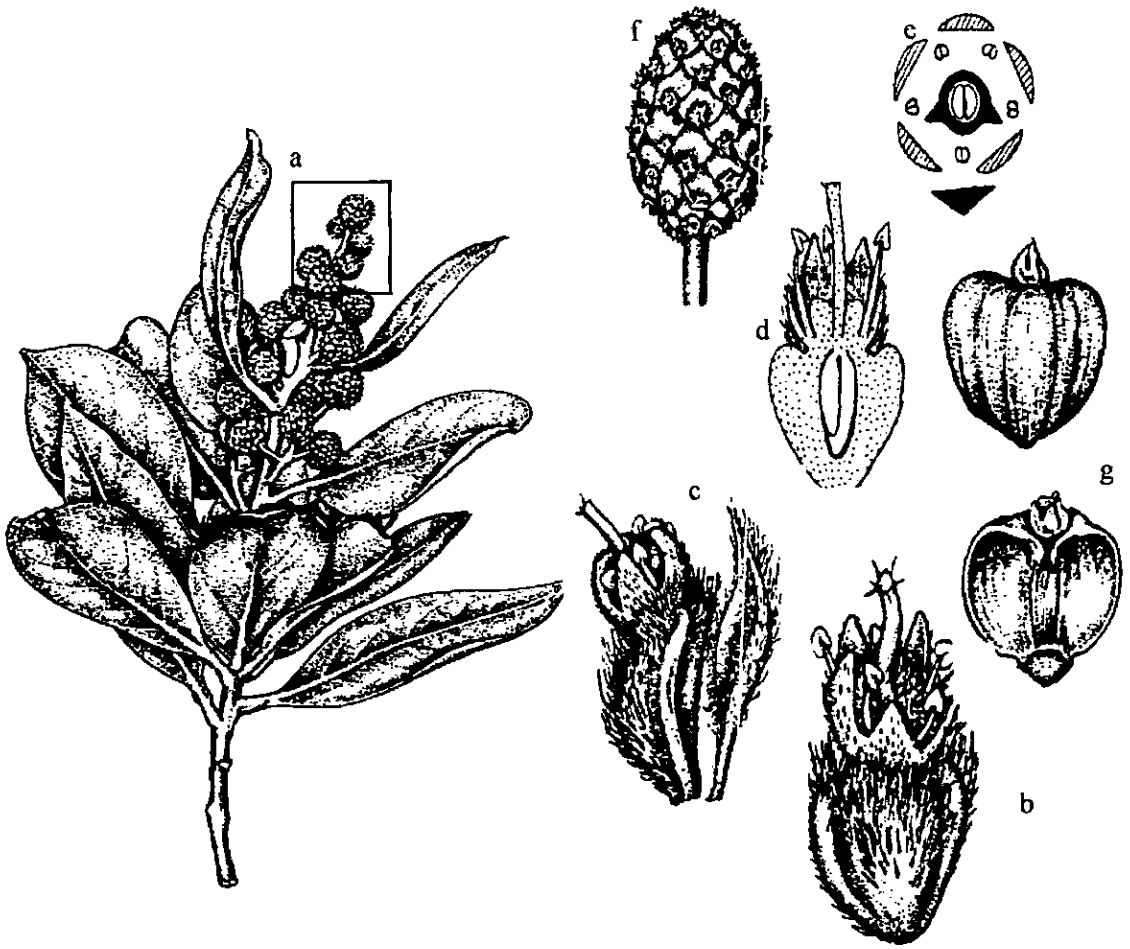


Figura 24 A.- Características de las flores femeninas en *C. erectus*. a) Conjunto de inflorescencias femeninas, b) vista lateral de una flor, c) Detalle de una flor, d) corte longitudinal de una flor, e) diagrama floral, f) cabezuela, g) Semillas. (Modificado de Tomlinson 1980)

Se registraron diferencias en el número de flores entre el lote marcado en invierno (1929) y el de verano (2398), aún cuando se trabajó con el mismo número de inflorescencias. Las cabezuelas producidas en verano fueron más grandes y presentaron un mayor número de semillas. La tasa de conversión entre flores y semillas entre los dos lotes

fue de 3.2 flores para producir una semilla madura. En diciembre las semillas se produjeron en 89 días, mientras que en julio se necesitaron hasta 93 (**Tabla 6).**

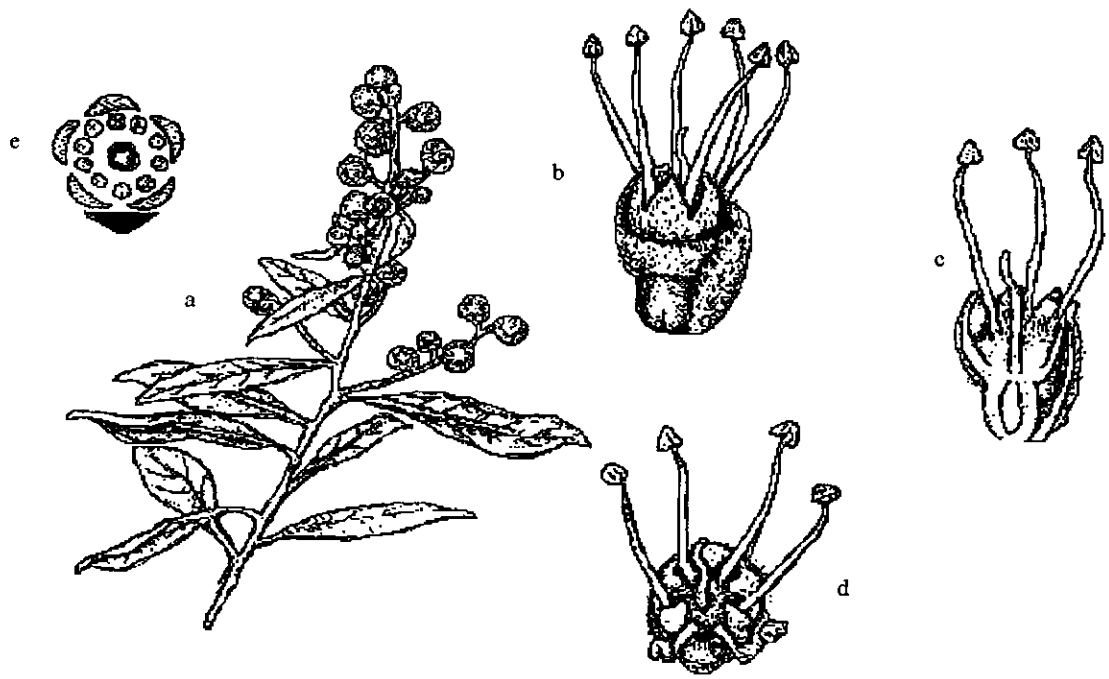


Figura 24 B. Características de las flores masculinas en *C. erectus*, a) Conjunto de inflorescencias terminales, b) Vista lateral de una flor con estambres, c) Corte longitudinal, d) Vista superior de una flor, e) Diagrama floral. (Modificado de Tomlinson 1980)

1.5 Estacionalidad de la producción de flores, semillas e hipocótilos en los manglares.

1.5.1. Estacionalidad de la producción de flores e hipocótilos en *R. mangle*

Un árbol de *R. mangle* necesita de aproximadamente 12 meses para producir un hipocótilo maduro. En todos los años se observó una fuerte disminución en la producción de flores durante el estiaje (febrero a mayo); este decremento fue más crítico en abril de 1992, 1993 y 1995, en los cuales se observó una disminución mayor al 30%, del promedio anual de las flores producidas. A la llegada de las lluvias, (junio) se registró una gran abundancia de flores, que se prolongó hasta enero en todos los años estudiados. El promedio anual de flores colectadas en las canastas fue de 101.7 flores/ m^2 siendo los años más fecundos 1991 y 1994 (**Tabla 7** y **Fig. 21**).

Tabla 7 Producción de flores e hipocótilos en *R. mangle*, en un manglar ribereño durante el periodo de 1990-1995.

Año 1990			1991		1992		1993		1994		1995	
	F*	H*	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H
Enero			109	0	105	1	58	2	189	1	103	0
Febrero			82	0	66	0	67	1	101	2	72	0
Marzo			114	0	75	0	53	0	90	0	81	0
Abril			88	1	33	0	21	0	86	3	49	0
Mayo			109	1	59	1	90	4	102	2	93	1
Junio	82	1	112	2	96	2	102	6	116	3	111	1
Julio	78	3	104	3	160	5	177	4	95	6	157	7
Agosto	102	1	119	1	87	6	179	2	102	2	136	4
Septiembre	144	0	89	1	152	18	136	4	124	3		
Octubre	92	0	197	2	147	11	131	5	129	3		
Noviembre	136	0	131	1	73	8	103	4	97	5		
Diciembre	108	0	123	0	122	6	138	1	117	2		
Total	742	5	1377	12	1175	58	1255	33	1348	32	606	13
Promedio	106	0.7	114	1	97.9	4.8	104.5	2.7	112.3	2.6	75.7	1.08

F* Número de flores, H* Número de hipocótilos

La producción de hipocótilos presentó variaciones notables entre secas y lluvias; durante la primera parte del año la producción disminuyó en forma sustancial, por el contrario con la llegada de las lluvias a partir de mayo, se registró una gran cantidad de hipocótilos en los árboles, en el agua y suelo de todo el manglar; este proceso se mantuvo así, con algunas variaciones hasta enero en todos los años, con excepción de 1990 donde la producción fue limitada durante la época de lluvias (**Tabla 7**).

La producción anual promedio de hipocótilos fue de 2.1/m^2, y 1992 fue el más productivo. Tomando en cuenta la duración del proceso de floración y el desarrollo del hipocótilo en los árboles, en los años de mayor floración siempre se registró una gran cantidad de hipocótilos 10 a 12 meses más tarde, como sucedió en los años 1991-92 y 93-94 (**Fig. 25**).

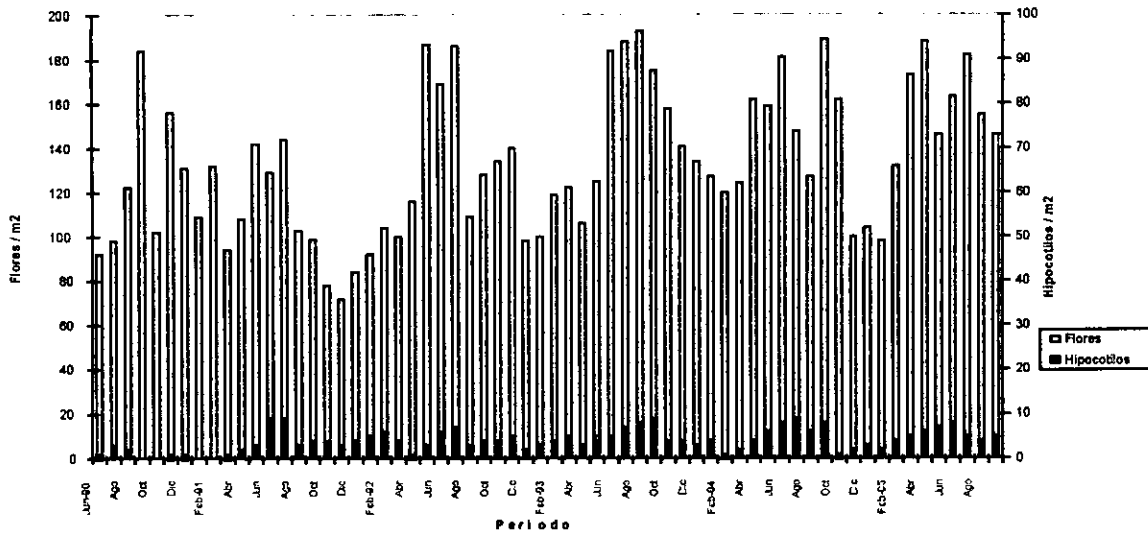


Fig. 25 A .- Producción de flores e hipocotilos de *R. mangle* en un manglar con inundación permanente, de 1990 a 1995.

1.5.2 Estacionalidad en la producción de flores y semillas en *A. germinans*. Un árbol de *A. germinans* necesita de aproximadamente 67 días para producir una semilla madura, sin embargo el periodo de floración se prolonga más allá de este tiempo. El proceso de floración en el mangle negro comprendió la época de lluvias: de mayo a octubre. En este estudio se observó que durante 1991 y 93 el inicio de la formación de las flores se realizó a finales de marzo, mientras en 1992 y 1994, este suceso fue en abril; es posible que 1990 halla seguido la última tendencia. La floración en esta especie se inició en los árboles más jóvenes y posteriormente se hizo extensiva a todos. Después de 25 a 34 días la floración fue masiva en todo el manglar, permaneciendo así durante unos 23 días, pasado este tiempo los árboles siguieron floreciendo hasta que ésta se extinguió en los siguientes 60 días **(Tabla 8)**. En ocasiones se presentó un segundo periodo de floración a finales de octubre, el cual se prolongó hasta enero, como sucedió en 1991-92 y 93-94; en el segundo periodo la cantidad de flores y semillas fue limitada. Las semillas formadas durante la floración temprana se desprendieron de los árboles y permanecieron flotando en el agua debido a que el piso del bosque estaba inundado (hasta 40cm., nivel 3-4); al germinar muchas mueren, otras fueron dispersadas por la marea, arraigándose en las partes menos inundadas dentro y fuera del bosque; estas semillas germinaron (P1 y P2 **Tabla 8**) y se desarrollaron, las que sobrevivieron dentro del bosque conformaron la primera cohorte anual de plantas, por el contrario las que fueron llevadas fuera también germinaron, éstas posteriormente murieron en el estiaje, debido a la falta de un sustrato adecuado y cobertura. La caída masiva de

semillas se produjo en septiembre hasta principios de octubre, durante los siguientes 15 días se presentó una gran germinación (P4-P3), debido a que en este tiempo había dejado de llover y a que la acción de las mareas fue mínima al interior del manglar. De 1990 a 1993 el nivel de agua promedio en el suelo del bosque fue menor a 10cm (Niveles 1 y 2, **Tabla 8**), lo que favoreció el desarrollo de las plantas, por el contrario, cuando el nivel del agua fue mayor del nivel 3 durante octubre, noviembre y diciembre, se presentó una gran mortalidad en todos los bosques, como se observó en 1994.

En todos los años se observó que la mayoría de semillas producidas al final del periodo de fluctificación, cuando éstas caen al suelo están parasitadas por el estado larvario posiblemente de una mariposa.

1.5.3. Estacionalidad en la producción de flores y semillas en *L. racemosa*.

La estacionalidad de la floración en el mangle blanco fue más prolongada que en el mangle negro, debido a que la producción de semillas en esta especie requirió de mayor tiempo. En la Barra de Tecoanapa se observó que el mangle blanco presenta dos periodos de floración al año, el primero de abril a agosto y el segundo de diciembre a febrero (**Tabla 9**). Las floraciones más abundantes se produjeron de abril a junio, como sucedió en los años de 1990-1992, 94, mientras que en 1993, ésta se llevó a cabo en julio.

Tabla 8 Periodos de floración y producción de semillas en *A. germinans* en un manglar tipo cuenca.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1990						13.3	9.8	2.8	1.2				Flor
						3.3/9	1.8/3	6.6/18	23.5/93	23/89	6.1/11		Semillas
													Plántulas
						2	2	2	3	2	2	1	Inundación
1991				3.1	9.2	16.8	8.1	1.1			2.3	2.7	Flor
				1.3/2	14.1/54	6.2/26	8.5/32	3.5/11	12.8/44	30.9/109	19/71	4.6/12	Peso/Semillas
					P1	P1	P1	P1				P3	Plántulas
	0	0	2	2	1	2	3	1	2	2	2	1	Inundación
1992				1.2	15.4	9.6	7.8	11.4	6.1				Flor
	1.3/8				4.3/13	5.7/15	10.2/34	18/69	52.3/193	18/68	8/23		Semillas
		P2					P1	P2			P3		Plántulas
	0	1	1	3	2	2	3	0	3	2	2	1	Inundación
1993			0.9	1.9	1.3	14.1	16.2	3.6		2.1	1.4		Flor
				2.7/4	5.8/19	7.6/51	11.4/38	4.2/11	5.6/19	7.7/28	1 / 2		Semillas
						P2	P2	P1				P	Plántulas
	1	0	3	2	2	1		1	1	2	1	1	Inundación
1994	1.1				2.1	11.9	13.1	2.2	2.0		1.3	1.9	Flor
		2.7/5			8/17	6.8/19	19/78	21/116	7.1/31	2.2/6	2/3		Semillas
			P1				P2	P3			P3	P2	Plántulas
			1	3	2	2	2	0	3		2	2	Inundación
Plantas	P1 1-29/m^2		P2	30-99/m^2		P3	100-199/m^2		P4 200-299/m^2				
Semillas	S. solo en el árbol			S. árbol / suelo			S. solo en el suelo.						

Es posible que el segundo periodo de floración anual para esta especie, esté influenciado por la presencia de algunas lluvias que se han producido durante los meses de invierno (enero-febrero), como sucedió en 1991 y 1993. En 1991 se registraron hasta 4 aguaceros de consideración en el área de estudio; como consecuencia de ello la floración durante la época de secas fue un fenómeno medianamente abundante y continuo de diciembre de 1990 a abril de 1991 (**Tabla 9**).

Las primeras semillas comenzaron a desprenderse en junio, mientras que la caída más espectacular sucedió a finales de agosto a octubre de todos los años a excepción de 1994, donde este suceso se adelantó un mes. En el segundo periodo de floración, la producción de semillas en ocasiones se prolongó hasta marzo-abril, como sucedió en 1991-1993. Durante el segundo periodo, la cantidad y tamaño de las semillas fue menor a aquella producida en el verano, incluso muchas de ellas estaban deformadas por los bordes. Contrariamente a lo que sucedió con las semillas de *A. germinans* las cuales murieron, en el mangle blanco esto no sucedió, debido a que las semillas pueden flotar hasta 38 días sin llegar a germinar, siendo dispersadas hacia el interior del manglar por las mareas. Esta tarea se facilita más al estar ubicados los árboles en áreas permanentemente inundadas, además de que las semillas comenzaron a caer cuando el bosque presentaba un máximo de inundación (nivel 3-4, **Tabla 9**). Por esta vía las primeras semillas del mangle blanco pudieron colonizar vastas áreas anegadas aledañas y asegurar la germinación aún en sitios descubiertos, con gran insolación y sustratos diversos. Entre junio y julio se observó la germinación de hasta 99plantas/m^2 (P2). Posteriormente a principios del otoño se inició la mayor caída de semillas en el mangle blanco, una parte de ellas fueron arrastradas por las corrientes de mareas hacia la zona estuarina y el mar. Contrariamente a las semillas caídas en junio y julio, las que maduran en septiembre y octubre germinan rápidamente formando grandes viveros de plantas en las partes menos inundadas de los bosques (P4). Estas, constituyen la cohorte anual más grande de plantas que se produce en los bosques.

Tabla 9. Periodos de floración, producción de semillas y plántulas en *L racemosa* en un manglar ribereño.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1990						9.4	21					2.4	Flor/g/m^2
							14/29	17.9/46	15.9/39	12.4/23	1.8/4	0.3/4	Semilla*
							P1	P2				P3	Plantas/m^2
						2	3	3	3	2	2	1	Inundación
1991	7.9	3.1		31.6	62.4	3.1	7.5	4.6	1.1			1.9	Flor
	0.2/2	23.2/79	3.7/11	4.6/19		14.3/39	4.7/22	28/91	25.1/78	44.9/208			Semilla*
	P1			P2		P2	P2	P2				P2	Plantas
	1	1	1	2	2	2	2			2	2	2	Inundación
1992	3.5			36	54	3.8	21.3	3.9				3.2	Flor
	0.5/5		1.1/3			1.5/5	3/13	9.5/69	75.3/628	63.2/359	6.5/51	1/5	Semilla*
	P1					P3	P2					P3	Plantas
	1	1	1	2	2	3	2		3	3	2	1	Inundación
1993	2.1		11.9	3.2		6.1	22.4	6.4	1.6			2.8	Flor
	0.3/1			18.1/29	2/5	2/6	2/6	2.2/26	41.2/409	17.9/119	9.8/17	7.1/15	Semillas*
	P2				P1	2P	P2					P3	Plantas
	1	1	2	1	1	3					2	1	Inundación
1994				46.1	14.5	7.4	3.3	102	2.5				Flor
						9.1/36	24.9/291	29.3/384	7.4/20	3.4/14	1.2/9		Semillas*
	P1					P1	P2					P3	Plantas
	1	1	1	2	1	2	3	3	3	2	3	2	Inundación
Planta	P1: 1-49/m^2		P2: 50-99/m^2		P3: 100-199/m^2		P4: 200-500/m^2		*Semillas: peso seco/m^2 y No. de semillas				

De diciembre a febrero la densidad de plantas en esta cohorte se redujo en forma considerable (P2), debido a la competencia que se establece entre las plantas por espacio y luz. Otro factor que redujo drásticamente el número de plantas germinadas es la elevación del nivel del agua en todo el humedal, como consecuencia de las mareas más altas que se presentan entre febrero y abril en toda el área de estudio.

1.5.4. Estacionalidad en la producción de flores y semillas en *C. erectus.*

C. erectus es la especie que produjo las semillas en el menor tiempo (66 días). Con floración permanente a lo largo del año, sin embargo la intensidad de la floración presentó variaciones notables en el año. Los resultados indican que la época de secas es sumamente crítica para la producción de flores, principalmente en marzo y abril donde se presenta una floración muy escasa (F1 **Tabla 10**). A partir de mayo se incrementó la cantidad de flores y esta se hizo sumamente abundante de junio a septiembre, al termino de las lluvias, la floración disminuye nuevamente. Las variaciones en la floración entre la época de secas y lluvias son más acentuadas en las comunidades de mangle botoncillo ubicadas frente al mar, en comparación con aquellas situadas en el límite de tierra firme, esto se debe a que estas últimas se ubican en áreas con mayor humedad en el suelo, también están más protegidas del efecto del viento, el cual es constante en toda la zona de manglar ubicada sobre la barra arenosa frente al mar, incluso estas áreas de manglar de marzo y abril llegan a perder una buena cantidad de hojas.

Todo el año se registró caída de semillas como se observa en la **Tabla 10**, la cual fue variable durante el año, la menor cantidad se obtuvo durante el estiaje, mientras que de mayo a septiembre la producción fue muy abundante, con algunos valores sobresalientes en diciembre y enero. Los años de 1992 y 1994 fueron los más fructíferos con un promedio mensual de 20g/m^2; por el contrario los más pobres fueron 1990 (5.3 g/m^2) y 1991 (8.3 g/m^2) (**Tabla 10**).

Tabla 10 Floración y producción de semillas en un manglar tipo borde de *C. erectus*

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1990							F1	F3	F3	F2	F3	F1	Flor
							3.0	5.0	4.0	12.0	4.0	4.0	Semilla/g/m^2
								P1	P1	P1			No.Plantas/m^2
1991	F1	F2	F1	F1	F2	F3	F2	F3	F3	F2	F3	F3	Flor
	5.1	5.3	8.1	8.0	5.0	11.0	15.0	9.0	8.8	12.0	6.0	7.1	Semillas
	P1						P3	P3	P2			P1	Plantas
1992	F1	F1	F1	F1	F1	F3	F3	F3	F2	F2	F1	F3	Flor
	14.0	6.6	5.3	4.6	9.5	102.7	42.5	13.0	13.5	9.0	8.0	15.5	Semillas
	P1	P1				P1			P2	P2	P1	P1	Plantas
1993	F2	F1	F1	F1	F3	F3	F1	F1	F2	F3	F3	F2	Flor
	16.8	7.5	7.3	9.0	19.8	24.6	7.1	27.0	7.9	11.0	12.7	13.2	Semillas
	P1	P1				P3	P3	P3			P2	P2	Plantas
1994	F1	F2	F1	F0	F2	F3	F1	F3	F2	F1	F1	F1	Flor
	7.0	5.3	16.7	11.5	59.0	52.2	42.0	13.0	6.9	12.3	7.4	13.8	Semillas
	P2					P3		P3			P2	P1	Plantas
1995	F1	F1	F1	F1	F2	F2	F2	F2					Flor
	4.9	5.1	9.4	8.6	11.6	39.9	24.2	15.0					Semillas
	P1					P2	P3	P2					Plantas
Flor	F1 escasa		F2 media		F3 abundante		Semillas g/m^2						
Plantas	P1: 1-4/m^2		P2: 5-8/m^2		P3: 9-12/m^2			Áreas sombreadas/color meses de mayor abundancia					

De junio a septiembre se registró la mayor germinación de plántulas, con densidades de hasta 16 plántulas/m^2 (P4) , registrándose un ligero relajamiento de la germinación durante octubre, reiniciándose nuevamente el proceso en noviembre hasta febrero, con densidades bajas (P1). De todo el periodo estudiado 1992, fue donde la germinación de plántulas fue más abundante y continua, como se observa en la **Tabla 10.**

Tabla 11. Número de hipocótilos colectados en un transecto durante 18 meses.

Año 1991	No. hipocótilos	Año 1992	No. hipocótilos	Año 1993	No. hipocótilos
Noviembre	106	Enero .	84	Enero	99
		Marzo	110	Marzo	122
		Abril	111	Abril	95
		Mayo	121	Julio	144
		Junio	175	Agosto	78
		Julio	230	Septiembre	211
		Agosto	184	Octubre	365
		Septiembre	117		
		Noviembre	55		
		Diciembre	210		

1.6 Variación en el tamaño, peso y número de hipocótilos en *R. mangle*. El número de hipocótilos recogidos cada mes fue muy variable, desde un mínimo de 55 en noviembre de 1992, hasta 365 en octubre de 1993, para un total de 2617 hipocótilos en 18 meses de trabajo **(Tabla 11)**.

El tamaño mínimo registrado en los hipocótilos fue de 7.2cm y el máximo de 72 cm, siendo el mes de mayo de 1992 y septiembre de 1993 donde se registró el tamaño y peso mínimo en los hipocótilos, mientras que en junio de 1992 se registraron los más grandes y pesados. Con los datos obtenidos en el campo, se realizó una regresión a fin de obtener un modelo que explique la relación longitud - peso del conjunto de hipocótilos colectados a lo largo del estudio. El modelo que mejor explicó esta relación fue el de tipo exponencial, como se observa en la siguiente ecuación:

$$Y = 18.354e^{(0.01)x}$$

Donde $a = 18.354$

$b = 0.01$

$r = 0.913$

Tamaño de la muestra = 2617 hipocótilos

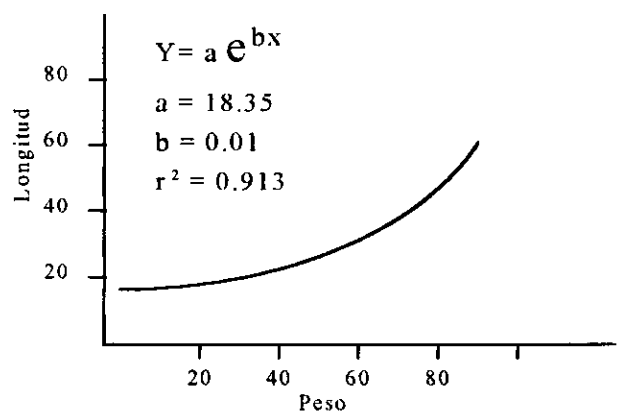


Fig. 25 B Relación longitud-peso de hipocotilos de *R. mangle* caidos al suelo durante un periodo de 18 meses.

La gráfica que explica esta relación se observa en la **figura 25 B**. Los resultados presentan una variación mínima entre los valores de longitud y peso, incluso la primera desviación estándar explica un 63.8% del total de la muestra y está comprendida dentro del intervalo de longitud de 20.5-44.3cm y 25.0 y 55 g de peso.

2.0 Germinación de hipocótilos, semillas y sobrevivencia de plantas hasta la primera floración en las especies de mangles.

2.1 Germinación y sobrevivencia de plantas de *R. mangle*.

En *R. mangle* se trabajó con dos lotes de 200 hipocótilos cada uno. En los dos, el tiempo de aparición de las primeras hojas en los hipocótilos fue de 17±5 días, este tiempo comprende desde que se sembraron hasta la apertura de los primordios foliares y la separación de las hojas. Se registraron diferencias importantes entre la sobrevivencia de las plantas bajo las dos condiciones de iluminación, tanto en la mortalidad como en la altura alcanzada por las plantas y el tiempo de floración. En la **figura 26**, se observa que el número de plantas germinadas en ambos lotes fue muy semejante (96%) Al final del experimento las plantas sobrevivientes a la sombra representaron sólo el 16% (32) de los hipocótilos iniciales, mientras que de los hipocótilos sembrados a cielo abierto sobrevivieron 57(28.5%). La mortalidad en ambos lotes estuvo presente a lo largo de todo el desarrollo. Durante el primer año la mayor mortalidad se registró en las plantas expuestas al sol, un 49.5% perecieron en comparación con el 38.5% de las plantas a la sombra, esta situación se mantuvo durante el segundo año donde la mortalidad alcanzó el 65% y 50.5% en cada lote(**Tabla 12).** A los 20 meses aparecieron las primeras ramas en las plantas del lote 2, mientras que en el primero esto sucedió hasta los 28 meses. Inicialmente las plantas bajo el manglar presentaron un desarrollo más vigoroso, situación que se invirtió después del segundo año, donde se observó un desarrollo acelerado y vigoroso en las plantas expuestas al sol. El proceso de floración sólo se registró en el lote expuesto al sol a los 54 meses **(Fig. 26)** (agosto de 1995), mientras que las plantas a la sombra florecieron hasta los 70 meses (octubre de 1996). A lo largo de todo el estudio se determinó la salinidad intersticial para ambos lotes, la cual varía desde cero durante los meses de lluvias (julio, agosto y septiembre) hasta 24‰ en marzo-abril.

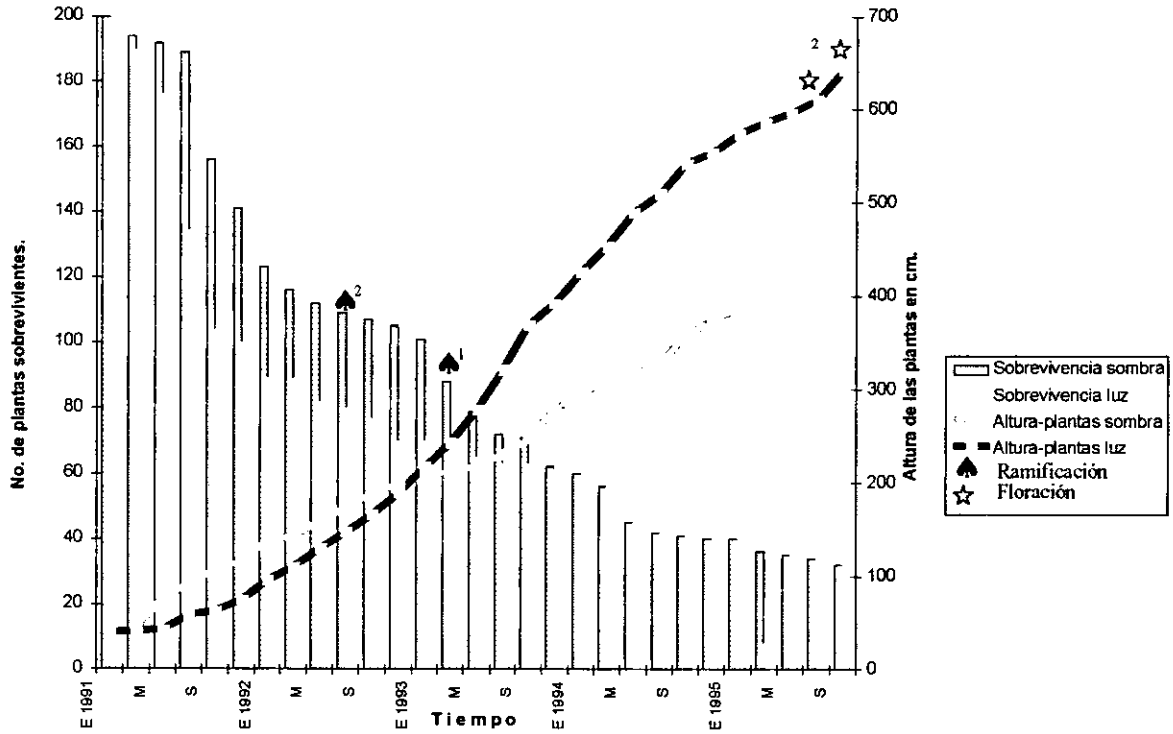


Fig. 26 Germinación de hipocótilos, tasa de sobrevivencia y altura alcanzada por dos lotes de plantas de *R. mangle* : lote 1 bajo sombra y lote 2 en un área abierta.

2.2. Germinación y sobrevivencia de plantas de *L. racemosa*.

El tiempo de germinación fue de 11±3 días, desde que se sembraron las semillas hasta que emergieron las dos primeras hojas y la radícula había penetrado en la tierra. Se encontraron diferencias significativas entre los lotes (2 y 4) germinados en condiciones de iluminación completa y aquellos plantados bajo el bosque, mientras que sólo se observaron diferencias mínimas entre los lotes sembrados en junio y diciembre bajo la misma condición. Para los lotes 1y 3 sembrados en junio y diciembre de 1991 bajo el manglar se registró una germinación promedio 93% y una sobrevivencia final de 25%; la mortalidad más importante se registró en los primeros nueve meses durante la época de secas. A los diez meses las plantas iniciaron la formación de las primeras ramas a una altura de 82 cm; la floración se presentó a los 26 meses a una altura promedio de 445 cm, como se observa en la **figura 27**. En los lotes expuestos al sol de junio y diciembre de 1991, la germinación fue mayor con 93.5% y un 47% de las plantas sobrevivieron hasta el final del experimento. En estas plantas a los ocho meses se formaron las primeras ramas y la floración sucedió a los 13 meses (julio

de 1992 y enero de 1993) a una altura de 166 cm., al final del experimento las plantas sobrevivientes habían alcanzado 600.5 cm de altura y tres periodos de floración. El crecimiento en los lotes 1 y 2 fue semejante durante los primeros 24 meses, mientras que en los lotes 3 y 4 el crecimiento sólo fue similar en los primeros 15 meses, diferenciándose durante la segunda mitad (**Tablas 13 y 14** y **Fig.27).** Los valores de salinidad al pie de la **Tabla 14**, corresponden a las plantas sembradas en diciembre de 1991, este factor varió de 6-28‰.

Tabla 13 Germinación y sobrevivencia de plantas de *L. racemosa*, sembrados en junio, al sol y bajo el manglar.

Año	**1991**				**1992**						**1993**		
Mes	**J**	**J**	**S**	**N**	**E**	**M**	**M**	**J**	**S**	**N**	**E**	**M**	**J**
lote1	**100**	**97**	**96**	**71**	**69**	**52**	**45**	**44**	**43**	**37**	**32**	**30**	**30**
lote2	**100**	**98**	**95**	**90**	**70**	**66**	**64**	**52**	**50**	**47**	**47**	**47**	**47**
altura lote1	**3.2**	**11.7**	**31.4**		**42.6**	**78.3**	**116**	**175**	**242**	**291**	**351**	**398**	**489**
altura lote2	**4.6**	**9.8**	**29.5**		**41.3**	**76.4**	**123**	**188**	**252**	**309**	**368**	**414**	**625**
Ramas: lotes 1 y 2					**2♠**	**1♠**							
Flores: lote 1 y 2								**2♣**	**2♣**	**2♣**			**1♣**

Lote 1 semillas/plantas germinadas bajo sombra.
Lote 2 semillas/plantas germinadas área descubierta.

Tabla 14 Germinación y sobrevivencia de plantas de *L. racemosa*, sembrados en diciembre, al sol y bajo el manglar.

Año	1991	1992						1993						1994	
Mes	**D**	**E**	**M**	**M**	**J**	**S**	**N**	**E**	**M**	**M**	**J**	**S**	**N**	**E**	**A**
lote3	**100**	**89**	**61**	**53**	**39**	**32**	**31**	**29**	**25**	**25**	**23**	**22**	**20**	**20**	**20**
lote4	**100**	**99**	**76**	**68**	**62**	**59**	**58**	**58**	**55**	**55**	**47**	**45**	**44**	**44**	**44**
Altura lote3		**4.8**	**9.6**	**28**	**43**	**69**	**96**	**138**	**174**	**213**	**261**	**296**	**322**	**387**	**402**
Altura lote4		**5.4**	**10**	**22**	**38**	**59**	**113**	**144**	**181**	**245**	**309**	**375**	**432**	**489**	**576**
Ramas: lote 3 y 4						**4♠**	**3♠**								
Flores: lote 3 y 4								**4♣**		**4♣**	**4♣**				**3♣**
S‰	12	24	26	23	11	7	14	18	28	25	6	7	16	23	27

Lote 3 semillas/plantas germinadas bajo sombra. **Lote 4** semillas/plantas germinadas área descubierta.

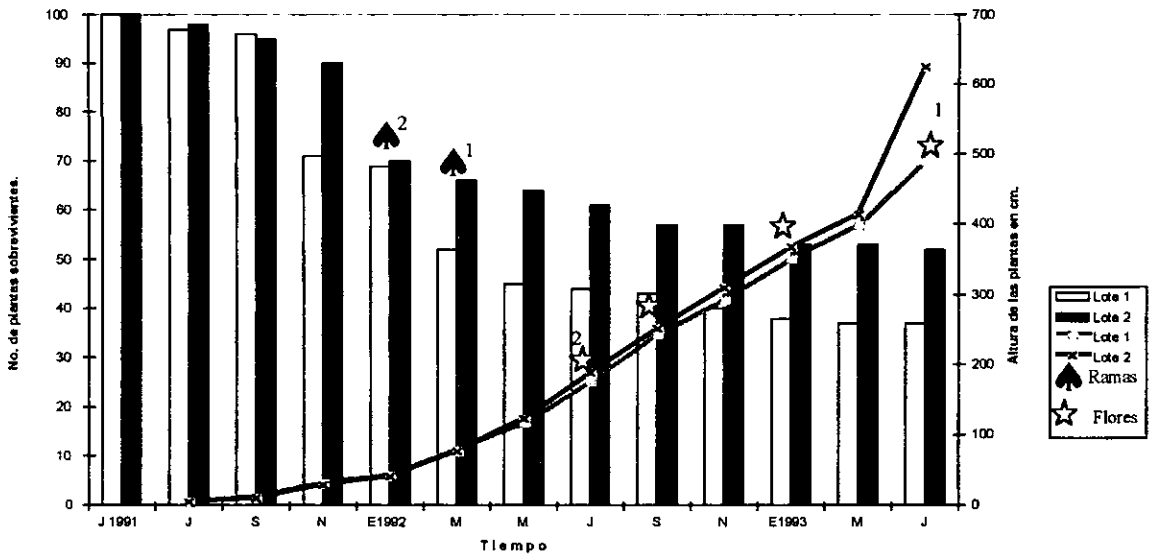


Fig. 27A.- Germinación, sobrevivencia y altura alcanzada por las plantas de *L. racemosa* lote 1 bajo sombra y lote 2 en luz directa, sembrados en junio.

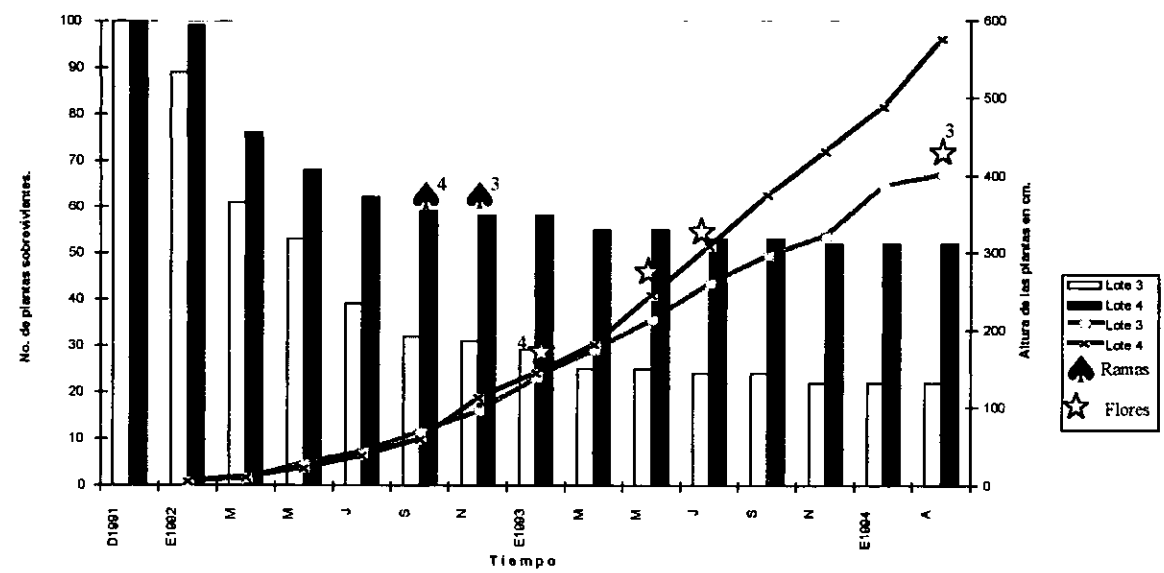


Fig. 27B.- Germinación, sobrevivencia y altura alcanzada por las plantas de *L. racemosa*: lote 3 bajo la sombra y lote 4 en luz directa, sembrados en diciembre.

2.3. Germinación y sobrevivencia de plantas de *A. germinans.* En esta especie se presentaron variaciones importantes entre los lotes ubicados bajo la cubierta del manglar y aquellos bajo 100% de iluminación, las diferencias más significativas se observaron en todos los factores estudiados: germinación, sobrevivencia, desarrollo y floración. El tiempo de germinación fue de 8±2 días, desde que se sembraron las semillas hasta que emerge la

radícula y comienza a empujar los cotiledones, los cuales se abren liberando las hojas. Para los lotes sembrados en junio y diciembre de 1991, se registró una germinación promedio de 84% y solo un 19% de las plantas sobrevivieron después de 34 meses de estudio. La mayor mortalidad de plantas se registró entre el quinto y séptimo mes de crecimiento para el lote 1 y entre el segundo y tercer mes para el lote 3 plantado en diciembre. En ambos lotes la aparición de las primeras ramas se observó a los 11 meses y a una altura de 102cm en septiembre y noviembre de 1992. La floración no se registró y al cabo de 34 meses, en agosto de 1994 las plantas rebasaron los 423cm de altura sin haber floreado (**Tablas 15, 16** y **Fig.28).**

Para las plantas de los lotes 2 y 4 expuestas al sol, la germinación fue de 55% y sólo lograron sobrevivir el 5% de las semillas germinadas, desafortunadamente el lote 4 fue talado completamente 8 meses antes de concluir el estudio lo que impidió observar su desarrollo. El fenómeno de la floración en estos lotes sucedió a los 25 y 22 meses, a una altura de 180cm. La altura alcanzada por las plantas bajo la cubierta del bosque fue muy superior a aquellas expuestas al sol.

La salinidad en el piso del bosque sólo se realizó para las plantas sembradas en junio de 1991, los valores oscilaron desde 4 hasta 40‰, como se observa en la **Tabla 15**, siendo los meses de secas donde los valores fueron más elevados.

2.4. Germinación y sobrevivencia de plantas de *C. erectus*. El tiempo de germinación de los primeros cinco lotes de semillas fue de 29±6 días; mientras que para los lotes sembrados entre junio y agosto fue de 19±4 días. La mayor germinación y sobrevivencia en los ocho lotes, se registró durante la época de lluvias (**Tabla 17 y 18**). La **figura 29 A,** representa el desarrollo de las plantas en los primeros cinco lotes; de éstos germinaron: 72, 27, 16, 15 y 16 plantas respectivamente. Al final del experimento sólo lograron sobrevivir 8, 5, 2, 7 y 4 plantas de cada lote.

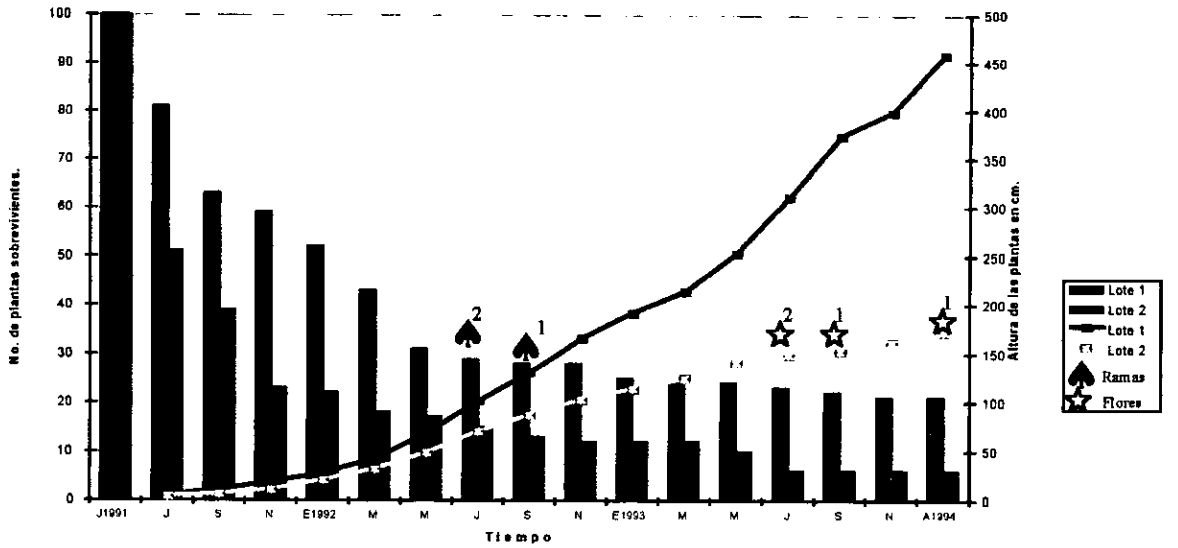


Fig.28 A.- Germinación, tasa de sobreviviencia y altura de las plantas de *A. germinans:* lote 1 bajo sombra y 2 en luz directa, sembrados en junio.

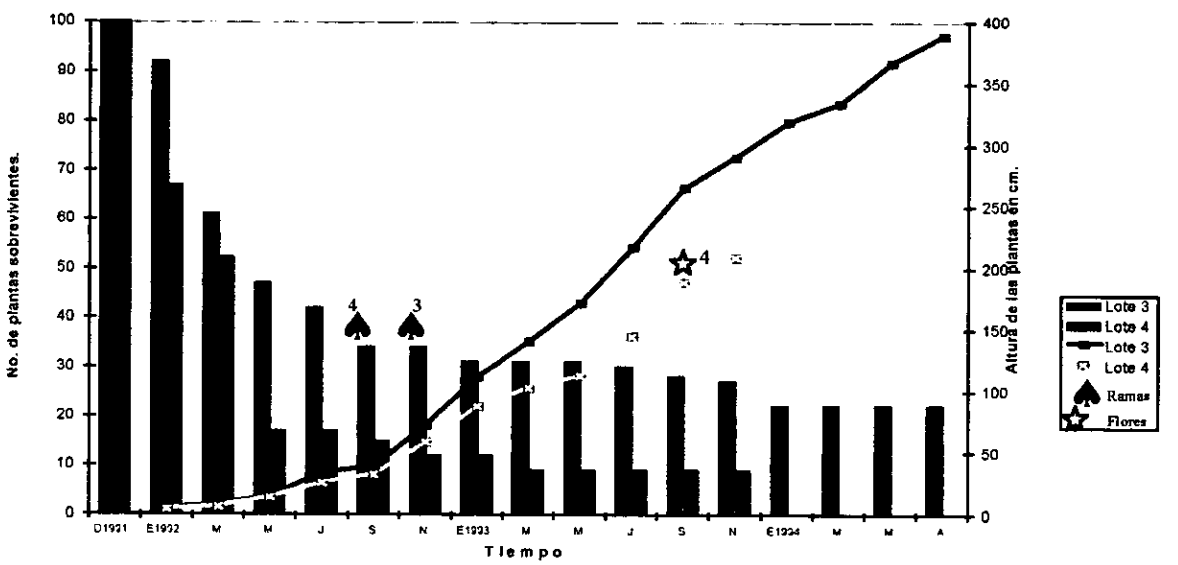


Fig. 28 B.- Germinación , tasa de sobrevivencia y altura de las plantas de *A. germinans* lote 3 bajo sombra y 4 en luz directa, sembrados en diciembre.

Tabla 15. Germinación y sobrevivencia de plantas de *A. germinans*, sembrados en junio, al sol y bajo el manglar.

Año	1991				1992						1993						94
Mes	J	J	S	N	E	M	M	J	S	N	E	M	M	J	S	N	A
lote 1	100	80	83	79	52	43	31	29	28	27	25	21	19	19	19	19	19
lote 2	100	45	39	23	22	18	17	15	13	12	10	7	5	5	5	5	5
altura lote 1		4.1	9.9	18	27	43	69	102	131	166	192	214	253	311	374	399	458
altura lote 2		3.5	6.3	11	21	32	49	71	87	103	114	125	141	149	153	162	172
Ramas: lote 1 y 2								2♠	1♠								
Floración: lote 1 y 2														2♣	2♣		2♣
S‰	8	4	4	10	34	36	38	10	8	12	29	36	40	11	5	14	9

Lote 1: semillas/plantas bajo sombra

Lote 2: semillas/plantas área descubierta.

Tabla 16. Germinación y sobrevivencia de plantas de *A. germinans*, sembrados en diciembre, bajo el manglar y a luz directa.

Año	1991	1992						1993						1994			
Mes	D	E	M	M	J	S	N	E	M	M	J	S	N	E	M	M	A
lote 3	100	87	51	47	40	31	26	25	25	24	23	22	20	19	19	19	19
lote 4	100	64	32	17	17	15	12	12	9	9	9	9	9				
Altura lote 3		5.2	7.5	15	34	39	73	112	141	172	217	266	291	319	334	367	389
Altura lote 4		4.5	6.4	14	26	33	59	88	103	113	145	189	209				
Ramas: lote 3 y 4						4♠	3♠										
Floración: lotes 3 y 4												4♣					

Lote 3: semillas/plantas bajo sombra

Lote 4: semillas/plantas área descubierta

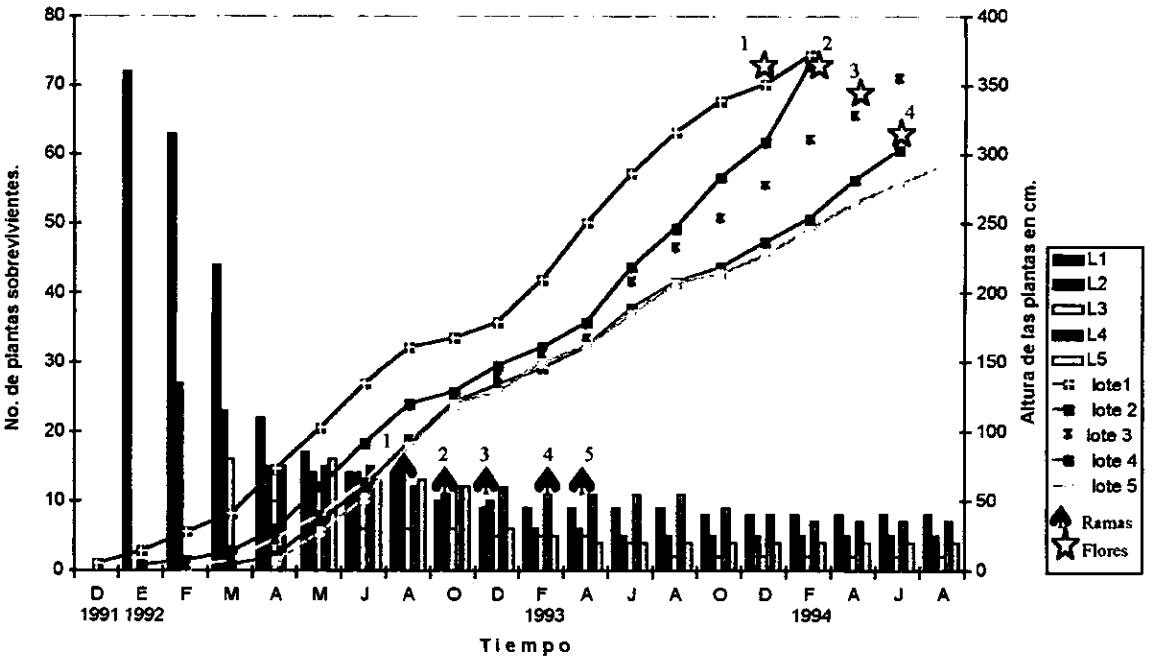


Fig. 29 A Germinación de cinco lotes de semillas, tasa de sobrevivencia y altura alcanzada por las plantas de *C. erectus*, sembrados en época de secas.

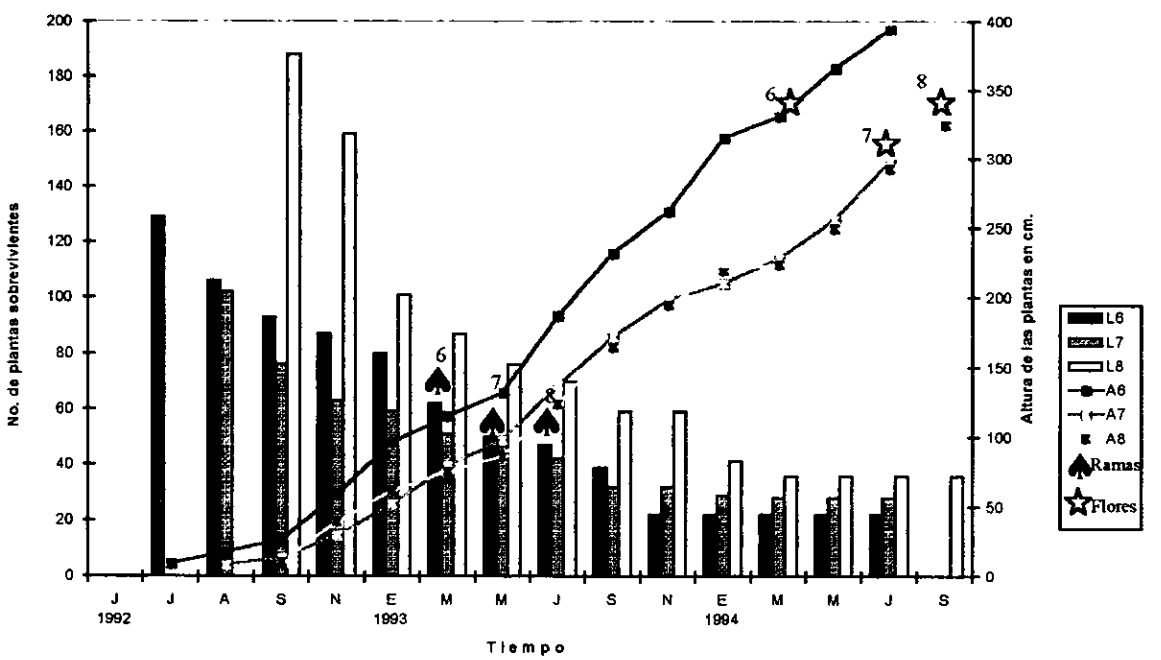


Fig. 29 B Germinación de tres lotes de semillas, tasa de sobrevivencia y altura alcanzada por las plantas de *C. erectus*, sembrados en época de lluvias.

La primeras ramas aparecieron entre 8-16 meses, cuando las plantas superaron 132 cm de altura; sólo en los lotes 1-4 las plantas alcanzaron el periodo de floración a los 24 y 28 meses, mientras que en el lote 5 este evento ocurrió hasta octubre de 1994. En todas estas plantas la floración ocurrió cuando estas rebasaron los 331 cm de altura.

En la **Tabla 18** y la **figura 29B**, se observa el número de plantas germinadas durante las lluvias (129, 102 y 188), de éstas lograron sobrevivir: 22, 28 y 36, mientras que la aparición de ramas sucedió a los 9-13 meses a una altura de 112.5cm; sólo dos lotes (6 y 7) alcanzaron la floración a 346 cm de altura, después de 21 y 23 meses, mientras que el último floreció hasta septiembre de 1994. La salinidad en el suelo nunca excedió de 2‰ aún en época de secas.

Tabla 17. Germinación y sobrevivencia de plantas de *C. erectus*, sembrados de diciembre de 1991 hasta abril de 1992.

Año	1991	1992									1993						1994			
Mes	D	E	F	M	A	M	J	A	O	D	F	A	J	A	O	D	F	A	J	A
L1	1000	72	63	44	22	17	14	14	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8		
L2	1000	27	23	15	14	14	14	14	11	10	6	6	5	5	5	5	5	5		
L3	1000	16	10	7	6	6	6	5	5	5	4	2	2	2	2	2				
L4	1000	15	15	15	12	12	12	11	11	11	11	9	8	7	7	7				
15	1000	16	13	13	12	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Altura lote1	5.0	14	28	41	73	103	135	161	168	179	210	251	287	316	339	351	372			
Altura lote 2	4.5	7.5	14	30	61	92	120	129	148	161	179	219	247	284	309	365				
Altura lote 3		4.0	7.0	23	40	64	95	121	140	156	168	209	234	255	279	312	329	356		
Altura lote 4			4	11	36	61	92	121	134	146	162	189	208	219	237	254	282	303		
Altura lote 5				7	28	52	90	120	129	150	162	185	207	214	228	246	265	279		
Ramas lotes 1,2,3,4 y 5						1♠	2♠	3♠	4♠	5♠										
Floración lotes 1,2,3,4 y 5															1♣	2♣	3♣ 4♣			

Tabla 18. Germinación y sobrevivencia de plantas de *C. erectus*, sembrados en la época de lluvias.

Año	1992					1993							1994			
Mes	J	J	A	S	N	E	M	M	J	S	N	E	M	M	J	S
L6	500	129	106	93	87	80	62	50	47	39	22	22	22	22	22	
L7		500	102	76	63	59	51	47	42	32	32	29	28	28	28	
L8			500	188	159	101	87	76	70	59	59	41	36	36	36	36
A6		9	17	26	59	96	115	132	187	232	262	315	331	366	394	
A7			8	13	29	52	79	98	137	172	198	210	228	256	298	
A8				10	39	62	75	86	124	165	195	219	224	250	293	325
Ramificación lotes 6,7 y 8							6♠	7♠	8♠							
Floración lotes 6,7 y 8													6♣	6♣	6,7♣	

3.0.Velocidad de crecimiento de hojas en las especies y raíces áreas de *R. mangle.* Todos los lotes de hojas registraron diferencias significativas en el tamaño alcanzado por las hojas en cada especie de mangle, velocidad de crecimiento y tiempo de permanencia de las hojas en los árboles. En el caso de *R. mangle* estas diferencias fueron más significativas entre las hojas de sol y sombra así como en los lotes de raíces aéreas en distintas localidades del área de estudio.

3.1. Crecimiento de hojas de sombra en *R. mangle.* El ciclo de crecimiento de las hojas desarrolladas bajo el dosel del bosque se completó en 306±52 días, estas hojas se marcaron con una talla inicial de 12.06cm de largo y 5.17cm de ancho (47.6/50% del largo y ancho total), sin embargo para alcanzar este tamaño las hojas necesitaron un tiempo previo estimado en 34±6 días (**Tabla 20**).

Tabla 20. Ciclo de crecimiento de hojas de *R. mangle* desarrolladas a la sombra.

Mes	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
Largo	12.06	21.42	24.43	24.94	25.21	25.31	25.31	25.27	25.19	25.13	24.91
Ancho	5.17	8.86	9.95	10.17	10.31	10.34	10.33	10.28	10.24	10.18	10.01
%↑↓	47.6/50	84.6/85.6	96.4/96.2	98.5/98.3	99.6/99.7	100/100	100/99.9	0.16/0.5↓	0.48/0.9↓	0.72/1.5↓	1.58/3.19↓
%pérdidas				0.4	0.7	1.1	1.9	8	18.8	34	78.9

*Largo y ancho de las hojas en cm.

%incremento mensual↑↓largo y ancho de las hojas con relación a la talla máxima y su decremento.

% Pérdida de hojas por cada mes.

En estas hojas los periodos de desarrollo fueron más prolongados: el primero comprendió cinco meses de crecimiento. En los primeros 30 días las hojas duplicaron el tamaño inicial (21.42cm de largo y 8.86cm de ancho) esto representó el 84.6/85% del tamaño total de las hojas (**Tabla 20**). Durante el segundo mes (mayo), las hojas disminuyeron la velocidad de crecimiento hasta alcanzar el 96% del tamaño total, 30 días después (junio) las hojas disminuyeron aún más su velocidad de crecimiento, durante los meses de julio y agosto las hojas solo incrementaron en 1% su tamaño, hasta alcanzar el máximo (25.31cm de largo y 10.34cm de ancho). Durante los siguientes 60±13 días (septiembre-octubre) se presentó el segundo periodo del ciclo, es aquí donde se detiene completamente el crecimiento. El último periodo comprendió 90±24 días (octubre a enero) en el cual, las hojas disminuyeron paulatinamente su tamaño y comenzaron a colorearse de amarillo hasta que se desprendieron del árbol, cuando las hojas presentan estas características se dice que están en fase senescente. En esta fase las hojas perdieron el 1.58% del largo total y 3.19% del ancho.

En octubre se inició la caída de las hojas, perdiéndose el 8% de ellas, en noviembre se incrementó a 18.8%, alcanzando 34% en el siguiente mes, al finalizar enero la caída de las hojas representaba el 78.9% y durante los 24 días posteriores se desprendieron las últimas. El ajuste estadístico que más se aproximó al ciclo de crecimiento de las hojas de sombra fue

el de tipo exponencial registrándose una buena correlación entre el crecimiento en longitud y anchura (r^2 =0.995), representada por la ecuación siguiente:

$$Y = (5.818)\ (1.154)\ e^{x} \qquad r^2 = 0.995$$

El gráfico que representa el crecimiento de las hojas desarrolladas bajo el dosel de *R. mangle* se observa en la **figura 30.**

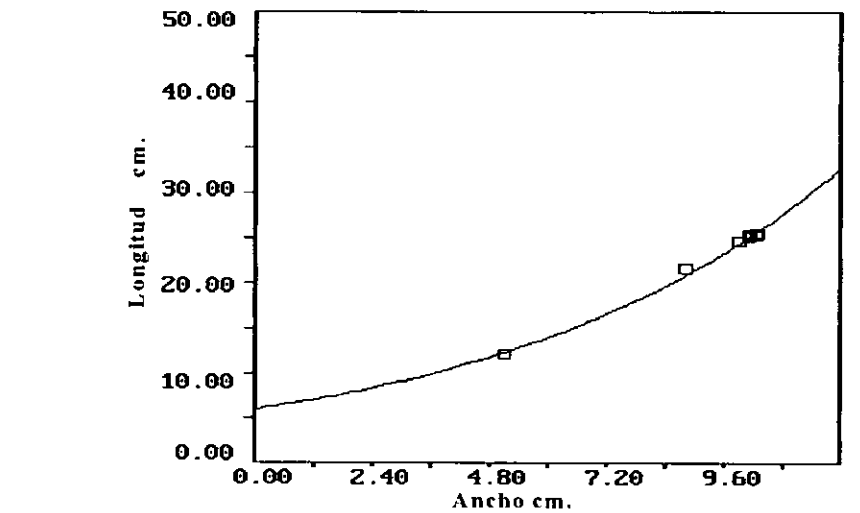


Fig. 30 Modelo de crecimiento exponencial en hojas de sombra de *R. mangle*, en estas hojas el ciclo comprende 284±19 días.

3.2. Crecimiento de las hojas expuestas al sol en *R. mangle*. Las hojas expuestas al sol completaron el ciclo de crecimiento en 191±48 días, con un tamaño promedio inicial de 4.48cm de largo x 2.03cm de ancho, talla equivalente al 28.5 y 29% del tamaño total de las hojas, para alcanzar este tamaño, las hojas necesitaron un tiempo previo de 23±5 días. El ciclo presentó tres estadíos de desarrollo: el primero comprende un periodo de crecimiento aproximado de 96±19 días, los primeros 30 se caracterizaron por un desarrollo muy rápido, en el cual las hojas alcanzaron el 88.8 y 87.1% de longitud y ancho total de las hojas (**Tabla 21**). En el siguiente mes las hojas incrementaron el tamaño en un 10.3% y en octubre alcanzaron el tamaño máximo (15.67 y 6.91cm), en los último 30 días el crecimiento fue de

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

0.9% del total. El segundo estadío se presentó cuando las hojas alcanzaron el tamaño máximo y el crecimiento se detiene. Durante la última etapa las hojas comienzan a disminuir su tamaño, este periodo comprendió 62±13 días; en esta fase las hojas perdieron hasta el 5.24 y 7.8% de la longitud y anchura.

A partir de noviembre, cuando las hojas detienen su crecimiento se inicia la caída de hojas senescentes (18.3%), como se observa en la **Tabla 21**, el siguiente mes se incrementó la pérdida a 21.5%; a finales de enero el 63.6% de las hojas se habían desprendido de los árboles, completándose el ciclo 13 días después.

Tabla 21. Ciclo de crecimiento de hojas de *R. mangle* expuestas al sol.

Mes	J	A	S	O	N	D	E
Largo*	4.48	13.93	15.53	15.67	15.66	15.32	14.85
Ancho*	2.03	6.02	6.83	6.91	6.90	6.66	6.37
%↑↓	28.5/29.3	88.8/87.1	99.1/98.8	100/100	0.06/1.01↓	2.2/3.61↓	5.2//7.8↓
%		0.42	1.1	3.3	18.3	21.5	63.68

*Largo y ancho de las hojas están expresados en cm.

%Incremento mensual↑↓largo y ancho de las hojas con relación a la talla máxima y su decremento.

% Pérdidas de hojas en cada mes.

El ajuste estadístico que mejor representó el ciclo de crecimiento de estas hojas fue de tipo exponencial, representado por la ecuación siguiente:

$$Y = (2.667)(1.30)e^{x} \qquad r^2 = 0.991$$

Asignando valores a **x**, se logró obtener el gráfico que representa el crecimiento de las hojas de sol de *R. mangle* en esta localidad, como se observa en la **figura. 31**

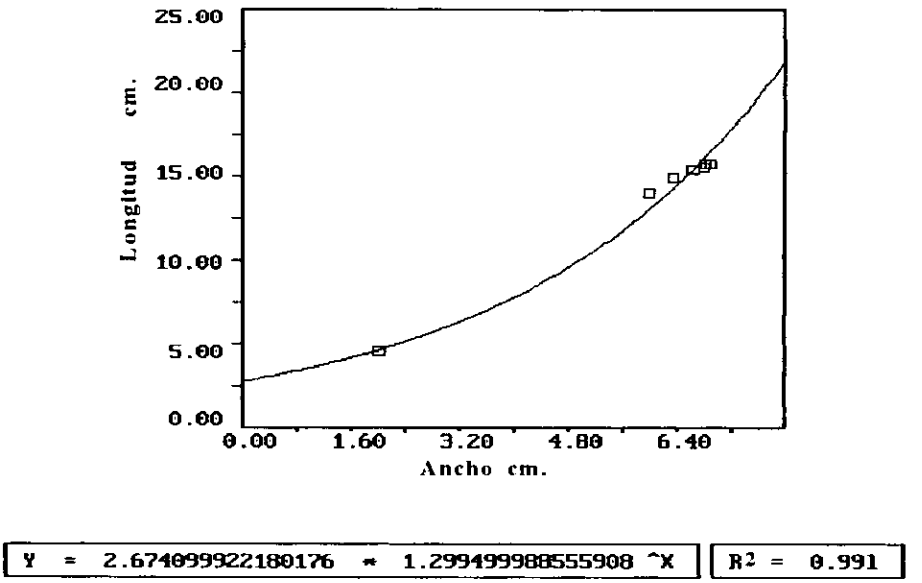


Fig. 31 Modelo de crecimiento exponencial en hojas desarrolladas en el sol de *R. mangle* estas hojas completaron su ciclo en 191±13 días.

3.3.Crecimiento de las hojas de *A. germinans.* El ciclo se completó en 219±63 días. Las hojas se marcaron con una talla inicial de 0.35cm de largo y 0.14cm de ancho, en esta especie y en el mangle botoncillo el marcado se realizó cuando las hojas empiezan a emerger en forma de meristemos apicales, por lo que el ciclo de vida fue totalmente estudiado (**Tabla 22**).

Tabla 22. Ciclo de crecimiento de hojas de *A. germinans.*

Mes	M	J	J	A	S	O	N	D
Largo*	0.35	4.06	10.01	10.92	10.95	11	10.63	10.01
Ancho*	0.14	1.64	3.62	4.72	4.75	4.77	4.45	4.21
%↑↓	3.1/2.9	36.9/34.3	91/75.8	99.2/98.9	99.5/99.5	100/100	3.3/6.7↓	9/11.7↓
%pérdidas		0.8	2.5	4.1	8.3	13.3	22.5	49.9

*Largo y ancho de las hojas en cm.

%incremento mensual↑↓largo y ancho de las hojas con relación a la talla máxima y decremento.

% Pérdida de hojas por cada mes.

En *A. germinans* el ciclo de vida presentó tres etapas de desarrollo: la primera comprende 127±35 días, durante los cuales las hojas se desarrollaron hasta la talla máxima (11cm de largo x 4.77cm de ancho). A diferencia de las otras especies en esta, el mayor desarrollo se llevó a cabo en los primeros 60 días, es durante el segundo mes cuando se presentó el desarrollo más vigoroso de las hojas; incluso presentaron un desarrollo asimétrico, debido a que incrementaron más en longitud que en el ancho, situación que se corrigió durante el tercer mes de crecimiento (91 y 75.8%: 99.2 y 98.9) **(Tabla 22).** Durante el tercero y cuarto mes la velocidad de crecimiento se reduce a menos del 1% hasta alcanzar el 100%. La segunda etapa (23 días) es muy breve, e inmediatamente las hojas pierden humedad y reducen su tamaño, durante 69±22 días de la tercera etapa, las hojas perdieron hasta 9 y 11.7% del largo y ancho, ésta es la especie donde se observó la reducción más cuantiosa del tejido foliar.

La perdida de hojas senescentes se inició en noviembre (22.5%), posteriormente en el último mes se desprendieron hasta el 49.9%, completándose el ciclo 11 días después. La pérdida de hojas observada durante los primeros meses se deben a la herbivoría.

En *A. germinans,* el ajuste estadístico que mejor explica el ciclo de crecimiento de las hojas, es el de tipo lineal y la ecuación obtenida fue la siguiente:

$$\mathbf{Y = 0.328 + 2.3071x} \qquad \mathbf{r^2 = 0.979}$$

Al asignar valores a **x** se obtuvo la gráfica correspondiente que explica el modelo del ciclo de crecimiento de las hojas en el mangle negro, como se observa en la **(Fig. 32).**

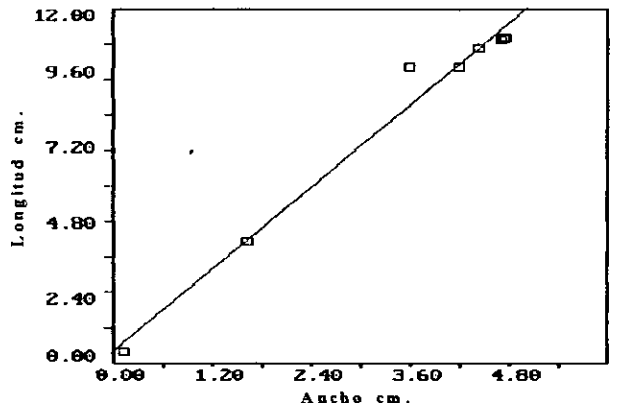


Fig. 32 Modelo de crecimiento lineal en hojas de *A. germinans*, estas hojas completaron su ciclo en 217+ dias.

3.4 .Crecimiento de las hojas de *L. racemosa*. El ciclo de crecimiento se llevó a cabo en 157±38 días. Estas hojas se marcaron con una talla inicial de 1.98cm de largo y 0.58cm de ancho, para alcanzar este tamaño las hojas necesitaron un tiempo previo de 17±8 días **(Tabla 23)**.

Tabla 23. Ciclo de crecimiento de hojas de *L. racemosa*.

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Largo	1.98	8.57	9.43	9.72	9.82	9.64
Ancho	0.58	2.74	3.11	3.25	3.26	3.25
%incremento↑↓	20.1/17.7	87.2/84	96/95.3	98.9/99.6	100/100	1.8/0.4 ↓
%		1.8	3.6	8	13.1	69.1

*Largo y ancho de las hojas en cm.
% talla↑↓largo y ancho de la hoja en cada mes con relación a la talla máxima y su decremento.
% Pérdida de hojas por cada mes.

Este ciclo sólo presentó dos etapas: la primera de 131±25 días durante el cual las hojas alcanzaron la talla máxima. En los primeros 30 días cuadruplicaron el tamaño inicial (8.57cm de largo y 2.74cm de ancho) equivalente al 87.2/84% del tamaño total **(Tabla 23).** Durante los siguientes tres meses las hojas incrementan en 8.8, 2.9 y 1% su tamaño hasta alcanzar el 100% en noviembre (9.82 y 3.26cm). En todos los meses el desarrollo fue similar entre el largo y ancho. Inmediatamente después que las hojas alcanzaron el máximo desarrollo se inició la disminución de su talla, durante este tiempo perdieron el 1.8 y 0.4% del largo y ancho de cada hoja.

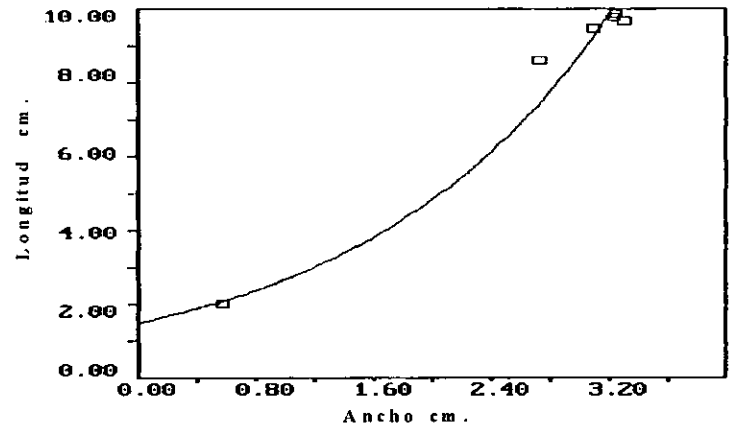
La pérdida de hojas senescentes en diciembre fue de hasta el 69.1%, y durante los siguientes 13 días terminaron de desprenderse las hojas restantes. Las hojas perdidas durante los meses anteriores a diciembre son parte del proceso de herbivoría, que en esta especie es elevado como se revisará posteriormente.

El ajuste estadístico que mejor explica el ciclo de crecimiento de *L. racemosa* fue de tipo exponencial y la ecuación obtenida es la siguiente:

$$\mathbf{Y = (1.4417)\ (1.815)\ e^{x}} \qquad \mathbf{r^2 = 0.9845}$$

El gráfico que representa el crecimiento de las hojas en esta especie se observa en la **figura 33.**

3.5. Crecimiento de hojas de *C. erectus.* El ciclo de crecimiento en *C. erectus* fue el más breve de las cuatro especies y se completó en 136± 26 días. Las hojas se marcaron con un tamaño inicial de 0.31cm x 0.12cm. El ciclo de crecimiento presentó dos etapas: la primera comprende 94±19 días, y la segunda 42±7. En el mangle botoncillo hasta un 97.5% de las hojas mantiene su tamaño máximo alcanzado hasta el momento de caer **(Tabla 24).**



Y = 1.44130003452301 * 1.815600037574768 ^X R² = 0.9923

Fig. 33 Modelo de crecimiento exponencial en hojas de *L. racemosa*, estas hojas completaron su ciclo en 157+5 días.

La pérdida de hojas senescentes en esta especie, se inició a principios del tercer mes, cuando se perdió el 18.1%, mientras que la máxima caída de hojas se registró en el último mes con 76.3%. El ajuste estadístico que mejor representó el crecimiento de estas hojas fue el de tipo polinomial y la ecuación obtenida fue la siguiente:

$$Y = a + bx + cx^2$$

$$Y = (-4.63)^{-2} + 3.005x + (-0.2710)x^2$$

Donde $a = -4.63x10^{-2}$; $b = 3.005$

$c = -0.2710$; $r^2 = 0.999$

La gráfica correspondiente a este modelo de crecimiento se observa en la **figura 34.**

Tabla 24. Ciclo de crecimiento de hojas de *C. erectus*.

Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Largo	0.31	5.03	5.54	5.94	5.94
Ancho	0.12	2.07	2.32	2.61	2.59
%↑↓	5.21/4.5	84.68/79.31	93.26/88.8	100/100	00/0.76
%		1.4	4.4	18.13	76.3

*Largo y ancho de las hojas en cm. % Pérdida de hojas por cada mes.
% talla↑↓largo y ancho de las hojas en cada mes con relación a la talla máxima y su decremento.

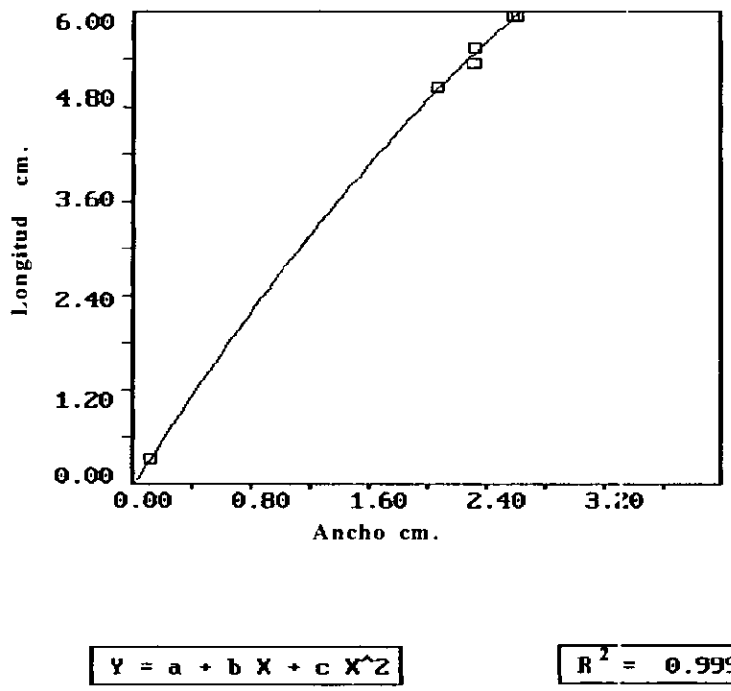


Fig. 34 Modelo de crecimiento polinomial en hojas de *C. erectus*, el ciclo de crecimiento se completó en 136±9 días.

3.6. Velocidad de crecimiento de raíces aéreas de *R. mangle*. Se registraron variaciones notables en la velocidad de crecimiento de las raíces desarrolladas en tres tipos de sedimentos.

3.6.1. Desarrollo de raíces aéreas sobre arena. El estudio se realizó con 54 raíces, que en 215±18días, en conjunto incrementaron 80.4cm la longitud, alcanzaron el sedimento y se enterraron, para una velocidad de crecimiento mensual de 13.38 cm. El crecimiento longitudinal fue muy desigual; algunas raíces incrementaron muy lentamente su longitud, otras crecieron rápidamente durante un mes y detuvieron su desarrollo en el siguiente mes, por el contrario, otras registraron incrementos constantes de hasta 38cm mensuales, éstas últimas llegaron a crecer durante el tiempo de estudio hasta 154cm, mientras que las primeras sólo incrementaron 10cm su tamaño inicial. En el momento en que las raíces penetraron al sedimento el crecimiento longitudinal disminuyó a una décima parte del

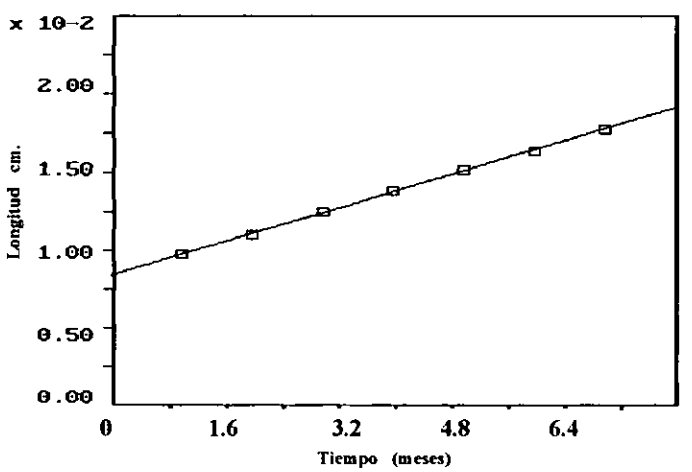
crecimiento mensual observado. Mediciones posteriores a la penetración en el sedimento indicaron un incremento de sólo 2.3cm en los 60 días posteriores (**Tabla 24**).

El incremento en grosor fue mínimo durante el tiempo que las raíces permanecieron en el aire (0.12cm/mes), por el contrario, cuando el conjunto de raíces se ancló en el sedimento (julio-septiembre) esta velocidad aumentó hasta diez veces (1.13cm/mes) (**Fig.35**). No se registraron variaciones significativas entre la velocidad de crecimiento durante la época de secas y lluvias como se observa en la **Tabla 24**.

Tabla 24. Velocidad de crecimiento de raíces de *R. mangle* sobre sedimentos de arena, marcadas en 1994.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio	J-S
Largo*	96.33	109.31	123.95	137.81	150.91	162.8	176.73	13.38cm	2.3cm
Grosor*	0.84	0.94	1.12	1.21	1.33	1.46	2.59	0.12cm	1.13cm.
Incremento	Largo	12.9	14.64	13.86	13.1	11.89	13.93	13.38	2.3
.	Grosor	0.1	0.18	0.09	0.12	0.13	1.13	0.51	1.13

*Largo, grosor e incrementos mensuales del conjunto de raíces en cm.



Y = 83.2427978515625 + 13.39789962768555 X R² = 0.999

Fig. 35 Modelo lineal de incremento de longitud en raíces aéreas de *R. mangle* para un manglar de borde sobre sedimentos de arena.

El ajuste estadístico solo pudo realizarse por separado, debido a la diferencia en la velocidad de crecimiento longitudinal y el grosor del conjunto de raíces. El desarrollo en longitud de las raíces se ajustó a una regresión lineal simple, mientras que para el incremento en grosor se utilizaron ecuaciones exponenciales. Las ecuaciones obtenidas para ambos eventos son las siguientes:

Ecuación de crecimiento longitudinal:

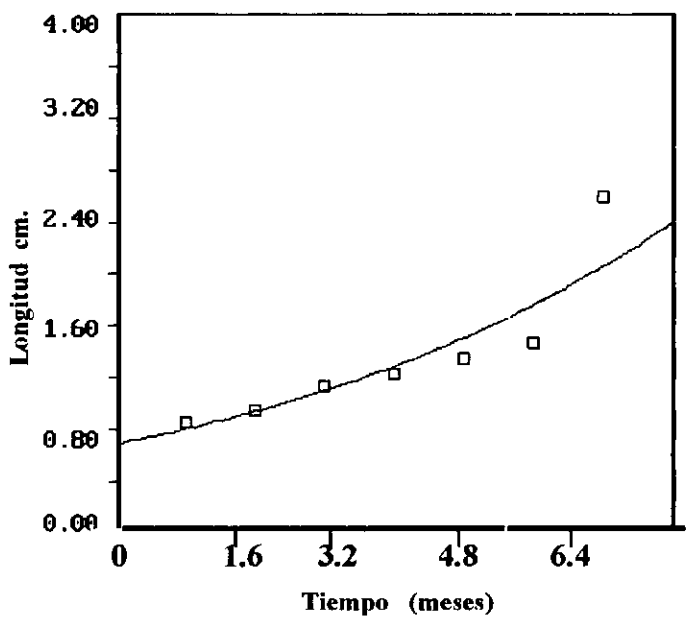
$$Y = 83.2427 + 13.3978x \qquad r^2 = 0.9994$$

$$a = 83.2427;\ b = 13.3978$$

Ecuación de incremento en grosor:

$$Y = (0.7058)\,(1.1521)^x \qquad r^2 = 0.9218$$

Las gráficas de cada modelo de crecimiento se observa en la **figura 36.**



Y = 0.675400 * 1.17139995098114 ^X

R2 = 0.866

Fig. 36 Modelo exponencial del incremento en grosor de raíces aéreas de *R. mangle* en un manglar de borde.

3.6.2. Desarrollo de raíces aéreas sobre sedimentos de limo/arcilla. El estudio se completó en 372±8días, en este tiempo las raíces incrementaron en 133.12cm su talla y se enterraron, para una velocidad de crecimiento promedio de 12.10cm/mes, con un incremento notable durante el periodo de agosto-octubre. Como en la localidad anterior, se observaron incrementos muy variables a nivel longitudinal, muchas raíces presentaron incrementos de hasta 42cm/mes, estas raíces incrementaron su tamaño durante el tiempo de estudio hasta 254cm, mientras que otras no crecieron durante algunos meses, estas últimas solo incrementaron 27cm su talla inicial. A finales de octubre las primeras raíces alcanzaron el sedimento, después de atravesar un columna de agua de 35cm(**Tabla 25**). El incremento en grosor de las raíces en el aire fue de 0.15cm/mes. Al penetrar al sedimento (noviembre - enero) esta velocidad aumenta unas ocho veces su valor (1.20cm/mes), como se observa en la **figura 37 A**

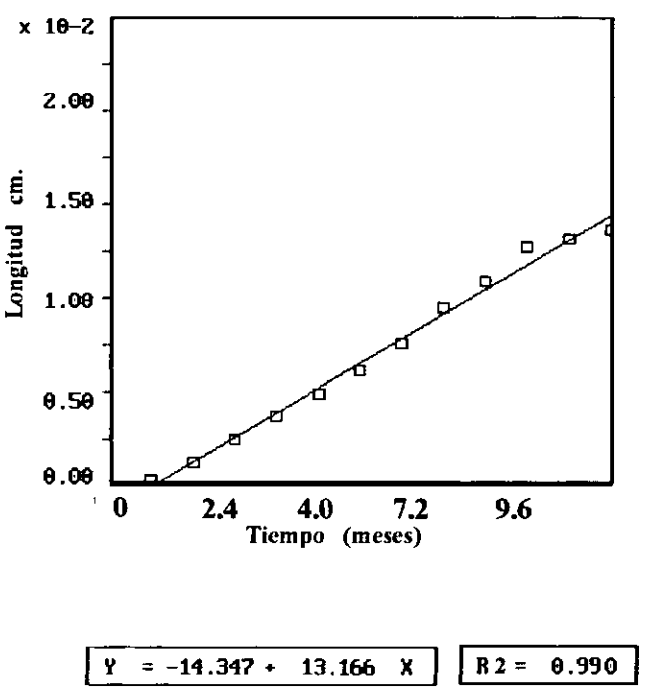


Fig. 37A Modelo lineal del incremento de longitud de raíces aéreas de *R. mangle* en un manglar ribereño sobre sedimento de limo y arcilla.

Tabla 25. Crecimiento de raíces de *R. mangle* sobre sedimentos de limo-arcilla en 1994.

Mes		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E - O P**	N - D P**
Largo		2.38	11.35	24.13	37.05	48.68	60.91	74.75	93.88	108.63	126.63	131.06	135.52	13.8	4.5
Grosor		0.45	0.46	0.72	0.85	0.92	1.11	1.23	1.40	1.52	1.67	2.92	4.08	0.15	1.20
Incre	Largo	8.97	12.78	12.92	11.63	12.23	13.84	19.13	14.75	18	4.43	4.5	13.8	4.5	
mento	Grosor	0.01	0.26	0.13	0.07	0.19	0.12	0.17	0.12	0.15	1.25	1.16	0.15	1.20	

*Largo, grosor e incrementos mensuales del conjunto de raíces en cm.
**P, promedio enero - octubre y noviembre - diciembre.

Las ecuaciones que explican el modelo de crecimiento de estas raíces son las siguientes:

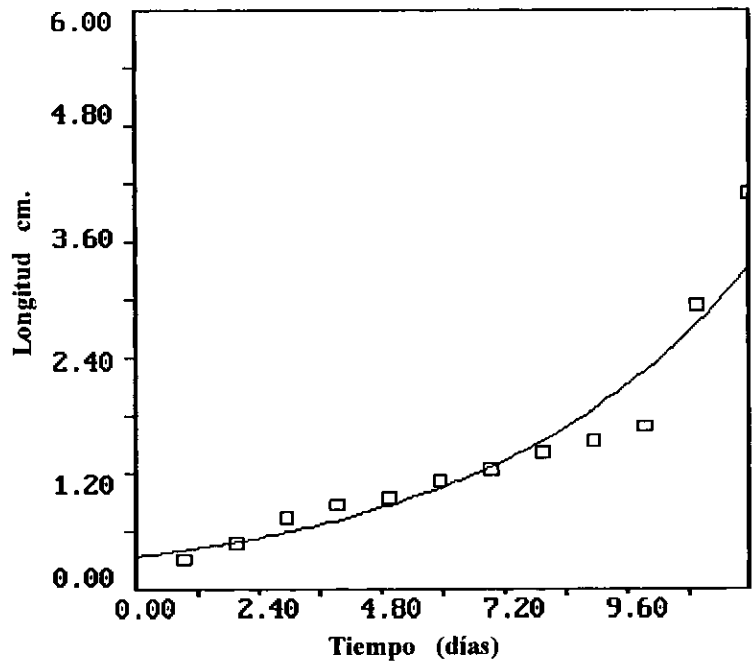
Ecuación de crecimiento longitudinal

$$\mathbf{Y = -14.36 + 13.170x} \qquad \mathbf{r^2 = 0.990}$$

Ecuación de incremento en grosor

$$\mathbf{Y = (0.3167)\ (1.2159)^x} \qquad \mathbf{r^2 = 0.9374}$$

La gráfica que representa el modelo de crecimiento de las raíces se observar en la figura **37 B.**



Y = 0.317400 * 1.2158000469207776 ^X

R = 0.9366

Fig. 37 B Modelo exponencial del incremento en grosor de raíces aéreas de *R. mangle* en un manglar de borde.

3.6.3. Desarrollo de raíces aéreas sobre sedimentos de limo/arcilla. El estudio se realizó con 34 raíces con un tamaño inicial de 24.13cm de largo y 0.45cm de grosor, estas raíces durante 287±12 días, incrementaron en 71.03cm su talla, para una velocidad de crecimiento de 7.8cm/mes(**Tabla 26**)

Tabla 26. Crecimiento de raíces de *R. mangle* sobre sedimentos de limo-arcilla.

Mes	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PG**	N - D
Largo*	24.13	31.83	42.31	49.83	59.59	69.36	79.93	87.20	95.16	7.8	7.6
Grosor*	0.45	0.52	0.59	0.66	0.72	0.84	0.95	1.09	3.194	0.72	2.1
Incre-	Largo	7.7	10.48	7.5	9.76	9.77	10.57	7.27	7.96	7.8	7.6
mento	Grosor	0.07	0.07	0.07	0.06	0.12	0.11	0.14	2.1	0.72	2.1

*Largo, grosor e incrementos mensuales del conjunto de raíces en cm.

**P, promedio abril-octubre y noviembre-diciembre

En este sitio los incrementos en tamaño entre las diferentes raíces presentó menos variación entre los máximos y mínimos y no se registraron variaciones secas y lluvias. A principios de noviembre después de atravesar una columna de agua de 42cm, las primeras raíces comenzaron a anclarse en el sedimento. A diferencia de las estaciones anteriores aquí las raíces al enterrarse siguieron desarrollándose a la misma velocidad que en el aire. El aumento en grosor de las raíces durante los primeros ocho meses fue de 0.72cm/mes, posteriormente al penetrar la raíz al sedimento (noviembre-diciembre) esta velocidad aumentó hasta 2.1cm/mes, como se observa la **figura 38A**

Las ecuaciones que explican el modelo de crecimiento de las raíces en esta localidad para la longitud y grosor son las siguientes:

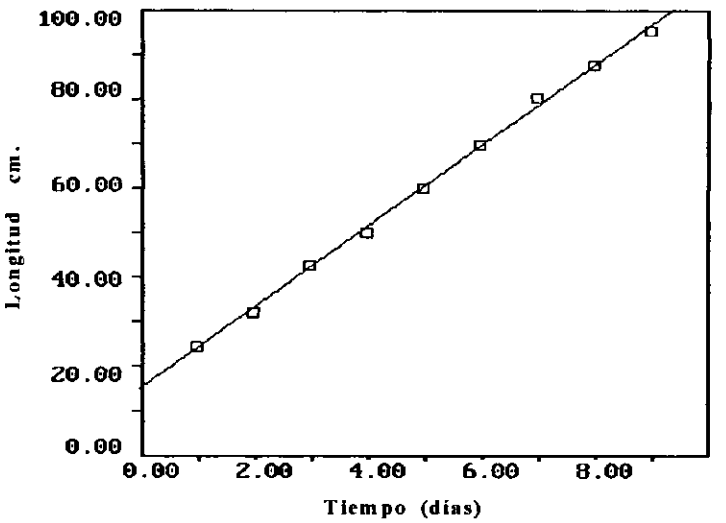
Ecuación de crecimiento longitudinal

$$\mathbf{Y = 14.5158 + 9.087x} \qquad \mathbf{r^2 = 0.998}$$

Ecuación de incremento en grosor

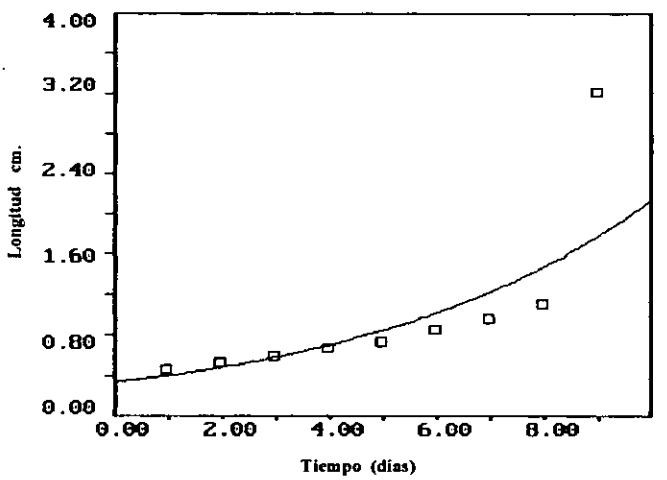
$$\mathbf{Y = (0.3241)\ (1.206)^x} \qquad \mathbf{r^2 = 0.7845}$$

Asignando valores a **x**, se logró calcular las gráficas que representan el crecimiento longitudinal y en diámetro de las raíces en esta localidad (**Fig.38 A y B**).



Y = 14.51000022888184 + 9.08329963684082 X | R = 0.998

Fig. 38 A Modelo lineal del incremento en longitud de raíces aéreas de *R. mangle* en un manglar ribereño.



Y = 0.324000 * 1.206300020217896 ^X | R = 0.784

Fig. 38 B Modelo exponencial del incremento en grosor de raíces aéreas de *R. mangle* en un manglar ribereño.

4.0 Producción de hojarasca y relación con la salinidad y nivel de inundación.

En Barra de Tecoanapa se lograron identificar tres tipos de manglares de acuerdo con la clasificación de Lugo y Snedaker (1978): ribereños o ripanos, de borde y cuenca. Los primeros se distribuyen a lo largo de los canales de marea y el borde del río Quetzala, se caracterizan por presentar inundación permanente a lo largo del año. Los bosques de borde se ubican frente al mar, quedando delimitados al frente por la línea de playa y en la parte posterior por los canales de marea, estos bosques carecen de inundación y sólo esporádicamente son inundados por las mareas. Finalmente los bosques de cuenca se ubican en áreas alejadas de los canales de marea y quedan separados de ellos por pequeños domos de tierra firme, estos bosques suelen estar inundados sólo durante las lluvias y ocasionalmente en la época de mareas de primavera.

La mayor producción de hojarasca correspondió a los manglares ribereños, seguidos por los de cuenca y finalmente se ubicaron los de borde. La producción mensual en cada uno fue: 147.6; 113.4 y 67.1g/m^2/mes. Esta evaluación comprendió 8 estaciones correspondiente a manglares ribereños (1, 3,4, 6,7,8,13,14); 4 de borde (5, 9,10) y 3 de cuenca (2,11 y 12). A fin de facilitar la presentación de resultados, primeramente se analizará la producción de los manglares ribereños, posteriormente los manglares de borde. para concluir con los de cuenca La producción de hojarasca estimada en cada uno de los manglares presentó las siguientes características:

4.1 Producción de hojarasca en manglares ribereños. Todas las estaciones con excepción de la ocho están situados en la margen izquierda del río

4.1.1. Estación 1.Este sitio está constituida por un bosque de *R. mangle* y *L. racemosa* con una altura media de 18m. El promedio mensual de hojarasca obtenido durante 60 meses de estudio fue de 130.3 g/m^2/mes **(Tabla 27);** el 58.3% correspondió a los meses de lluvias, con registros excepcionales durante los años de 1991, 1992 y 1993 como se observa en la **figura 39.**

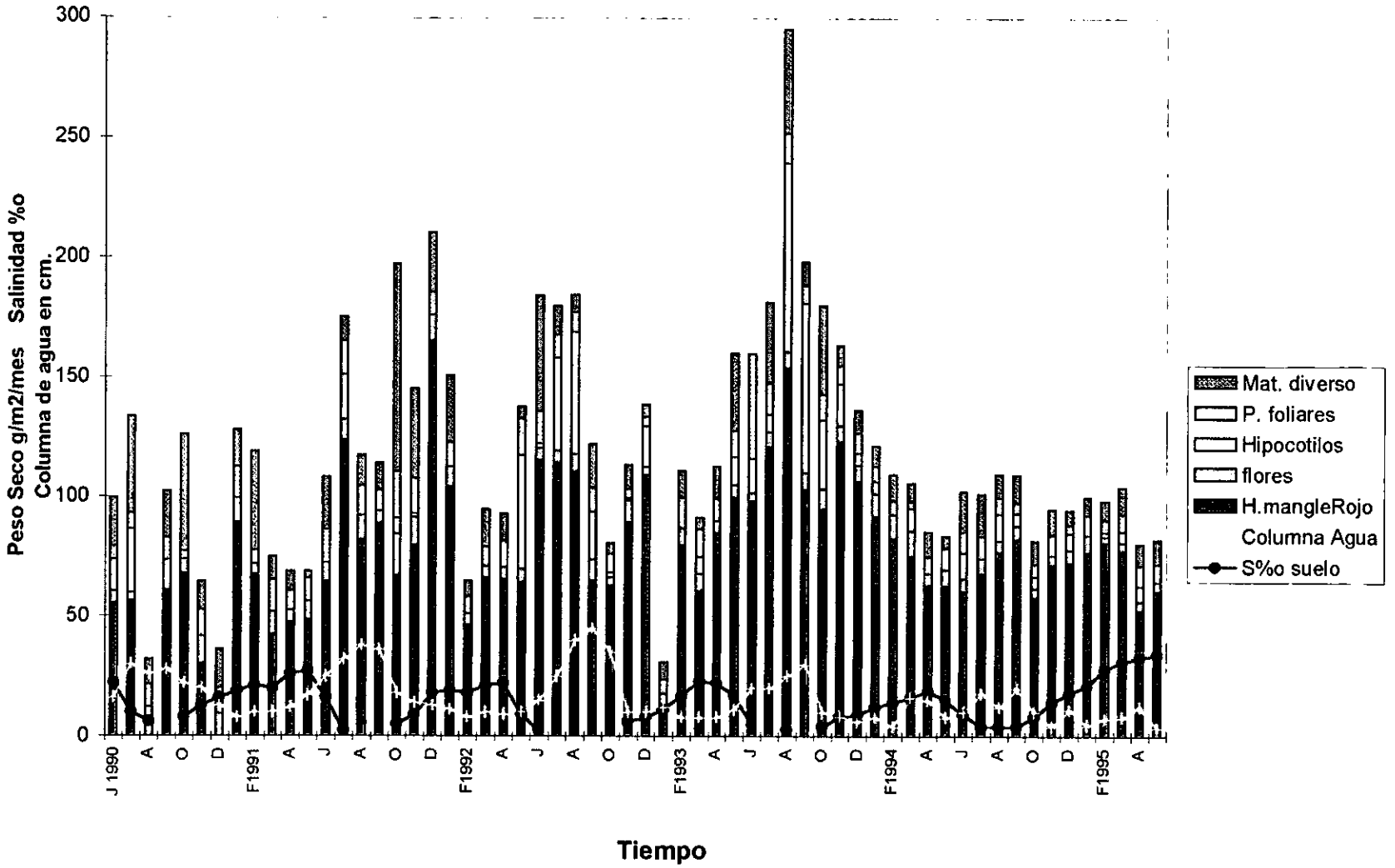


Fig. 39 Producción de hojarasca en un bosque de manglar ribereño durante el periodo 1990-1995. Estación No. 1

Durante los primeros 30 meses se registraron los valores máximos y mínimos, en octubre de 1991 (296g/m^2) y noviembre de 1993 (36g/m^2). A partir de 1993 hasta 1995 la estacionalidad en la producción fue muy marcada. En este sitio, el 59.3% del peso del material colectado lo constituyeron las hojas, seguido por los hipocótilos y el material diverso con 13.0 y 12.9%, los componentes menos significativos de la hojarasca fueron las estípulas y las flores, una fracción mínima (2%) fue aportada por las hojas de mangle blanco. La altura promedio de la columna de agua en este bosque fue de 15.9cm, sin embargo, durante las lluvias rebasó los 40cm; este bosque siempre permaneció inundado aún en los años más secos. La salinidad en el suelo tuvo una media de 14 6‰ y fluctuó desde 0‰ en lluvias hasta un máximo de 34 en mayo de 1995.

4.1.2.Estación 3. Está constituida por un manglar joven de *L. racemosa*, con árboles de 6-8m de altura; el estudio sólo se realizó durante 19 meses debido a que los pobladores talaron el sitio. La producción de hojarasca fue de 114.8 g /m^2/mes (**Tabla 27**);, de la cual el 63.6% se registró durante las lluvias, sin estacionalidad en la producción. El 77.3% del material estuvo constituido por las hojas, seguido por las semillas con 9.4% mientras que el material diverso y las flores constituyeron fracciones menores como se observa en la **figura 40.** Al igual que el manglar anterior, éste presentó al menos 8 meses de inundación (10.9cm) y de noviembre a febrero el suelo permaneció seco; meses en que el manto freático se ubicó a 13cm por abajo de la superficie. La salinidad promedio fue de 10.9‰, con la más notable en abril (26‰) y el menor en septiembre de 1991.

4.1.3. Estación 4. Es un manglar ribereño constituido por una asociación de grandes árboles de mangle negro (24m), blanco y vegetación terrestre en las partes no inundadas. La evaluación sólo comprendió 17 meses debido a la eliminación del bosque. La producción fue de 132.2g/m^2/mes **(Tabla 27);** el 55.6% se registró en la época de lluvias. Dos fracciones de la hojarasca fueron las más abundantes: las hojas de mangle negro y blanco (69.6%), y las semillas del mangle negro (11.6%).

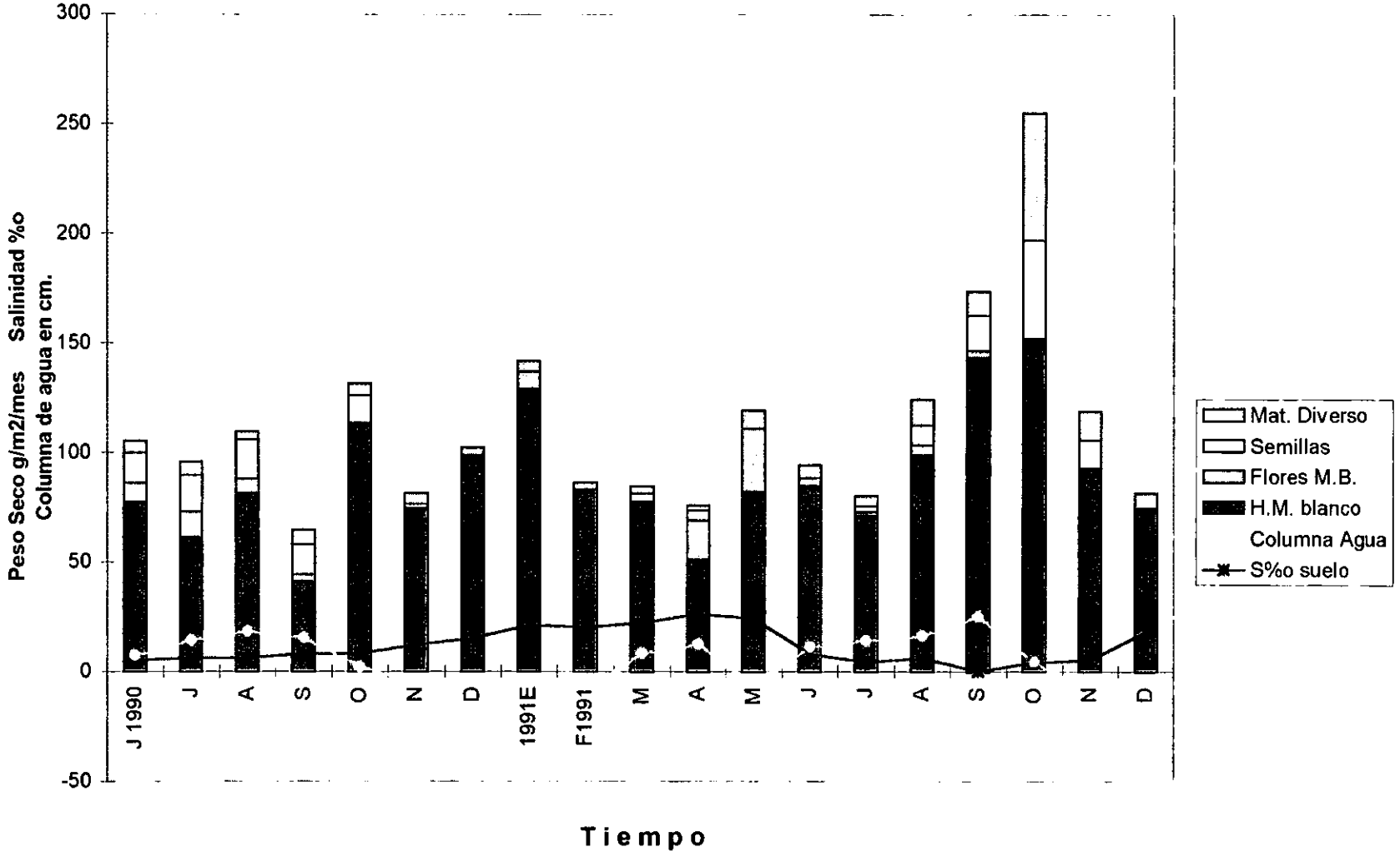


Fig. 40 Producción de hojarasca en un bosque ribereño monoespecífico de L. racemosa, durante el periodo 1990-1991. Estación 3

En la **figura 41,** se observa que con excepción de agosto de 1990 y mayo/junio de 1991 donde se colectó una gran cantidad de hojarasca, en el resto del estudio los registros fueron menores a 100g. En este rodal durante ocho meses el suelo permanece seco (-10.3cm); incluso entre febrero y mayo el agua se localizó a más de 50cm de profundidad. Los niveles de salinidad intersticial fueron moderados, con un promedio de 11.94‰.

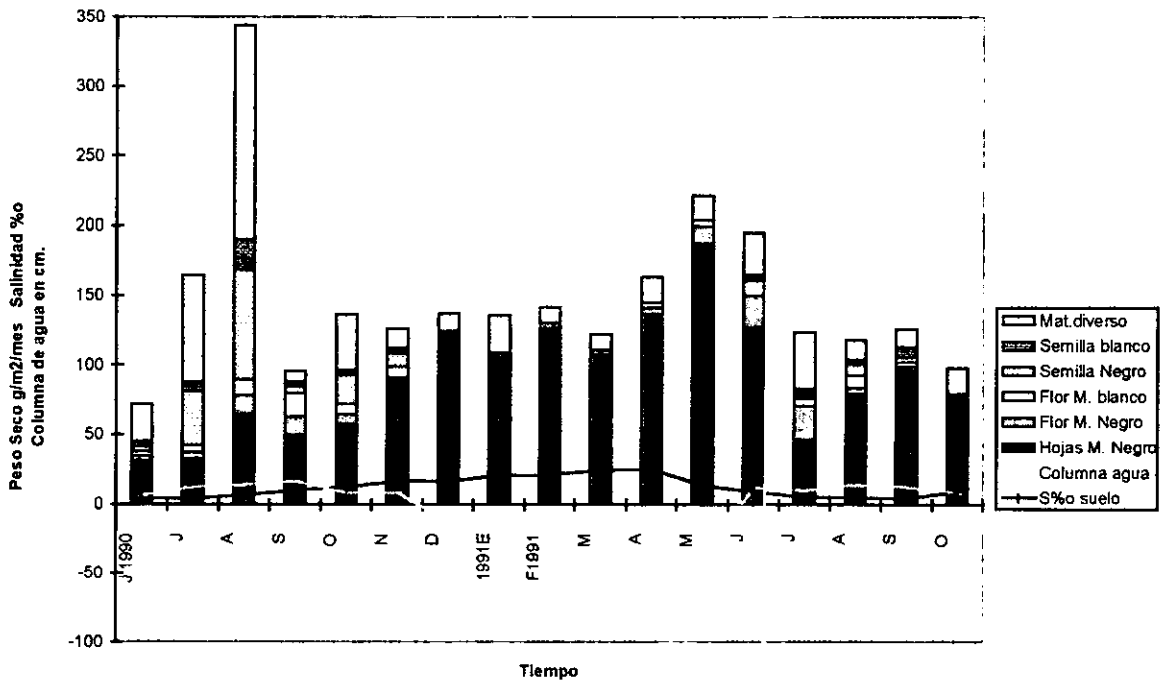


Fig. 41 Producción de hojarasca en un manglar ribereño.

4.1.4. Estación 6. Es un rodal bien conservado y siempre inundado, con árboles de *R. mangle* y *L. racemosa* con una altura de 24m. El estudio se realizó durante 45 meses, durante los cuales la producción promedio fue de 194.5g/m^2/mes (**Tabla 27**); este fue el sitio más productivo de todo el estudio. De esta producción el 71.6% fue aportado por *R. mangle* y el resto por *L. racemosa*; mientras que el 57.1% de la producción se recolectó durante las lluvias; con excepción de 1994 y 1995 donde fue marcada la estacionalidad en la producción, en el resto del periodo hubo gran heterogeneidad en la cantidad de hojarasca, incluso en algunos meses la cantidad fue excepcional como sucedió en septiembre de 1991 y

julio de 1993, cuando se recolectó más de 300g de materia orgánica en las canastas como se observa en la **figura 42.** Debido a la madurez de este rodal, aquí las hojas sólo representaron el 56% del peso. Los niveles de inundación y salinidad en el piso del manglar promediaron 24.3cm y 11.2‰, respectivamente.

4.1.5. Estación 7. Está constituida por una asociación rara de *C. erectus* en la parte más elevada, ubicándose en el límite de la línea de agua una franja de *L. racemosa* y en la parte inundada *R. mangle*, manglar relativamente joven, con árboles que no rebasaron los 10-12 m de altura. La producción media fue de 146.6 g/m^2/mes (**Tabla 27**), de esta el 45.3% fue aportado por el mangle botoncillo, seguido del mangle blanco con 27.7%, la fracción restante correspondió al mangle rojo. El 52.5% se colectó durante las lluvias. En la **figura 43** se observa la heterogeneidad de pesos obtenidos durante el estudio, debido a las especies que contribuyeron a la muestra, en octubre de 1991 se registró el valor mínimo (40g/m^2); y en junio de 1992 el máximo con 334.5g. La producción del mangle botoncillo registró un gran incremento a principios de las lluvias (junio) en todos los años; este incremento se debió a una gran producción de hojas y semillas. En la composición de la hojarasca, tres fracciones fueron las más importantes: las hojas (44.1%), las flores del mangle blanco y los hipocótilos, cada uno con 10.2%.

4.1.6. Estación 8. rodal monoespecífico de mangle blanco, el más joven de todos, posiblemente no rebasa los 8 años de edad y una altura de 6-8m, el cual se desarrolló sobre un rodal antiguo de *R. mangle* y *A. germinans* como lo atestiguan los restos de tocones y árboles secos que aun quedan en pie. La producción promedio fue de 115.16 g/m^2/mes (**Tabla 27**); se registró una gran diferencia entre la producción de lluvias (65.4%) y secas (34.5%).

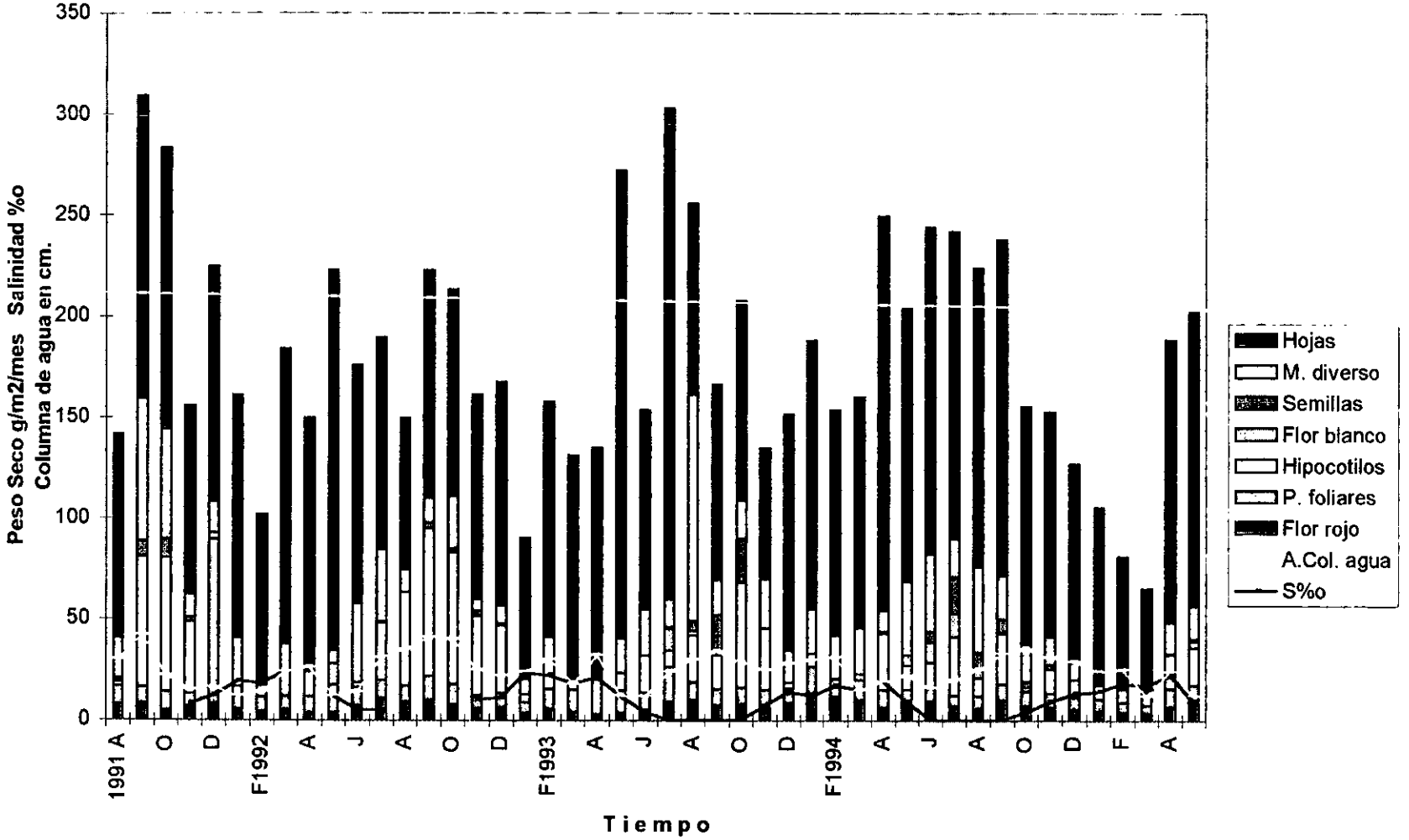


Fig. 42 Producción de hojarasca en un bosque ribereño tipo mixto durante el periodo 1991-1995. Estación 6

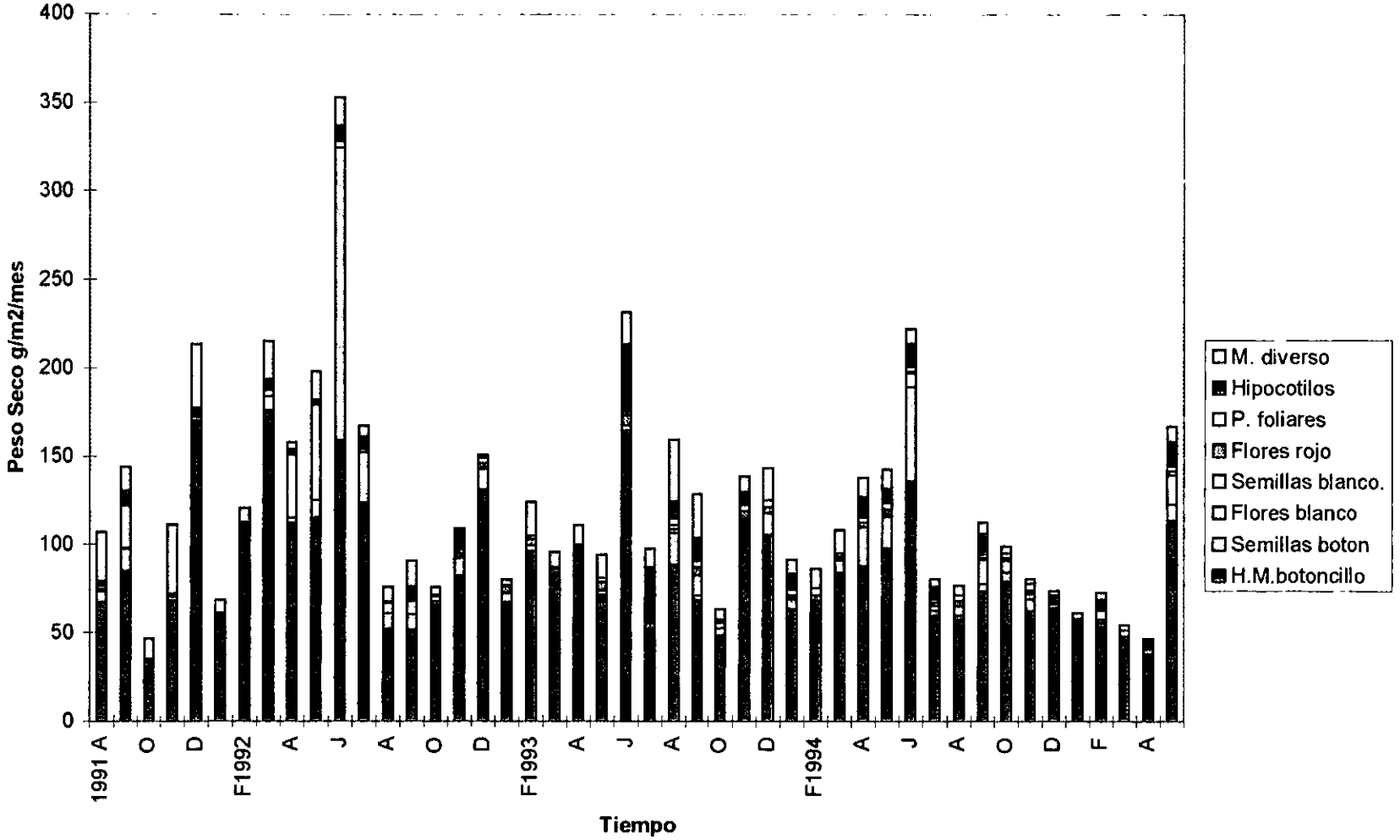


Fig. 43 Producción de hojarasca en un bosque mixto de borde interior durante el periodo 1991-1995. Estación 7

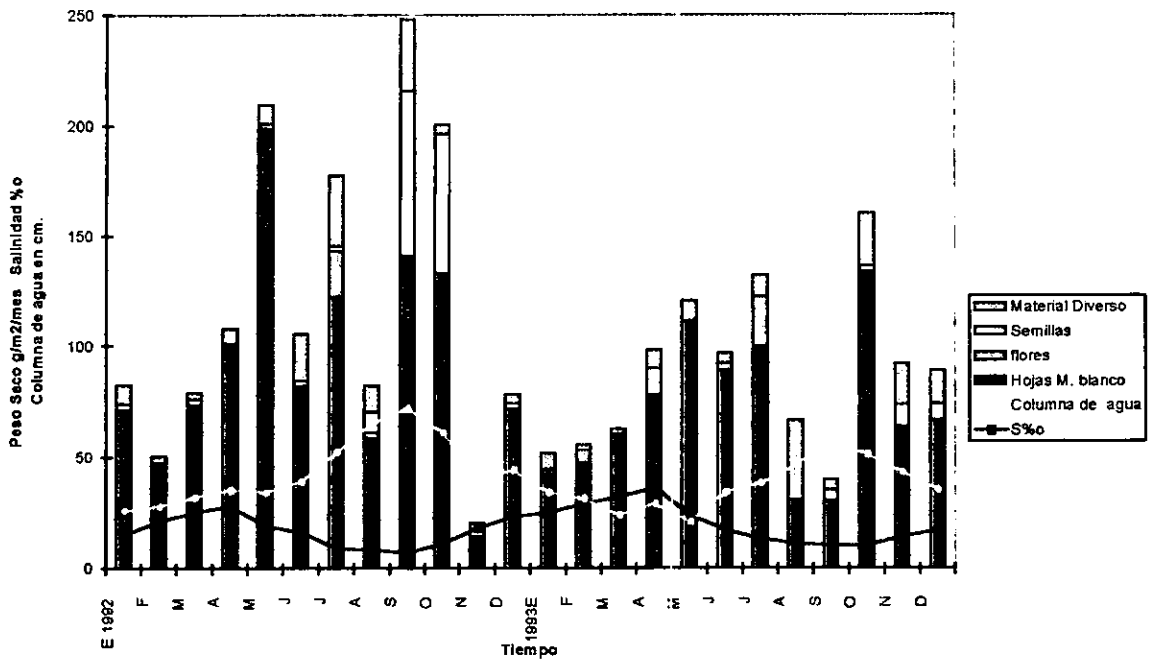


Fig. 44 Producción de hojarasca en un manglar joven monoespecífico de mangle blanco. Estación 8

En la **figura 44,** se observa una estacionalidad marcada en la caída del material; las hojas constituyeron el 71.4% de la hojarasca, la cual fue abundante durante la época de lluvias; las semillas con el 11.8% fueron muy abundantes en el primer año de estudio. Como en otros sitios, se registraron valores extremos, como en septiembre de 1992 donde se colectó hasta 248g de hojarasca, dos meses después un mínimo de 20g. Este sitio presentó el nivel de inundación mayor de todos los estudiados (47.95cm)(**Fig. 44).** El promedio de salinidad fue de 18.2‰, con los más altos en primavera (36‰) y los mínimos a finales del verano (4‰).

4.1.7. Estación 13. Es un rodal monoespecífico de 8-10m de altura de *L. racemosa,* situado en el borde de una pequeña laguna. La producción de hojarasca fue de 75.8g/m^2/mes (**Tabla 27**); durante las lluvias se colectó el 64.9% de la hojarasca. A diferencia de las estaciones anteriores en este sitio, si se observó una estacionalidad marcada en la producción de hojarasca como se observa en la **figura 45.** Debido a que el sitio está ubicado en el límite

de distribución hacia tierra del manglar, la altura alcanzada por la columna de agua fue baja (7.9cm), y la salinidad fue relativamente elevada 23.5‰.

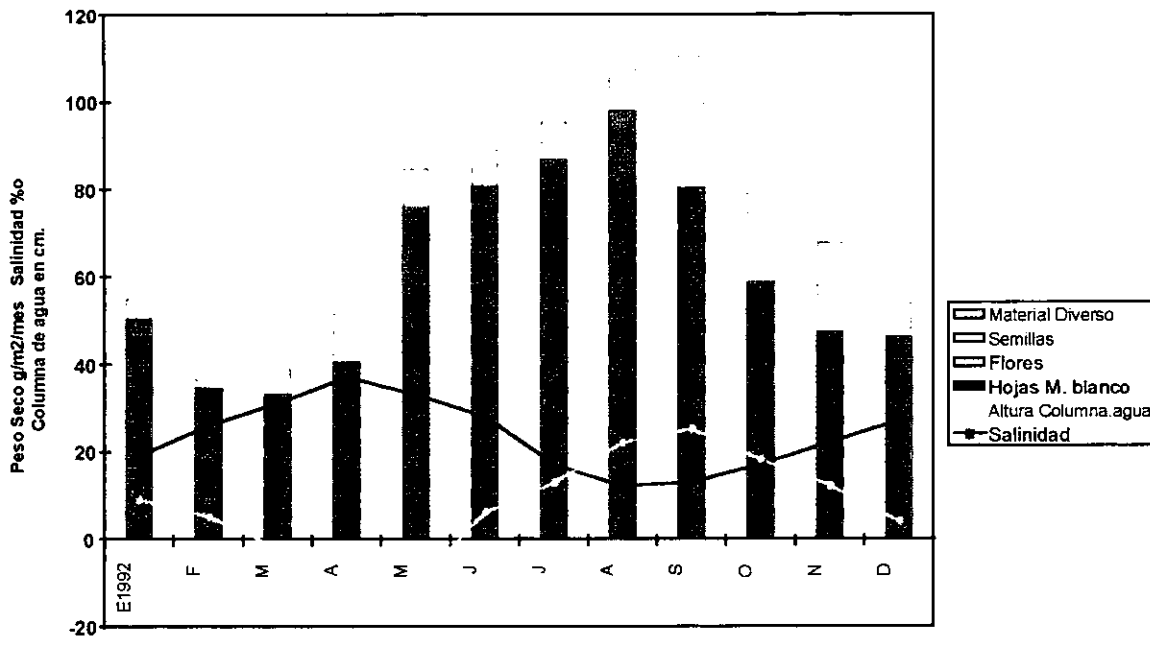


Fig. 45 Producción de hojarasca en un rodal de *L. racemosa* durante 1992. Estación 13

4.1.8. Estación 14. Rodal monoespecífico de 12-14m de altura de *R. mangle*, el cual fue estudiado durante 18 meses (**Fig.46**). La producción fue de 124.5g/m^2/mes (**Tabla 27**); el 54.0% de la producción de este manglar se colectó durante las lluvias, principalmente durante el año de 1994 de abril a julio. De acuerdo al peso del material, las hojas representaron el 62.7%, los hipocótilos 13.5% y el material diverso 11.42%. La altura de la columna de agua en el piso del bosque fue de 24.8cm y la salinidad de 18.5‰.

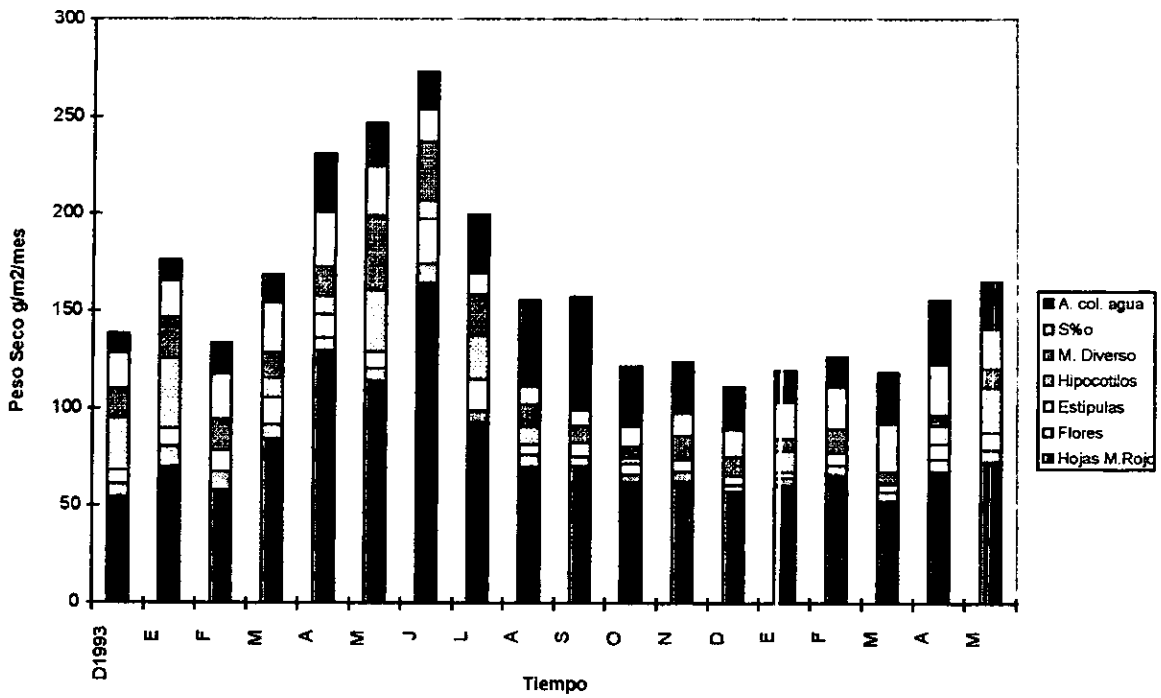


Fig. 46 Producción en un manglar de *R. mangle* situado en la parte posterior del sistema, durante 1993-1995. Estación 14

4.2. Producción de hojarasca en los rodales de borde. Las estaciones 5, 9,10 y 11 se ubicaron en rodales de este tipo, tres estaciones están situadas en la zona de playa y la 11 en la parte interior del humedal

4.2.1. Estación 5. Ubicada en un manglar monoespecífico de 4 a 6m de altura de *C. erectus* presenta en los bordes una asociación con *Hibiscus tiliaceus*, *Prosopis juliflora* y algunas gramíneas. Este estudio se realizó durante 60 meses. La producción promedio obtenida fue de 85.0g/m^2/mes, y el 52.3% correspondió a los meses de lluvias (**Tabla 27**). Los registros indicaron un patrón irregular en la caída de la hojarasca, la cual a partir del segundo año presentó un incremento constante hasta un máximo en 1994, donde se obtuvo el más alto(183.3g/m^2), como se observa en la **figura 47**.

El material colectado en las canastas estuvo constituido por tres fracciones, las más importantes: las hojas con 72.2%, las semillas con 18.8% y el material diverso.8.8%.

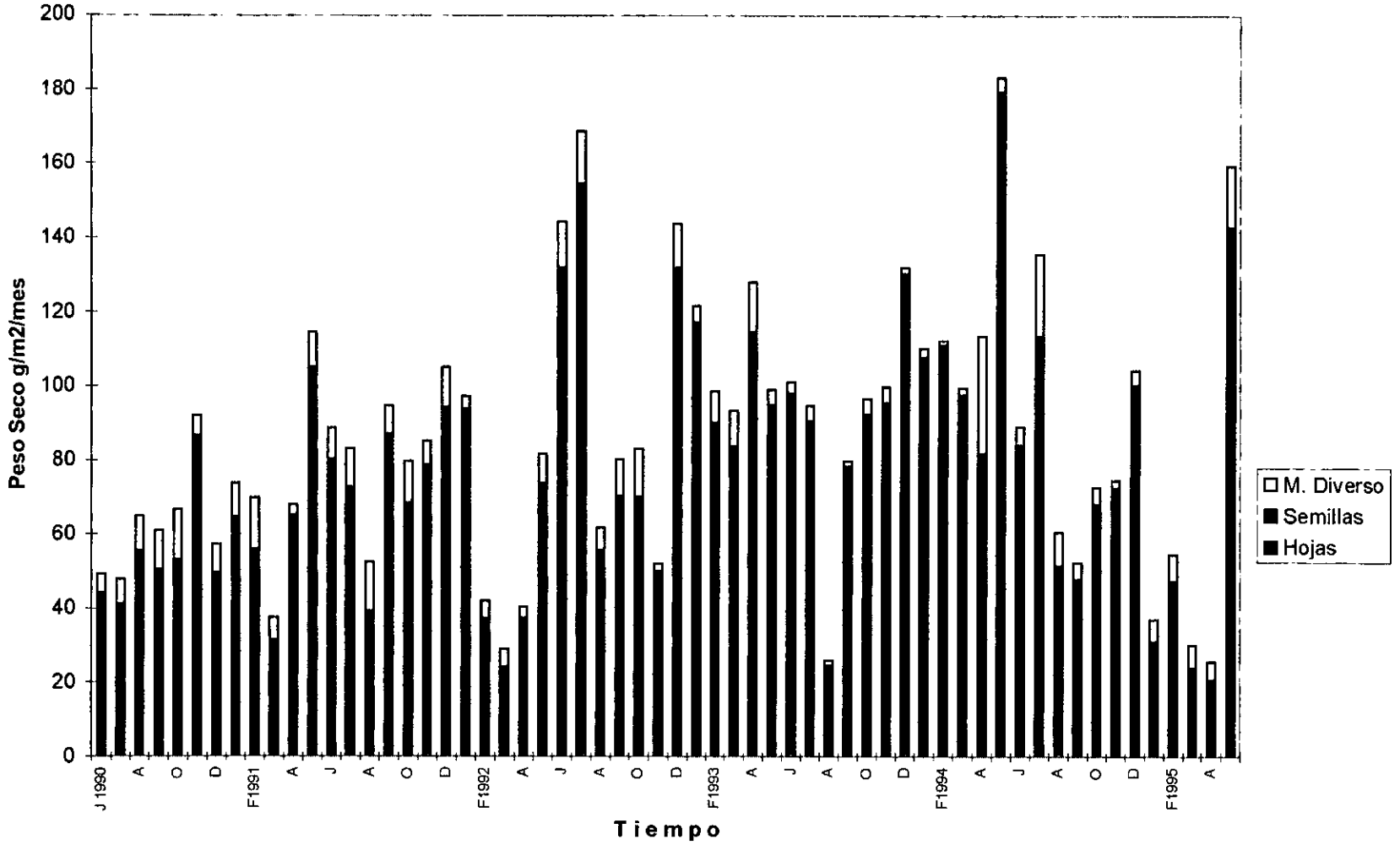


Fig. 47 Producción de hojarasca en un bosque de borde de *C. erectus* durante el periodo 1990-1995. Estación 5

4.2.2. Estación 9. Rodal constituido por la asociación de mangle negro y rojo con árboles de 18-20m. En este sitio el estudio se realizó durante 24 meses y sólo se interrumpió cuando en junio de 1992 una tormenta tropical hizo que el mar avanzara hacia el manglar, eliminando parte del bosque. La producción registrada fue de 69.8g/m^2/mes (**Tabla 27**), con los mínimos en junio de 1990 (38.9g/m^2) y los máximos en enero de 1992 (110.2g). La caída de hojarasca registró una estacionalidad muy marcada, siendo mayor la producción obtenida durante la época de secas (62.3%) (**Fig. 48).** Las hojas de ambas especies constituyeron el 59.9% del peso total, seguido por el material diverso con 18.8%, y los hipocótilos y las semillas del mangle negro con 7.3 y 5.2% respectivamente.

4.2.3. Estación 10. Manglar monoespecífico de aproximadamente 20m de altura; aquí las evaluaciones se realizaron durante 36 meses y fueron suspendidas debido a la extracción de madera en la parcela. La producción fue de 45.9 g/m^2/mes de ésta, la mayor cantidad se colectó durante los meses de lluvias (53%) **(Tabla 27 Fig. 49).** Los registros más pobres se midieron al final de las lluvias y las hojas representaron la fracción más importante de la hojarasca con el 59.9%, seguido por el material diverso (21.5%), mientras que las semillas y las flores de *L. racemosa* juntas sumaron el 13.3%, estas fracciones fueron abundantes durante las épocas de floración y fructificación del mangle blanco.

4.3 Producción de hojarasca en rodales de cuenca. Las estaciones 2, 11 y 12 se ubicaron en rodales de este tipo, los tres sitios están situados al interior del manglar.

4.3.1. Estación 2. Cubierta por una asociación de mangle negro en el centro de la parcela y mangle blanco en la periferia. Aquí el estudio se realizó durante 60 meses. La producción promedio fue de 157.3g/m^2/mes, de ésta el 22.3% fue aportada por el mangle blanco. En la **figura 50** se observa la gran heterogeneidad en la producción a lo largo de todo el estudio, los registros variaron desde un mínimo de 67.7g/m^2 en julio de 1991, hasta 317.6g/m^2 en septiembre de 1992. La hojarasca estuvo integrada por cinco fracciones, las más importantes son las hojas con el 63.65% y el material diverso con 15.7%. Este sitio presentó inundación durante 7-8 meses, la altura alcanzada por el agua fue de 9.9cm, mientras la salinidad registró variaciones espectaculares en el piso del manglar, con un promedio de 20.3‰ (**Tabla 27**).

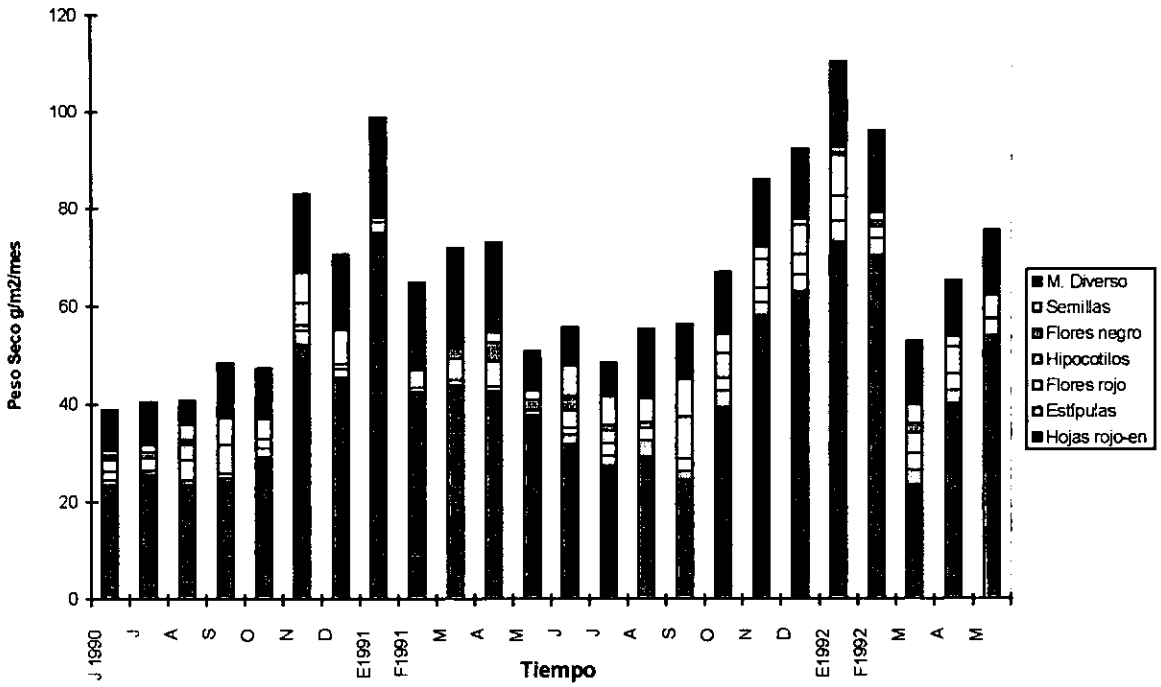


Fig. 48 Producción de hojarasca en un rodal de borde mixto durante el periodo 1990-1992. Estación 9

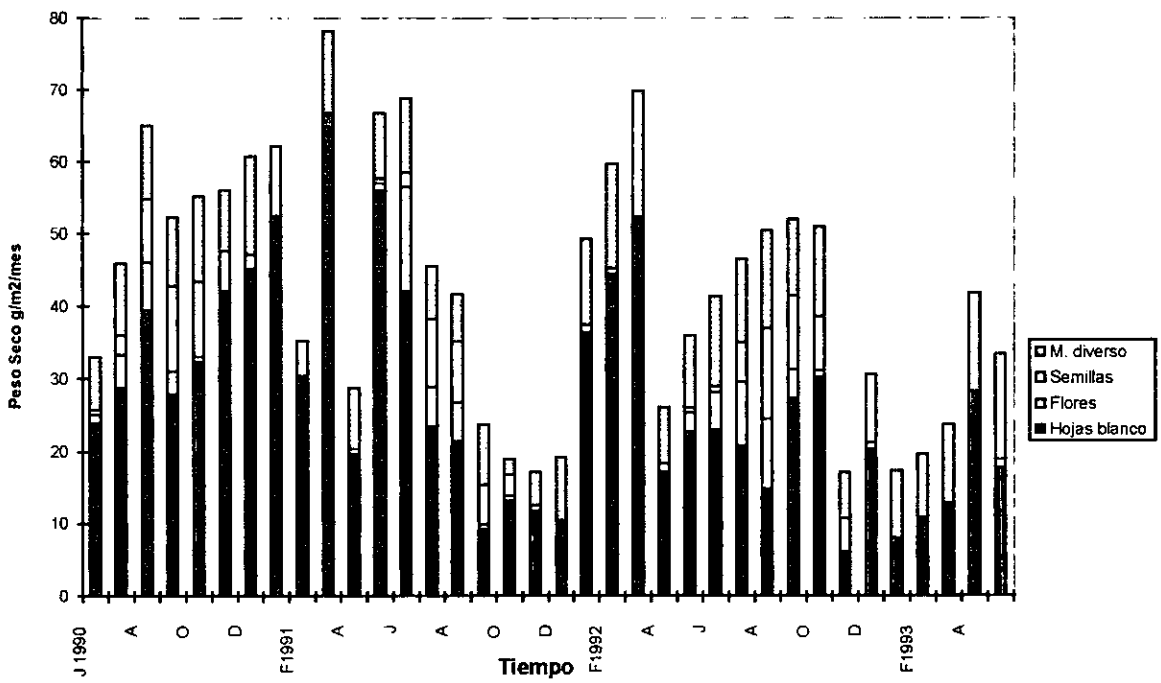


Fig. 49 Producción de hojarasca en un rodal de borde monoespecífico de *L. racemosa* durante el periodo 1990-1993. Estación 10

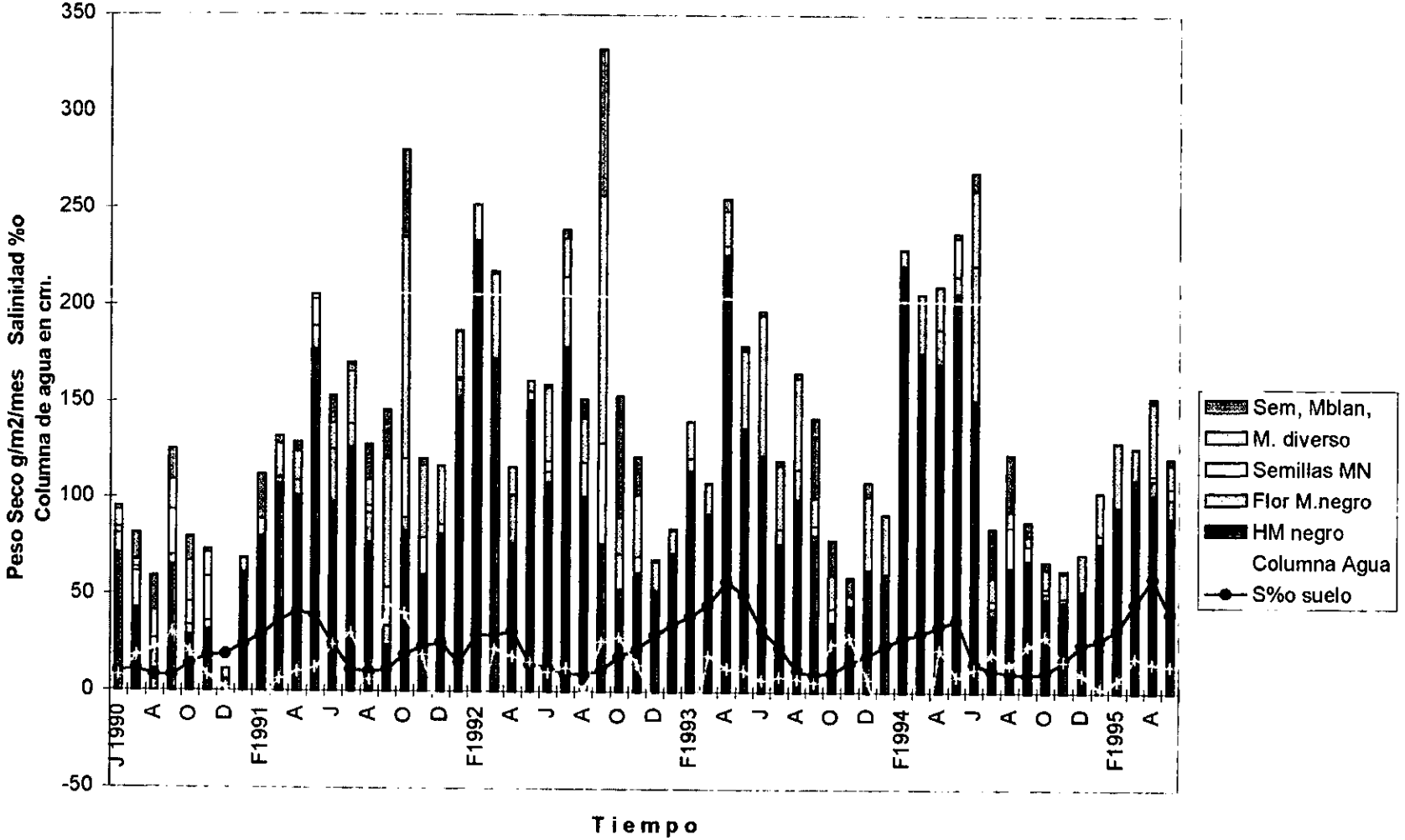


Fig. 50 Producción de hojarasca en un bosque de manglar tipo cuenca durante el periodo 1990-1995. Estación 2

4.3.2. Estación 12. Constituida por un rodal de *A. germinans* de 12-14m de altura, en la periferia presenta pastizal natural, la palma *Sabal* sp. y mangle botoncillo en las partes emergidas. El estudio sólo se desarrolló durante 13 meses debido a la lejanía y dificultad de acceso. La producción de hojarasca fue de 69.6g/m^2, y fue semejante entre secas y lluvias como se observa en la **figura 51.** Las hojas constituyeron el 82.3%, el material diverso 7.3%, 6.3% las semillas y 3.9% las flores, las dos últimas fracciones sólo fueron significativas durante la floración del mangle negro.

Esta estación presentó inundación durante ocho meses del año (7.5cm), siendo julio y agosto de 1992 los meses de mayor inundación (20cm), mientras que de febrero a abril el piso del manglar permanecía completamente seco como se observa en la **figura 51 y Tabla 27.** La salinidad promedio fue de 21.8‰, y la más alta se registró en abril con 34‰.

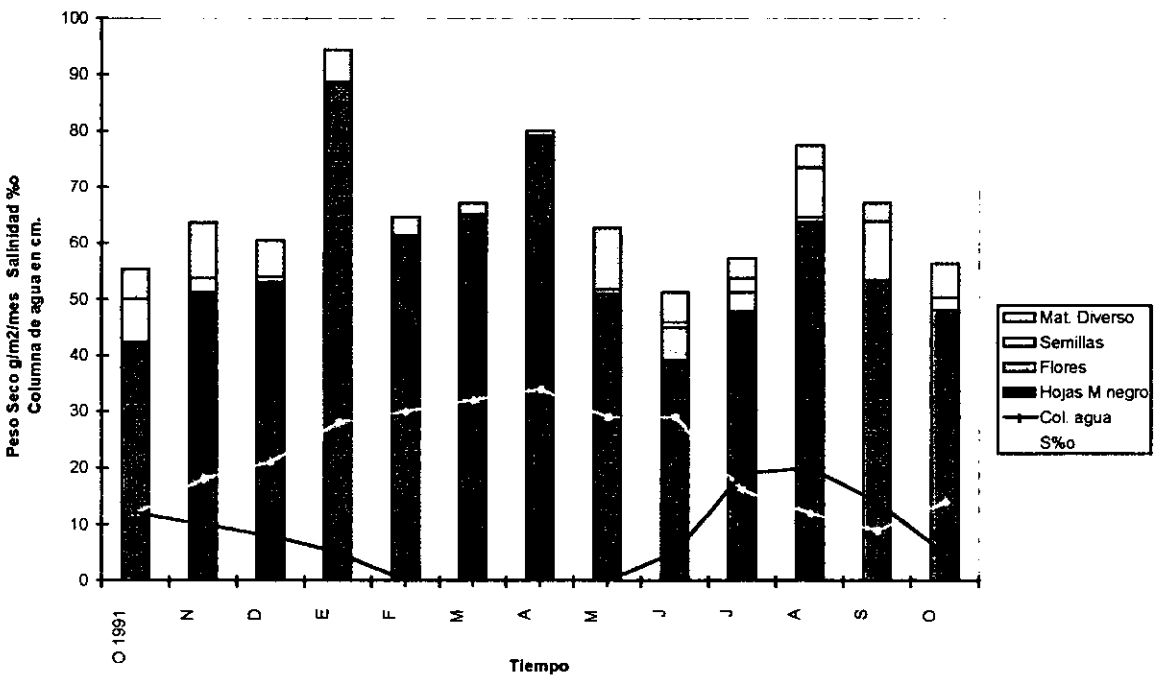


Fig. 51 Producción de hojarasca en un rodal interior. Estación 12

4.4. Estación 11. Está formado por asociaciones de pastizal salpicadas con vegetación terrestre, *Sabal* sp. y pequeñas áreas donde se desarrolla mangle botoncillo, aquí los árboles de *C. erectus* alcanzan una altura de 10-12m de altura. La producción obtenida fue de 64.8g/m^2/mes de la cual un 56.4% se colectó durante las lluvias, con excepción de febrero, abril y septiembre donde las colectas fueron menores en el resto del año los registros fueron muy semejantes (**Tabla 27**.). La hojarasca en este sitio estaba constituida por tres fracciones: las hojas con el 83.4%, el material diverso con 11.2% y las semillas con el 5.3% como se observa en la **figura 52**.

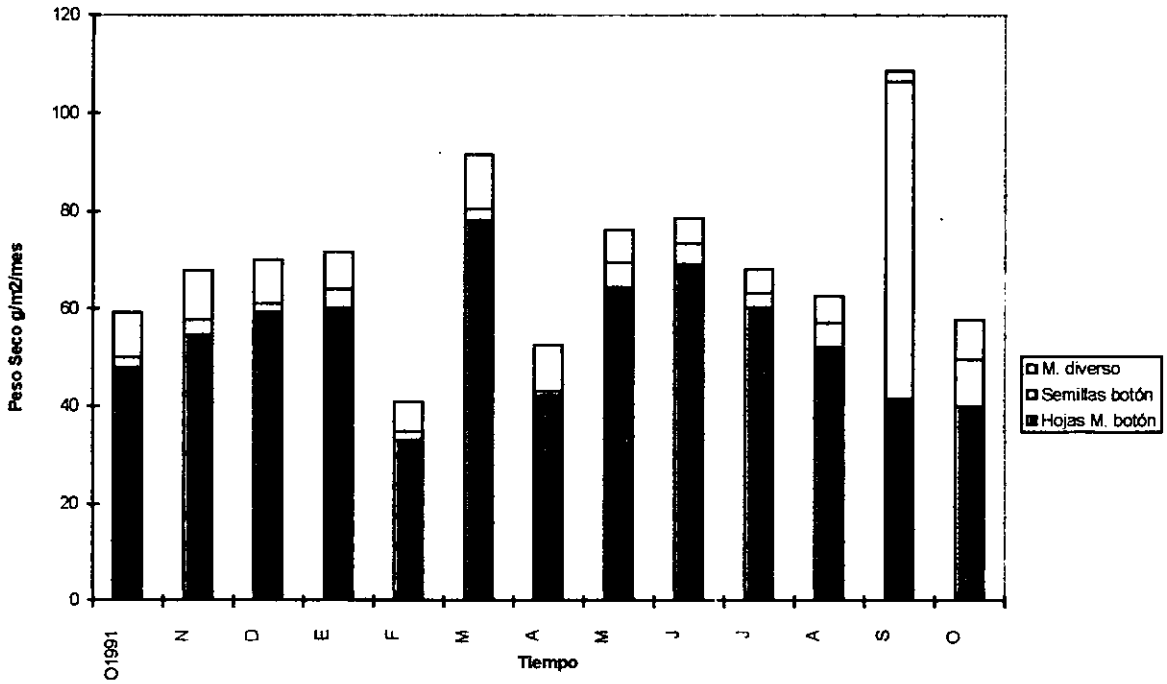


Fig. 52 Producción de hojarasca en un rodal interior de cuenca. Estación 11

En esta estación el manto freático se localizó en las lluvias (junio-julio) a 95cm de profundidad, mientras que en secas a 156cm., en el primer caso la salinidad fue de 10‰ y 14‰, mientras que en secas esta se elevó hasta 48‰ y 53‰, en el resto del año no se determinó debido a la dificultad para extraer agua del suelo.

Tabla 27 Tipos de rodales, producción de hojarasca y parámetros ambientales más significativos.

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rodal	R	C	R	R	B	R	B-R	R	B	B	B	C	R	R
A*	R-L .	A-L	L	A-L	C	R-L	C-R-L	L	A-R	L	C	A	L	R
P**	130.3	157.3	114.8	132.2	85.09	194.5	146.6	115.1	69.8	45.9	64.8	69.6	75.8	124.5
Lluvias/ secas	58/41	45/54	63/36	55/44	52/47	57/42	52/47	65/34	37/62	53/46	56/43	50/49	60/39	54/45
Agua	15.9	9.9	8.8			24.3		47.9				7.5	7.9	24.8
S‰	14.6	20.8	10.9	11.9		11.2		17.2				21.8	23.5	18.5
T°C	27.1	27.9	27.8	28	28.2	27.5	27.8	27.6	28.2	28.3	27.3	27.3	27.8	27.5
Suelo	l/a	l/a	l/a	a	arena	l	a	l/a	arena	arena	a	a	l	l/a

Tipo de rodal: R ribereños, C cuenca, B borde.
A* asociaciones: R *R. mangle*; L *L. racemosa*; A *A. germinans*; C *C. erectus*. P** Producción(g/m^2/mes)
Lluvias/secas: % de la producción en lluvias/secas. Agua: columna de agua en el piso del bosque (cm)
Suelo: l/a limo/arcilla; a arcilla.

5. Herbivoría sobre las hojas del manglar.

El mangle negro *A. germinans* fue la especie más apetecida por los organismos, seguida por el mangle blanco *L. racemosa,* posteriormente se ubicó el mangle botoncillo *C. erectus,* mientras que el mínimo consumo se registró en el mangle rojo *R. mangle.*

El peso total de las hojas en el mangle negro registró un consumo promedio de 9.17% durante el año, este peso correspondió al 10.81% del área superficial de las hojas. Se registraron dos periodos de consumo mínimos y dos máximos durante el año: en abril el consumo fue mínimo con 4.3%, mientras que el máximo se presentó en enero, donde los organismos realizaron el pastoreo más elevado con 14.1% como se observa en la **figura 53**. De un total de 1150 hojas estudiadas durante el año 111(9.7%), no presentaron huellas de la actividad de los organismos, en el resto el forrajeo se efectúo en toda la superficie hasta el borde de las hojas. En esta especie las marcas del consumo sobre las hojas se presentaban en forma de pequeños surcos irregulares sobre el haz de las hojas. El forrajeo es más intenso en las hojas maduras, aunque también se encontraron algunas hojas tiernas mordisqueadas posiblemente por otro tipo de organismo.

El forrajeo sobre el mangle blanco fue en promedio de 7.03% del peso total de las hojas, esto representó el 8.4% de la superficie de las hojas estudiadas. En esta especie los valores más bajos se observaron en mayo y octubre, este último con (3.71% del peso del área foliar) **(Fig.53)**; los registros más elevados se obtuvieron en noviembre con 11.97%, el consumo mostró un patrón caracterizado por mordiscos circulares y ovalados en los bordes de las hojas, así como cortes en forma de "V" en diferentes partes de ellas, los primeros son realizados por orugas mientras que los segundos son obra de cangrejos del género *Aratus* sp., los cuales en varias ocasiones se observaron pastoreando las ramas más bajas que caen hasta el agua. Contrariamente a la especie anterior, el consumo se realizó en las hojas tiernas y jóvenes, mientras que en las maduras el pastoreo disminuyó en forma significativa. De 1100 hojas analizadas, 187 (17%) no fueron consumidas por los organismos.

En el mangle botoncillo la herbivoría realizada por los organismos fue mucho menor, con un promedio anual de 4.73% del peso total de las hojas (en esta especie y en el mangle rojo no se calculó el área superficial consumida). En *C. erectus* el forrajeo menor se registró en diciembre con 0.97%, mientras que en abril se observó el máximo con 9.05%, a partir de este mes en el resto del año se registró una tendencia a la baja en el consumo, como se observa en la **figura 53.** En esta especie, el consumo sólo se realizó en los bordes de las hojas a manera de mordiscos, ocasionalmente (marzo, agosto y septiembre) se observaron hormigas rojas defoliando algunos árboles en la playa. De 1100 hojas analizadas, 264 (24%) del total no presentaron huellas de pastoreo.

El pastoreo por los organismos sobre el mangle rojo fue casi ausente, con un promedio anual de 1.97% del peso total, en noviembre se observó el consumo mínimo con 0.78%, mientras que en octubre se cuantificó el más notable con 4.08%, en el resto del año el consumo fue ligeramente menor a 2% **(Fig 53)**. En *R. mangle* el forrajeo se realizó en el borde de las hojas tiernas por los cangrejos *Gecarcinus quadrata*, *Cardisoma crassum* y otro del género *Aratus*. El primero aparece en grandes cantidades durante las primeras lluvias de cada año y su consumo es significativo, desafortunadamente los habitantes han comenzado a consumirlo disminuyendo sus poblaciones constantemente. En el mangle rojo, de 1100 hojas analizadas el 68.7% (756), no presentaron señales de consumo.

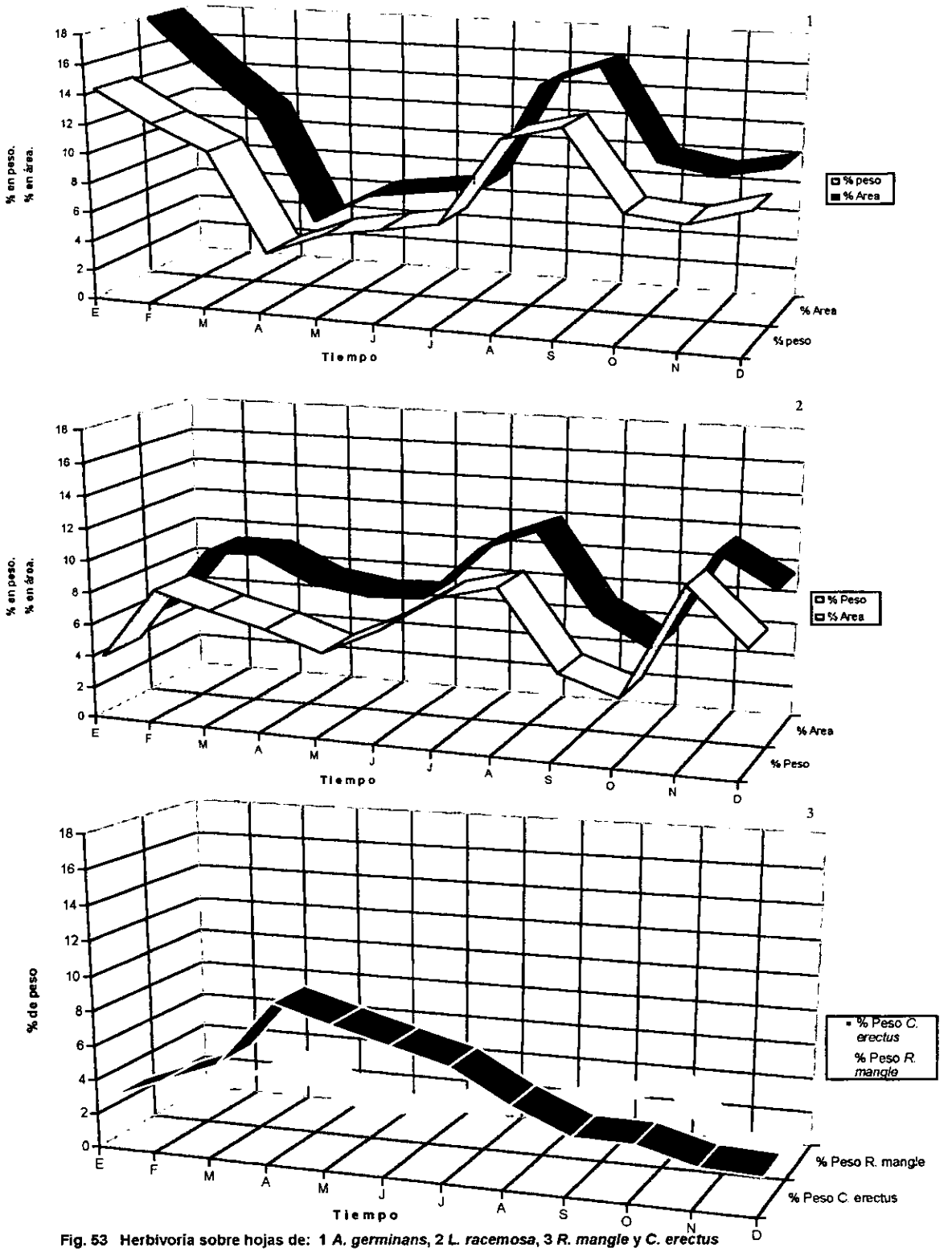


Fig. 53 Herbivoría sobre hojas de: 1 *A. germinans*, 2 *L. racemosa*, 3 *R. mangle* y *C. erectus* durante 1994.

5.2 Estudio de caso: herbivoría masiva provocada por un lepidóptero.

Este fenómeno fue provocado por el crecimiento explosivo de una oruga de color verde claro de 3-5mm de longitud, correspondiente a una mariposa nocturna de la familia Dalceridae: *Dalcerides ingenita* (Edwards), este lepidóptero es en su fase adulta una pequeña mariposa de color amarillo pálido de 10-18mm, durante los meses de máximo desarrollo de la población (marzo-abril) se contabilizaron hasta 6 orugas alimentándose sobre la superficie de cada hoja. El pastoreo de este organismo se caracterizó por la formación de surcos irregulares de 5-30mm de longitud sobre la superficie del haz de cada hoja, estos surcos no tocaron el borde de las hojas, sin embargo dañaron profundamente el mesófilo de éstas, al romper desde la cutícula hasta el parénquima en empalizada y los haces vasculares. Un 90% de las hojas murieron debido al rompimiento de los haces vasculares, en aquellas hojas donde la herbivoría no lograba dañar estas estructuras las hojas sobrevivieron. Esta oruga al cambiar al estadío de crisálida forma un capullo de color blanco amarillento sobre las orillas de las hojas del mangle rojo, las cuales se enrollan cubriendo a la crisálida, estas hojas tardaron en morir el tiempo necesario para que la crisálida llegara a la etapa adulta. Las hojas permanecieron adheridas a los árboles o cayeron al suelo de donde emergió una mariposa 20 a 25 días después.

Junto con *D. ingenita*, se identificó como otro consumidor frecuente en las hojas de *R. mangle*, y *A. germinans* a otra oruga de color gris - negro de 8-10mm, perteneciente a la familia Nocturidae llamada *Diphthera festiva* (Fabricius); ésta es una mariposa nocturna de color moteado de 35-45mm de longitud. Finalmente sobre las hojas de *R. mangle* y *L. racemosa* se encontró otra mariposa muy pequeña de 10-15mm de color blanco perteneciente a la familia Tortricidae la cual sólo se identificó hasta ese nivel.

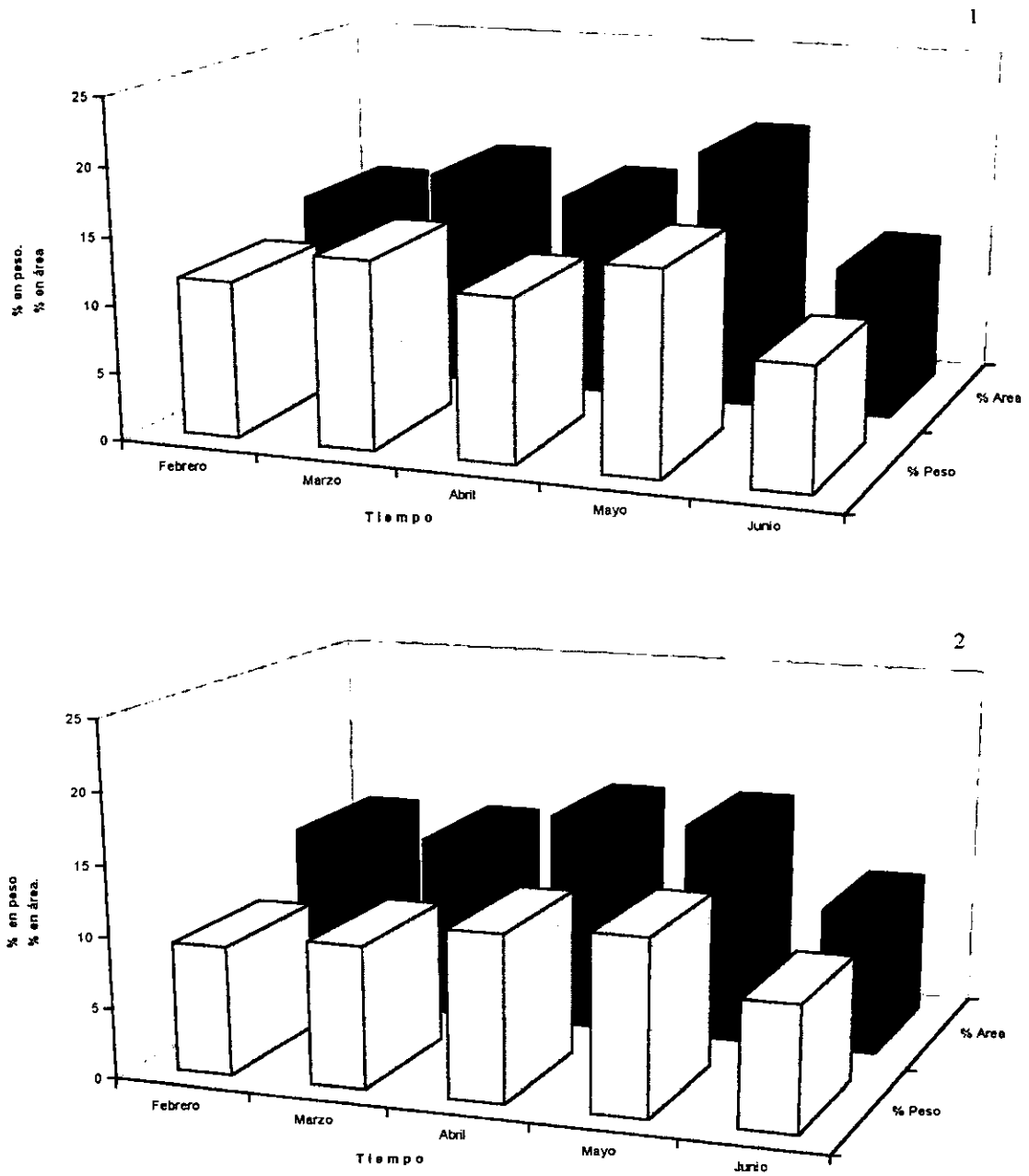


Fig. 54 Incremento de la herbivoría sobre las hojas de: 1 ***A. germinans*** y 2 ***L. racemosa*** provocado por ***Dalcerides ingenita***, un lepidóptero nocturno durante 1995.

En *A. germinans* se registró un incremento en el consumo sobre el peso de las hojas de 34.6% lo que equivale a un 37.8% de la superficie, al pasar de un consumo promedio de 9.17 a 12.35%, como se observa en las **figura 54**. Mayo de 1995, fue el de mayor pastoreo con el 15.01 y 19.03% del área de las hojas. Es posible que el incremento en el área

consumida en esta especie hubiera sido provocada por *Dipithera festiva* (Fabricius), y mínimamente por *D. ingenita*, debido a que sobre la superficie de las hojas no se encontraron las marcas características de esta última, mientras que fue común encontrar los capullos de *D. festiva*.

L. racemosa, también registró incrementos en el forrajeo, al pasar de un promedio de 7.03 y 8.4% en el peso y área consumida a un 10.4 y 13.44%, un incremento equivalente a un 47.9% y 60%. Abril y mayo fueron los de mayor herbivoría como se observa en la **figura 54**, en el mangle blanco el pastoreo fue provocado por *D. ingenita*. Los efectos de este organismo fueron muy visibles sobre los árboles asociados a *R. mangle*, aunque éstos, nunca perdieron las hojas. La incidencia de este fenómeno fue mayor en bosques jóvenes de mangle blanco ubicados en la parte posterior de la margen izquierda del río.

En *C. erectus*, se observaron sobre las hojas los surcos característicos de *D. ingenita*; desde marzo hasta abril algunos árboles perdieron una parte de las hojas, en el resto del manglar el pastoreo sobre el mangle botoncillo fue menos significativo. Este consumo pasó de un promedio de 4.73 a 7.6% del peso de las hojas, lo que representó un incremento de hasta 60.6% del área foliar, y el mes de marzo el más notable como se observa en la **figura 55.**

Los efectos de *D. ingenita* en *R. mangle*, fueron catastróficos, debido a que se registró un incremento enorme en el forrajeo, pasando de un promedio 1.97% del área consumida a 16.96%, este consumo corresponde al 19.3% de la superficie de cada hoja, como se observa en la **figura 55**. Abril fue el de mayor ataque de *D. ingenita* con 19.7% del peso de las hojas y hasta un 23.3% de superficie de las mismas. Esto provocó que todos los árboles de *R. mangle*, ubicados en la margen izquierda del río y en menor medida los del lado derecho perdieran completamente las hojas. A finales de mayo de 1995 unas 160 h, del rodal de mangle rojo quedaranon desprovistas de hojas. La presencia de esta mariposa permaneció hasta el mes de junio. Este fenómeno fue tan agudo en la margen izquierda del río que hasta el 3.5% de los árboles de mangle rojo murieron.

La temperatura y salinidad se incrementaron ligeramente durante los meses de marzo-mayo, debido a que 1995 fue un año con un estiaje prolongado donde las primeras lluvias se presentaron hasta mediados de junio, con la llegada de las primeras lluvias la

:nayoría de los árboles comenzaron a retoñar y dos meses después recuperaron las hojas. Es :mportante mencionar que este fenómeno sólo se había producido anteriormente en 1988, el :ual fue un año extremadamente seco, en abril y mayo de 1998 el fenómeno se ha vuelto a epetir con menor intensidad.

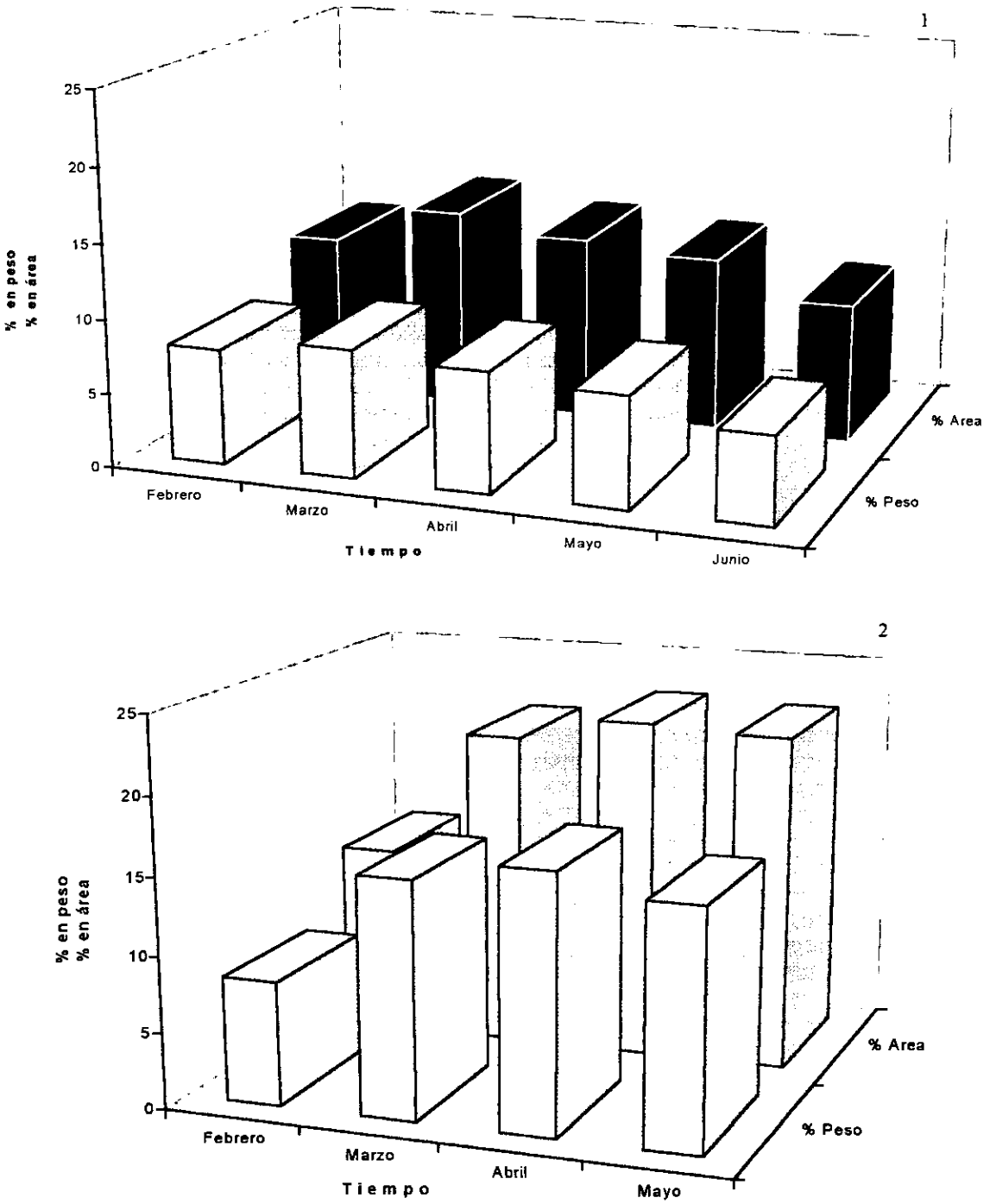


Fig. 55 Incremento de la herbivoría sobre las hojas de: 1 *C. erectus* y 2 *R. mangle* provocado por *Dalcerides ingenita*, un lepidóptero nocturno durante 1995.

6. Degradación de hojas amarillas, contenido de humedad, materia orgánica, nitrógeno y fósforo total en hojas verdes de mangle.

6.1 Degradación de hojas amarillas en las especies de mangle. En la estación 5, la velocidad de degradación de las hojas de todas la especies fue mucho menor al de la 6. La mayor resistencia a la degradación en ambos ambientes fue ofrecida por *R. mangle*, seguido por *C. erectus* y *L. racemosa*, mientras que en *A. germinans* el material se degradó en un tercio del tiempo del mangle rojo.

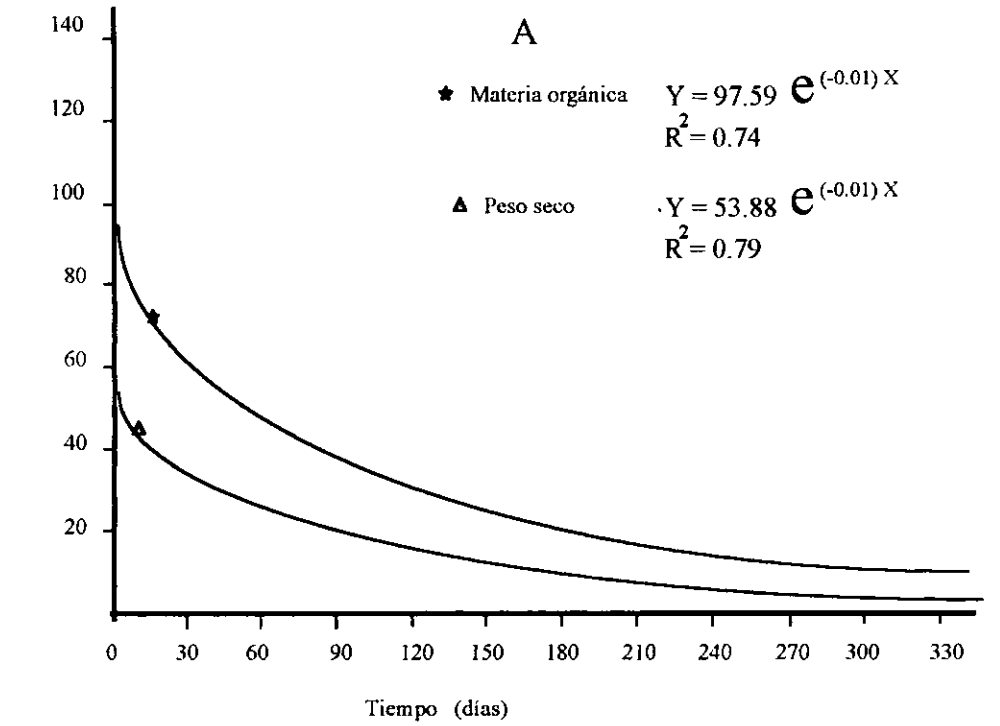
En la estación 6, caracterizada por la presencia de agua estancada, la degradación de *R. mangle* se completó en 315±16 días, en este lapso se perdió hasta el 92.8% del peso seco inicial y el 92.26% del contenido de materia orgánica contenida en las hojas; por el contrario en la estación 5, con gran movimiento de agua el proceso de degradación se completó en 254±10 días, durante los cuales se perdió el 91.05 y 96.06% del peso seco y la materia orgánica(**Fig. 56**). Entre ambos ambientes medió un tiempo de 61 días, con variaciones notables en la temperatura y salinidad entre los dos sitios, estos fueron más significativos en donde el agua no presentaba movimiento (**Tabla 28**). El ajuste estadístico realizado sobre los datos obtenidos en el campo mostró una correlación diferente para ambas estaciones, entre la pérdida de peso seco y la materia orgánica, obteniéndose las siguientes ecuaciones:

Agua Estancada

Peso Seco	$Y = 53.88\ e^{(-0.01)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.79$
Materia Orgánica	$Y = 97.59\ e^{(-0.01)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.74$

Agua Corriente

Peso Seco	$Y = 50.67\ e^{(-0.01)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.89$
Materia orgánica	$Y = 99.16\ e^{(-0.01)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.83$



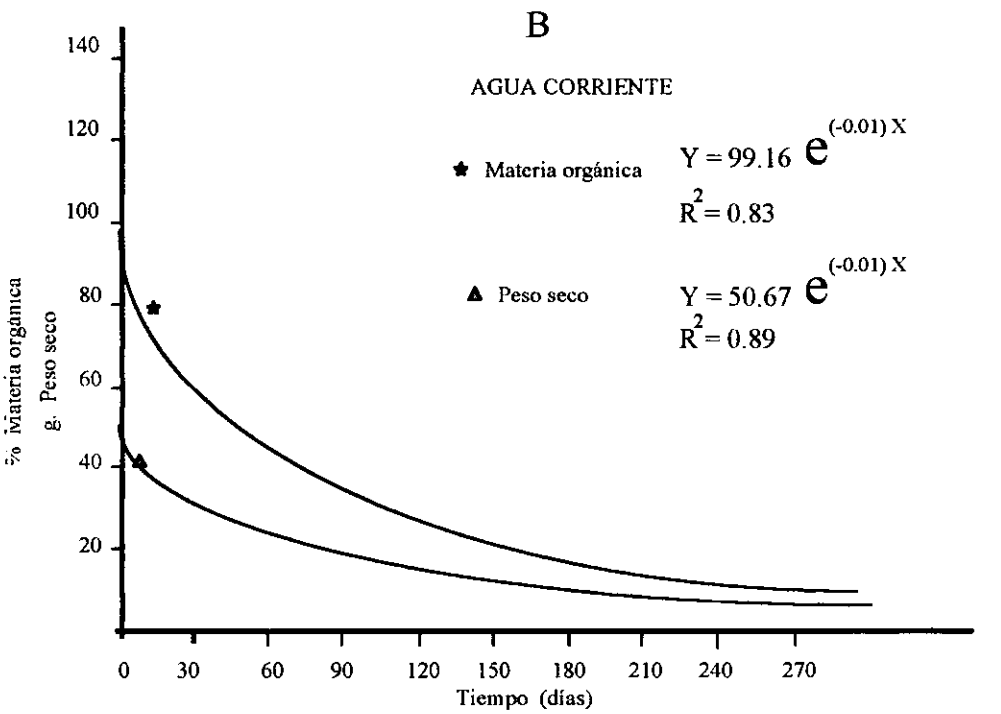


Fig. 56 Perdida de materia orgánica y peso seco en hojas amarillas de *R. mangle* colocadas a degradar en un ambiente de agua estancada (A) y agua corriente (B).

Tabla 28. Pérdida de peso seco y materia orgánica en hojas amarillas de mangle, en dos tipos de ambientes.

Especie	No. días	Diferencia	Peso seco %↓	M. orgánica %↓	Variación T°C	Variación S‰
*R mangle 6**	315	61	92.8	92.26	27 - 33	2 - 29
Estación 5**	254		91.05	96.06	17 - 24	0 - 18
C .erectus 6	254	142	88.8	89.2	27 - 33	2 - 29
Estación 5	112		83	97.7	17 - 21	8 - 18
L.racemosa 6	153	70	85.04	94.12	27 - 33	5 - 29
Estación 5	83		92.11	96.06	17 - 22	0 - 18
Agerminans 6	136	86	89.05	92.32	27 - 33	16 - 29
Estación 5	50		90.77	95.38	17 - 21	12 - 16

*Estación agua estancada, **Estación agua corriente, %↓ Pérdida de Peso seco y Materia orgánica.

Las hojas de *C. erectus* colocadas en la estación 6 completaron el ciclo de degradación en 284±22 días, durante los cuales se perdió el 88.8 y 89.2% del peso seco y materia orgánica, la pérdida de estos componentes fue muy homogénea y semejante en este lugar; por el contrario en el lugar de agua en movimiento este fenómeno fue desigual como se observa en la **figura 57**., aquí a los 50 días de iniciada la descomposición del material, sólo se había perdido un 50% del peso seco y hasta 2/3 partes de la materia orgánica. Al final del experimento se perdió más materia orgánica que peso seco (83 y 97.7%) (**Tabla 28**), en esta estación el proceso sólo requirió de 112±7 días. Fue la especie donde se registró la mayor diferencia entre la degradación en un ambiente y otro (142 días). El ajuste realizado sobre los datos obtenidos en el campo mostró una correlación muy cercana entre la pérdida de peso seco y materia orgánica, como se observa en las siguientes ecuaciones:

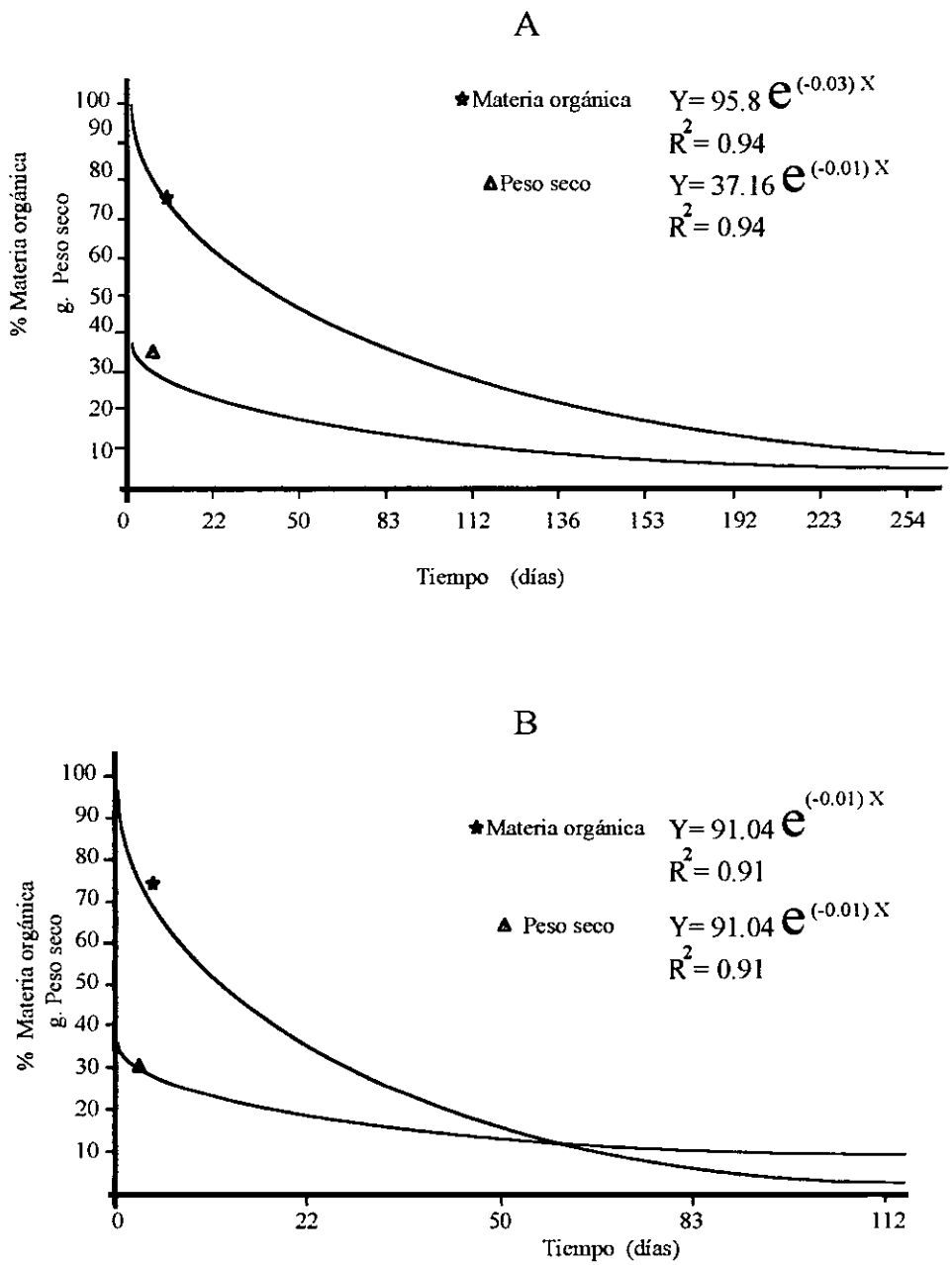


Fig. 57 Perdida de materia orgánica y peso seco en hojas amarillas de *C. erectus* colocadas a degradar en un ambiente de agua estancada (A) y agua corriente (B).

Agua Estancada

Peso Seco	$Y = 37.16\ e^{(-0.01)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.94$
Materia orgánica	$Y = 95.81\ e^{(-0.01)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.94$

Agua Corriente

Peso seco	$Y = 34.73\ e^{(-0.01)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.98$
Materia orgánica	$Y = 91.04\ e^{(-0.03)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.91$

En *L. racemosa* la velocidad de descomposición fue más breve que en las especies anteriores; las hojas colocadas en la estación 6 tardaron en descomponerse 153±19 días, tiempo en el cual se perdió hasta el 85.04 y 94.12% del peso seco y la materia orgánica contenida en las hojas de esta especie (**Tabla 28**). El tiempo de descomposición en la estación cinco se realizó en sólo 83±6 días y la pérdida de los componentes estudiados fue de 92.11% del peso seco y hasta 96.06% de la materia orgánica, en la **figura 58** se observa el proceso completo en los dos ambientes. La diferencia de tiempo entre los dos sitios fue de 83 días,. El ajuste sobre los datos obtenidos en el campo mostró coeficientes de correlación distintos para el proceso de degradación en agua estancada y semejantes para el sitio de agua corriente, en ambos casos los coeficientes fueron altos, las ecuaciones obtenidas son:

Agua estancada

Peso seco	$Y = 43.56\ e^{(-0.02)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.91$
Materia orgánica	$Y = 100.68\ e^{(-0.02)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.96$

Agua corriente

Peso seco	$Y = 36.04\ e^{(-0.02)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.99$
Materia orgánica	$Y = 99.91\ e^{(-0.03)x}$	Coeficiente de correlación $r^2 = 0.98$

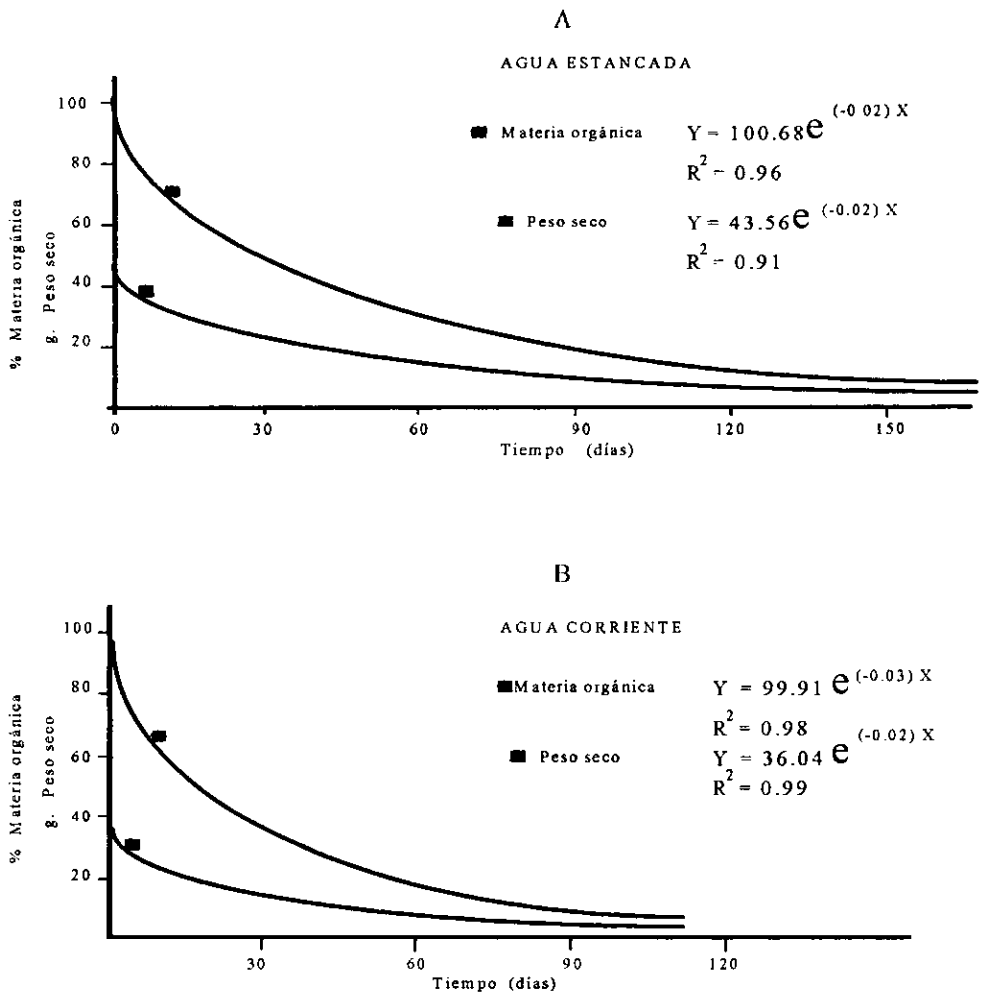


Fig. 58 Pérdida de materia orgánica y peso seco en hojas amarillas de *L. racemosa* en dos ambientes. (A) agua estancada (B) agua corriente

A. germinans fue la especie cuyas hojas ofrecieron la menor resistencia a la descomposición, en la estación 6, necesitaron sólo 136±12 días para degradarse, mientras que en el segundo sitio las hojas se perdieron en 50±5 días. Las diferencias más significativas se registraron entre la pérdida del peso seco y la materia orgánica en el sitio de agua corriente como se observa en la **Tabla 28**, en esta estación en los primeros 50 días se perdió hasta el 90.77% del peso seco y 95.38% de la materia orgánica. La diferencia entre ambos sitios fue de 86 días, en la **figura 59** se observan los detalles del proceso completo en

las dos estaciones estudiadas. El ajuste de los datos demostró coeficientes de correlación semejantes, como se observa en las siguientes ecuaciones:

Agua estancada

Peso seco	$Y = 37.31\ e^{(-0.02)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.96$
Materia orgánica	$Y = 96.23\ e^{(-0.03)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.99$

Agua corriente

Peso seco	$Y = 43.02\ e^{(-0.05)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.95$
Materia orgánica	$Y = 97.73\ e^{(-0.05)x}$	Coeficiente de correlación	$r^2 = 0.94$

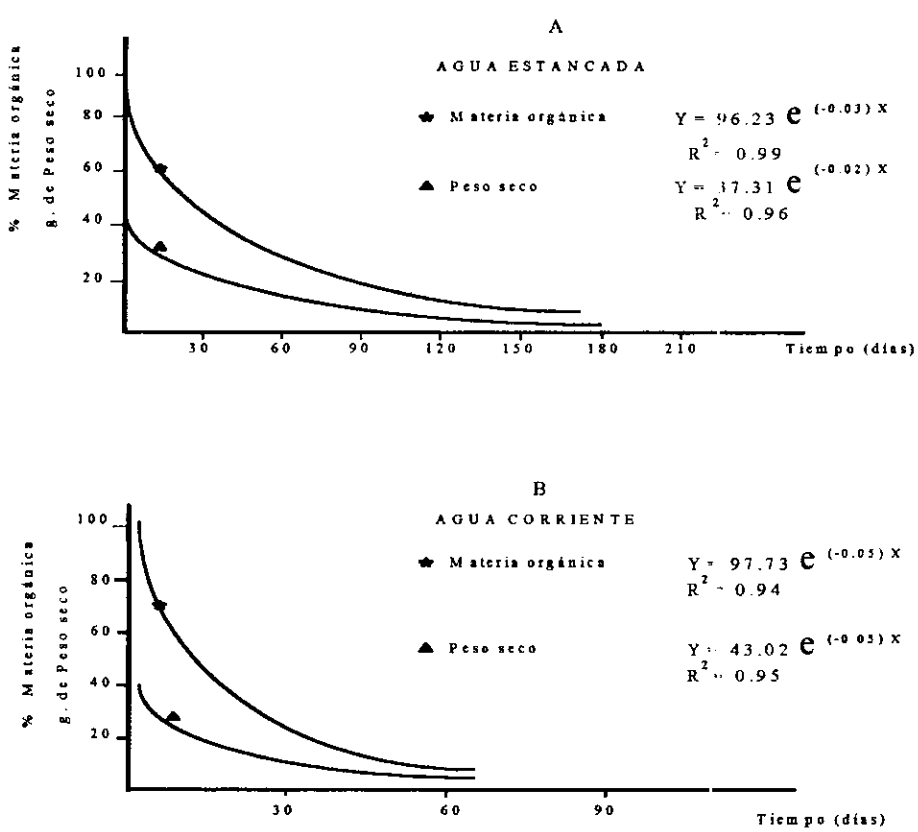


Fig. 59 Pérdida de materia orgánica y peso seco en hojas amarillas de A. germinans colocadas a degradar en un ambiente de agua estancada (A) y a una corriente (B).

6.2. Contenido de materia orgánica humedad, fósforo y nitrógeno total (P_T y N_T) en hojas verdes de mangle.

Los resultados obtenidos mostraron variaciones sorprendentes para cada parámetro en cada una de las especies de mangle estudiada.

En *R. mangle* el contenido de materia orgánica al inicio fue de 88.05%, durante los siguientes 60 días ésta se incremento hasta 94.82%, reduciéndose a los 75 días a 69.55%. El contenido de humedad en esta especie al igual que en *C. erectus* fue el más bajo de todos los casos estudiados. Este parámetro mostró un patrón de variación semejante a la materia orgánica, como se observa la **figura 60**. En las hojas verdes del mangle rojo se registró el menor contenido de fósforo total (P_T) con 253.64μgP_T/g de hoja, posteriormente este compuesto se incrementó durante los siguientes 45 días de iniciada la degradación de 253.64 a 482.21μgP_T/g de hoja, disminuyendo al final de este tiempo como en los parámetros anteriores. El contenido inicial de nitrógeno total (N_T) fue de 12,443.7μg N_T /g de hoja disminuyendo los primeros 15 días durante la autólisis de las hojas a 5,395 μg N_T /g de hoja, una pérdida de hasta el 57% del contenido inicial de N_T en las hojas, posteriormente a los 45 días se observó una recuperación en el contenido de este compuesto, el cual se elevó a 9,125.3 μg N_T /g de hoja, como se observa en la **figura 60.**

En el mangle blanco, las variaciones en el contenido de materia orgánica y humedad en las hoja fueron muy semejantes a las observadas en el mangle rojo, *L. racemosa* fue el mangle con mayor contenido de humedad en las hojas (85.80%). El contenido inicial de P_T en las hojas verdes fue de 277μg P_T /g de hoja, posteriormente a los 45 días el contenido de este compuesto en el material se elevó a 558.6μg P_T /g de hoja disminuyendo ligeramente en los siguientes 30 días. Por el contrario, el contenido de N_T fue el menor de todas las especies analizadas con 7005.82μg N_T /g de hoja. Al igual que en el mangle rojo las variaciones más significativas se registraron a los 15, 45 y 75 días de iniciado el fenómeno. En *L. racemosa* como en el caso anterior, máximos de P_T y N_T, se registraron a los 45 días de iniciada la degradación como se observa en la **figura 61**.

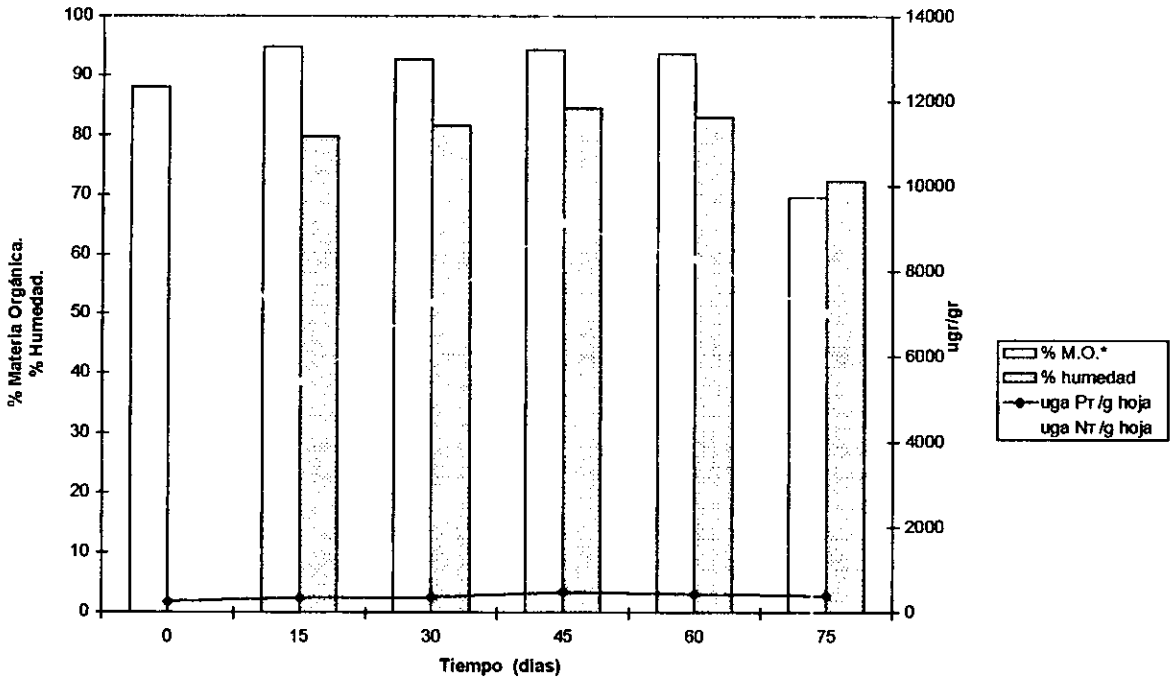


Fig. 60 Variación del contenido de humedad, materia orgánica, nitrógeno y fósforo total en hojas verdes de *R. mangle* en proceso de degradación.

A. germinans fue el mangle con menor contenido de materia orgánica (80.24%), con los valores mínimos al principio y final del experimento y un máximo (92.32%) a los 30 días de iniciada la degradación, por el contrario fue la especie que presentó en las hojas verdes al inicio del proceso los valores más elevados de P_T y N_T con 722.88µg P_T /g de hoja y 20,011µg N_T /g de hoja, en los dos compuestos se registró una disminución drástica de 36.8 y 51.3%, al momento de colocar el material a degradar, incrementándose ligeramente a los 45 días; mientras que contenido de N_T siempre fue a la baja a lo largo de los 75 días que duró el experimento, como se observa en la **figura 62.**

C. erectus fue la especie que presentó el mayor contenido de materia orgánica, con 85.59% y baja cantidad de humedad (80.22%). Se ubicó inmediatamente por abajo del mangle negro en el contenido inicial de P_T (608.5) y N_T (11,821.3), disminuyendo durante los primeros 15 días, para alcanzar un máximo de concentración de estos compuestos a los 60 y 45 días de iniciada la degradación, como se observa en la **figura 63.**

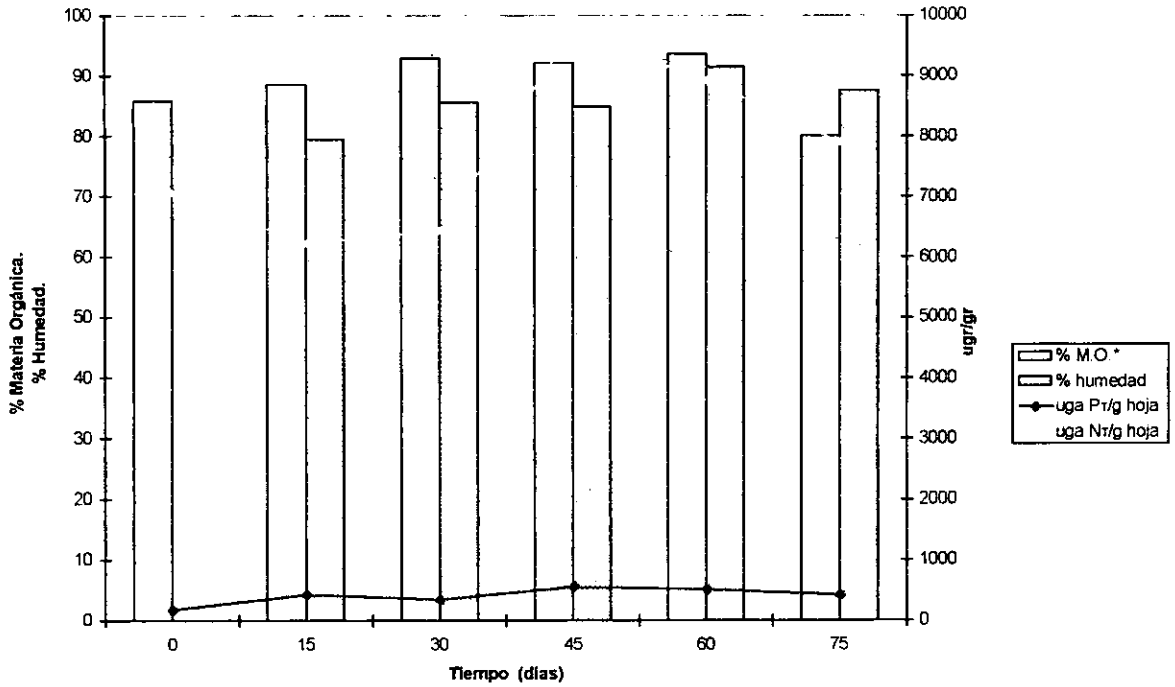


Fig. 61 Variación del contenido de humedad, materia orgánica, nitrógeno y fósforo total en hojas verdes de *L. racemosa* en proceso de degradación.

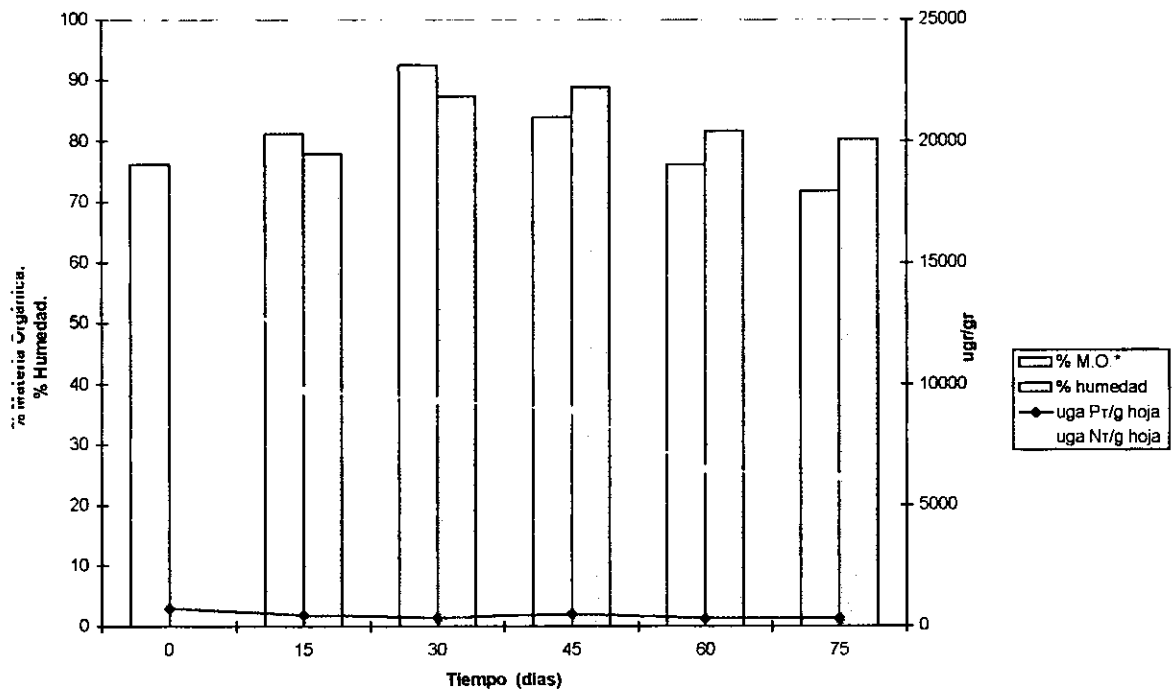


Fig. 62 Variación del contenido de humedad, materia orgánica, nitrógeno y fósforo total en hojas verdes de *A. germinans* en proceso de degradación.

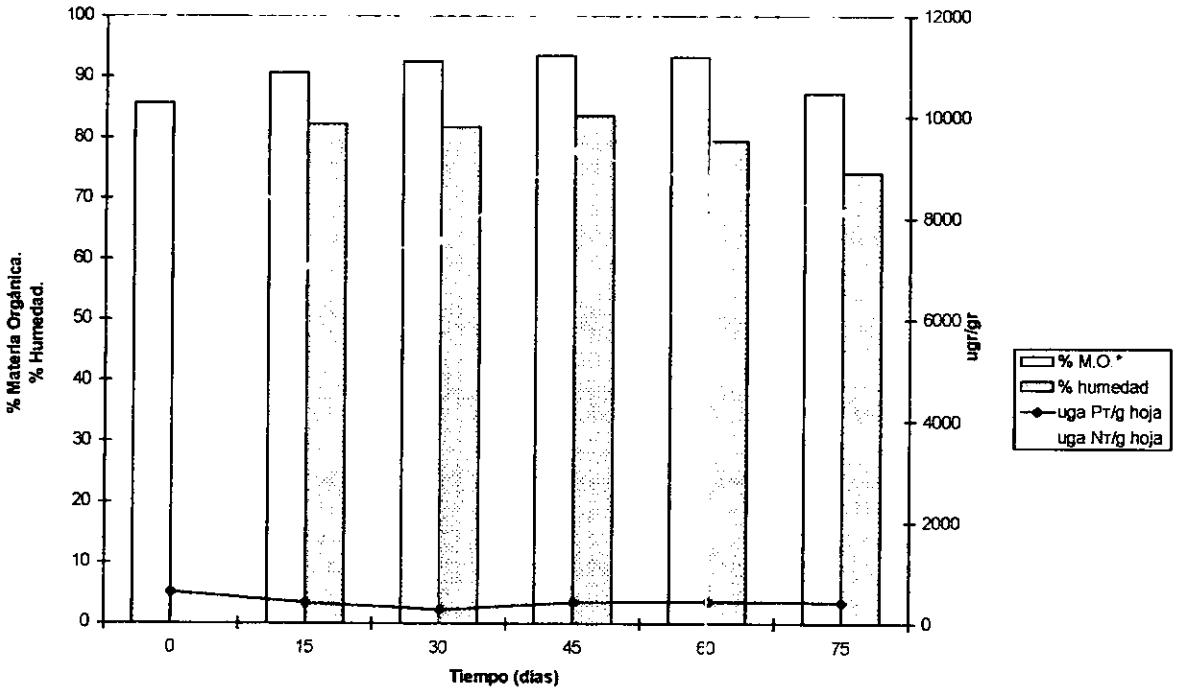


Fig. 63 Variación del contenido de humedad, materia orgánica, n trógeno y fósforo total en hojas verdes de *C. erectus* en proceso de degradación.

Durante el tiempo que duró esta experiencia (75 días). Las hojas estuvieron expuestas a variaciones en la temperatura de 27 a 31°C, mientras que la salinidad se modificó de 16 a 28‰

Tabla. 29 Contenido de materia orgánica, humedad, fósforo y nitrógeno total (P_T y N_T) en hojas verdes.

R. mangle	% M.O.**	% humedad	µg P_T /g hoja	µg N_T /g hoja
1*	88.05	----------	253.64	12443.70
2*	94.82	79.86	350.03	5392.30
3*	92.68	81.57	354.95	7258.89
4*	94.24	84.46	482.05	9125.42
5*	93.70	83.05	431.21	8293.60
6*	69.55	72.34	399.12	7005.45
L. racemosa	85.82	---------	177.55	7051.50
2	88.58	79.55	431.20	6221.88
3	92.90	85.63	349.99	6428.80
4	92.17	84.82	558.00	9747.64
5	93.60	91.46	507.16	8918.00
6	80.13	87.56	422.01	7905.14
A. germinans	76.18	---------	722.88	20011.40
2	81.14	77.77	456.56	9747.61
3	92.32	87.31	342.55	9332.85
4	83.92	88.88	494.45	8918.05
5	76.15	81.59	305.81	6475.72
6	71.74	80.40	294.62	6125.03
C. erectus	85.59	---------	608.74	11821.60
2	90.64	82.23	393.15	7051.50
3	92.52	81.69	268.77	7549.19
4	93.48	83.62	418.50	9332.79
5	93.20	79.48	431.21	8710.63
6	87.23	74.12	409.16	8114.23

* No. de evaluaciones realizadas, con una frecuencia quincenal. **materia orgánica.

7. Exportación de detritos del manglar al estuario.

La simulación del transporte de detritos se determinó mediante las esferas colocadas en algunas estaciones, así como mediante la colecta del detritos que salen durante el reflujo de la marea. Los resultados obtenidos indican que el manglar exporta hacia la zona estuarina cantidades variables de detritos, con desigual contenido de materia orgánica (MO) a lo largo del año. El desplazamiento de las esferas del manglar hacia la zona de playas fue desigual, como se observa en la **Tabla 30**. El número de esferas recuperadas fue mayor en aquellas estaciones (1,3) ubicadas en los manglares ribereños donde el nivel de inundación fue permanente, incluso mientras más cercana a la playa estaba la estación (3). Por otro lado, en la estación 2, un 67% de las esferas fueron destruidas por cangrejos *Gecarcinus quadrata* y *G. crassum* los cuales fueron encontrados en abundancia en esta localidad. En la estación 5, localizada sobre la playa, las esferas después de dos años sólo habían sido dispersadas en un radio de 30 m. De 400 esferas colocadas, el mayor transporte de esferas hacia la playa se registró en la época de lluvias; en los 30 días inmediatos a la colocación del material se recuperaron ocho esferas, en el siguiente mes cinco; mientras que las últimas dos fueron recuperadas ocho meses después (abril), cuando el nivel de las mareas fue el más alto del año.

Tabla 30. Exportación de esferas desde el manglar hasta la zona de playa.

Estación	Distancia a la playa (m)	Esferas:1-6 Meses[1]	Esferas :7-12meses
1. Manglar ribereño	1050	4	1
2. Manglar de cuenca	1550	2	-
3. Manglar ribereño	800	7	1
5. Manglar de borde	925	-	-

1. Tiempo en el cual se recuperaron.

De manera semejante, el mayor transporte de detritos hacia el estuario se realizó en la época de lluvias de julio a octubre y los más pobres durante la época de secas de enero hasta abril. El promedio de detritos exportado a lo largo de 29 meses fue de 68.22g./m^3/hora. En este periodo la cantidad más baja (27.8 g./m^3/hora) se registró en agosto de 1994, mientras que en octubre de 1993 el más alto con 122.2g/m^3/hora, como se observa en la **figura 64**. Los valores de detritos tan elevados observados al final del periodo

de estudio se deben al fenómeno de herbivoría masiva descrito anteriormente. Durante estos meses la carga de detritos promedio se elevó hasta en un 220% (201.5g. peso seco/m^3/hora).

El contenido promedio de materia orgánica (MO) en los detritos exportados hacia el estuario durante el periodo de estudio fue de 57.08%. Siendo la época de secas (marzo de 1994) cuando los detritus presentaron el menor contenido (38.5%), contenidos mayores de 55% se registraron durante las lluvias, y noviembre de 1993 como el más sobresaliente (81.3%). Aún cuando la defoliación de los bosques durante la primavera de 1995 incrementó la carga de detritos en los canales, esta situación sólo incrementó ligeramente el contenido de materia orgánica en los detritos exportados (66.4%).

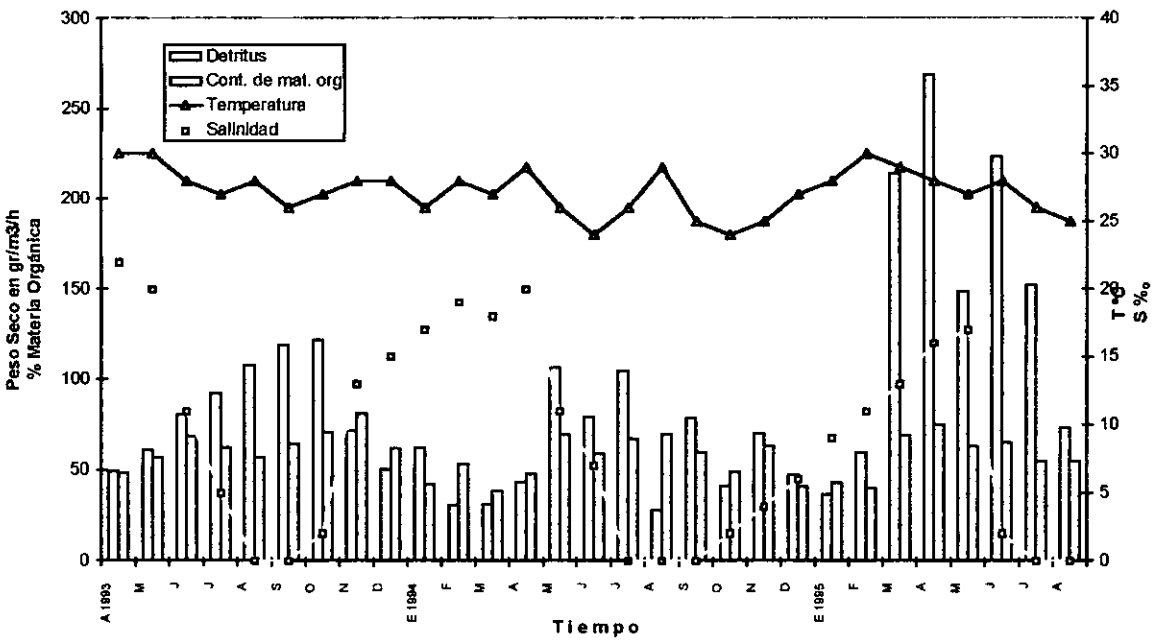


Fig. 64 Contenido de materia orgánica y cantidad de detritus exportados del manglar hacia el estuario.

Durante los 29 meses de estudio se realizaron determinaciones de temperatura y salinidad y aparentemente no se registró relación entre estos factores y la cantidad de detritus y contenido de MO. La temperatura fluctuó de 24 a 30°C. Los máximos y mínimos de salinidad siempre estuvieron relacionados con la época de secas y lluvias, en el primer caso la máxima salinidad se registró en abril y los mínimos en julio, agosto y septiembre como se observa en la **figura 64**.

8 Zonación, estructura y extensión del humedal. 2 Estudio de caso: deforestación de un área de manglar.

8.1 Zonación. Se registraron diversos tipos de asociaciones en los bosques de mangles así como diferente, altura, densidad de arboles y plántulas, dependiendo del grado de inundación, aportes de agua dulce, salinidad y lejanía del sitio de la zona marina.

8.1.1 Transecto 1. Con una longitud de 192m y un área total de 768m^2, se trazó en forma perpendicular a la línea de costa, desde el límite con la barra arenosa hasta el pie de monte en la parte posterior de la comunidad de Barra de Tecoanapa **(Fig. 65).** Es un rodal formado por *R. mangle* y *L. racemosa* y la Ciperacea *Abildgaardia mexicana* ubicada sólo en el canal. El número total de árboles registrados en el transecto fue de 236; 131 fueron de mangle blanco y 105 de rojo, cada árbol ocupó un área promedio de 4.25m^2 de terreno, esta área fue mayor en el mangle rojo, debido a que los árboles son más robustos. La altura promedio del rodal fue de 17.5m **(Fig. 65).** Por abajo del dosel del bosque, se registraron 954 hipocótilos flotando en el agua, 355 plantas de *R. mangle* y 271 de *L. racemosa*, un 62% de ellas correspondieron a plantas Tipo I, estas plantas eran menores de 15 meses de edad y presentan de 4 a 6 hojas; 21.6% correspondieron a plantas de Tipo II, las cuales presentaban de una a dos ramas; un 10.9% fueron plantas Tipo III, las cuales ya tenían un segundo conjunto de ramas, finalmente 5.5% de las plantas se clasificaron como Tipo IV, en éstas ya se había iniciado la formación de raíces aéreas. A lo largo del transecto existen áreas donde la concentración de plantas es más elevada, principalmente donde la cantidad de árboles es mayor. Este es un manglar residual, afectado por la extracción de madera, realizada principalmente sobre el mangle blanco, debido a ello existe una heterogeneidad de altura en los árboles, lo mismo existen árboles de 4.5 que de 24m de altura, muchos de estos han sobrevivido debido a que están deformado o torcidos. La mayor extracción de madera se registra en la zona cercana a la comunidad; a partir de la mitad del transecto, la densidad y altura de los árboles se incrementa. Es un manglar ribereño con influencia de marea en más de 700 veces por año, favorecido por la presencia de un canal

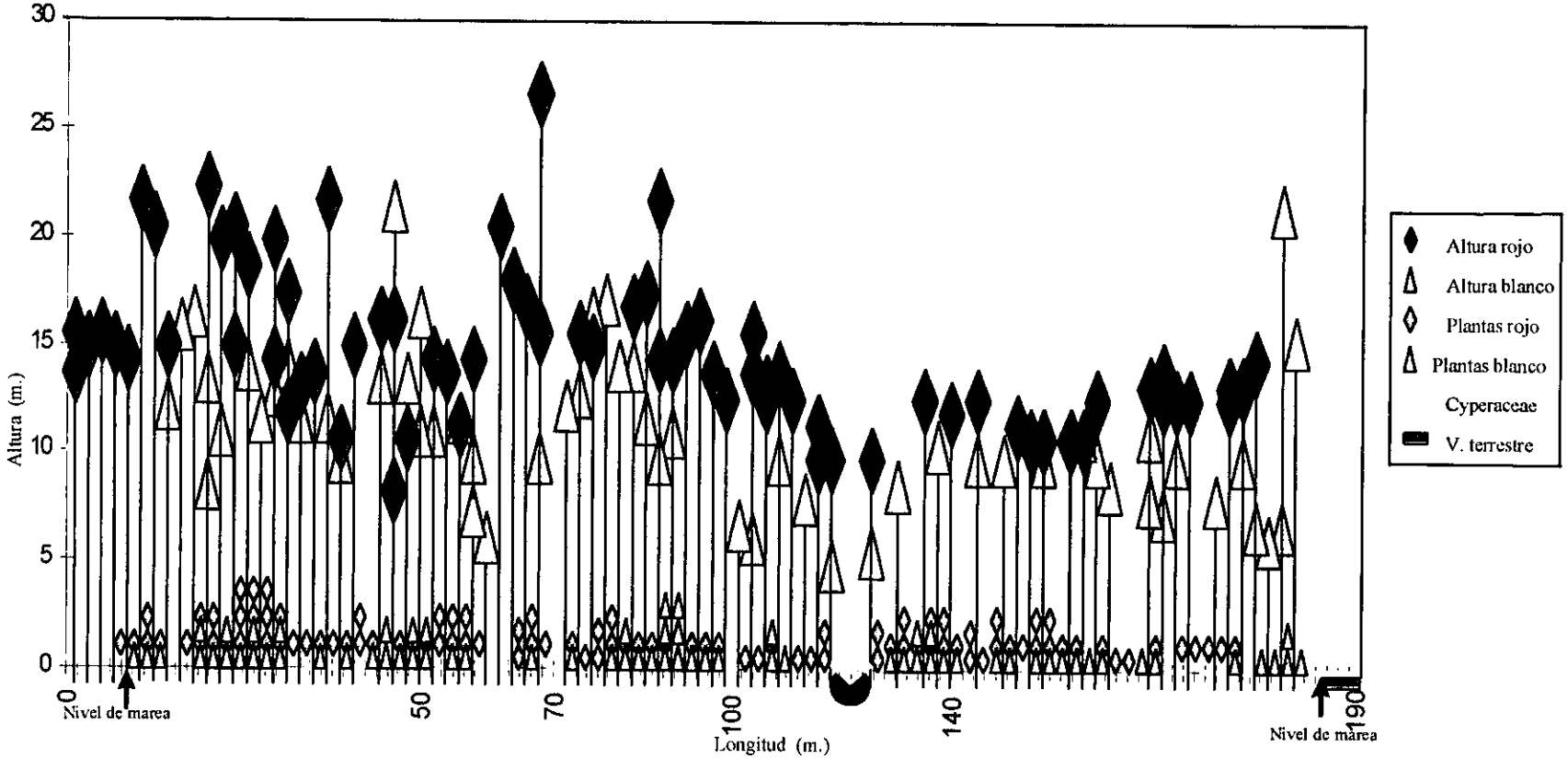


Fig. 65 Zonación y altura promedio de la vegetación en un transecto perpendicular a la linea de costa en un bosque de manglar ribereño. Transecto 1

que corre a lo largo del área arbolada. El promedio de inundación durante el mes de junio fue de 0.37m y 18‰ de salinidad.

8.1.2. Transecto 2. Este presentó 402m de longitud y un área de 1608m^2. Se trazó en forma paralela a la línea de costa, desde la orilla de un canal hasta la ribera del Río Quetzala **(Fig. 66).** Se registró una comunidad arbórea formada por diferentes asociaciones de las cuatro especies de mangle, mientras que la zona más elevada estaba cubierta por vegetación terrestre. Las características de la vegetación están concentradas en la **Tabla 30,** y el total de árboles fue 286.

Tabla. 30 Características y estructura de la vegetación en el transecto 2

Especie	No. árboles	Altura promedio(m)	DAP(cm)	No. Plantas	Ocupación*	Parámetros S‰
L. racemosa	96	4.8	7.3	105	4.6	17
R. mangle	35	8.3	14.4	80	6.2	Col. agua
A.germinans	95	6.9	18	90	8.0	15
C. erectus	64	4.3	12.3	76	5.9	E. terreno
V. terrestre	26	3.8	8.1	39	4.4	45

*Ocupación del terreno = Area(m^2) ocupada por cada árbol. Col. agua = altura(cm) de la columna de agua. E. terreno = Elevación (cm) del terreno en las áreas no inundadas

Cada árbol ocupó un área promedio de 4.7m^2 de terreno, esta área es mayor en el mangle negro donde la mayoría de arboles fueron más robustos, mientras que las menores dimensiones se registraron en el mangle blanco y la vegetación terrestre. Es un rodal residual afectado fuertemente por la extracción de madera, realizada principalmente sobre el mangle botoncillo y blanco, lo que ha provocado que el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles en las especies sujetas ha explotación presente tallas mínimas. Las áreas no inundadas registraron grandes claros donde son visibles gran cantidad de tocones. Los pocos árboles altos en la parcela han sobrevivido debido a que han superado el grosor requerido por los habitantes y/o están torcidos **(Tabla 30).** Este es un manglar tipo borde donde sólo la primera parte del transecto presenta un mínimo de

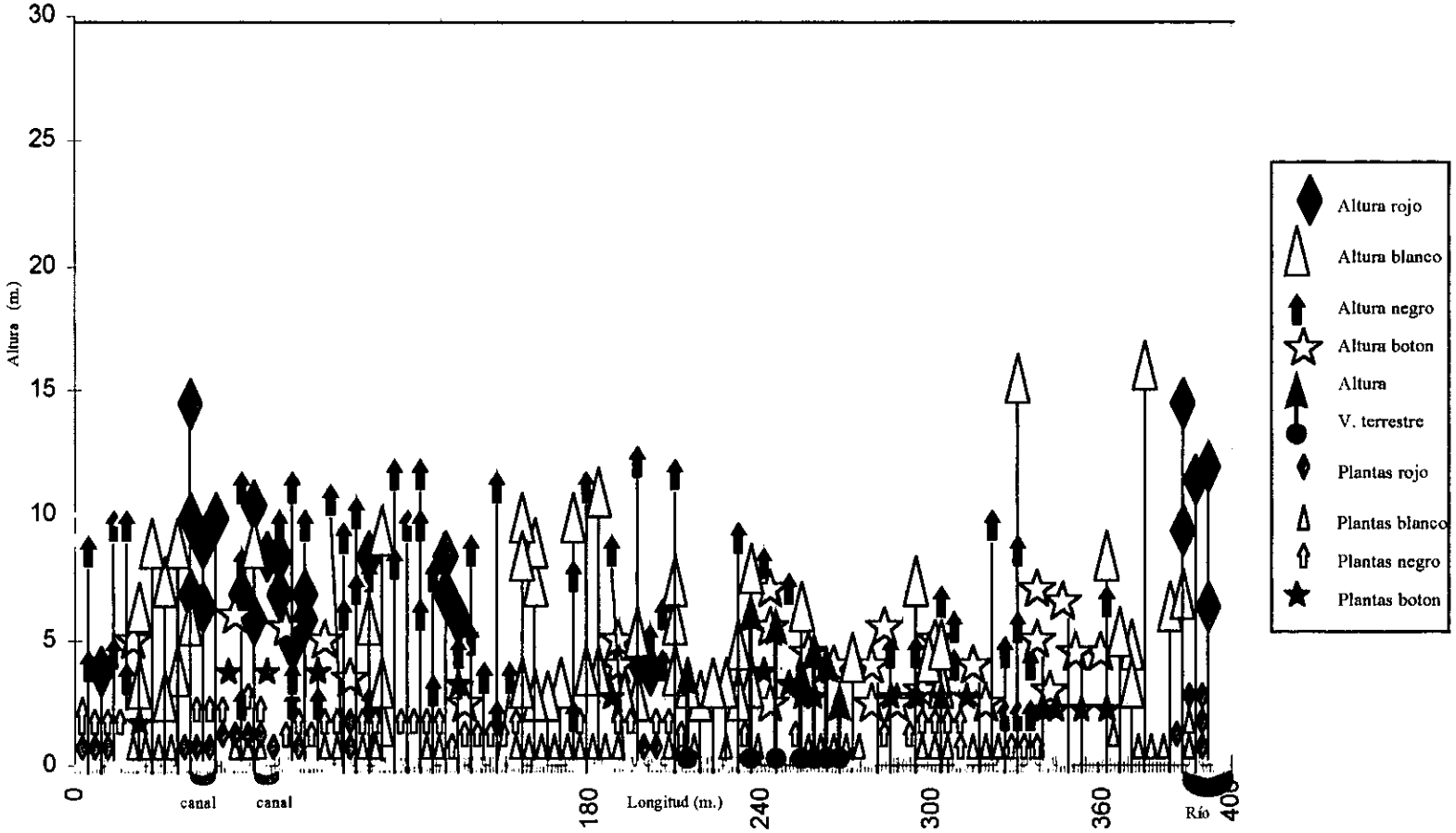


Fig. 66 Zonación y altura promedio de la vegetación en un transecto paralelo a la costa.
Transecto " 2 "

inundación. En el área inundada se registró una asociación entre *R. mangle, L. racemosa y A. germinans* mientras que en el resto del transecto no inundado, desaparece el mangle rojo y su lugar es ocupado por el mangle *C. erectus*. En las zonas más elevadas (0.45m), se registró la mayor cantidad de árboles de botoncillo y blanco asociados con vegetación terrestre como se observa en la **figura 66** En los últimos 25m debido a que el suelo está inundado sólo existe mangle blanco y rojo, los cuales prosperan en el borde del Río Quetzala.

A lo largo de todo el transecto, por abajo del dosel del bosque, se registraron 390 plantas, de éstas un 73.9% corresponden a plantas Tipo I, un 17.2% de plantas son Tipo II, mientras que el resto fueron plantas Tipo III. Comparativamente con otros transectos la densidad es baja para todas las especies de mangles.

8.1.3. Transecto 3. Se extendió a lo largo de 300m de longitud, y 1136m^2. Se trazó en forma paralela a la línea de costa, desde el pie de monte hasta la orilla del canal principal que comunica al manglar con el río **(Fig. 67).**

Tabla. 31. Características y estructura de la vegetación en el transecto 3.

Especie	No. árboles	Altura(m.)	DAP(cm.)	No. plantas	Ocupación*	Parámetros
L.racemosa	152	13.6	17.5	702	7.4	S‰ 12.2
R. mangle	111	14.7	21	332	8.1	C.agua 37

*Ocupación del terreno = Area(m^2) ocupada por cada árbol. C. agua = altura(cm) de la columna de agua en las áreas inundadas.

En la **Tabla 31,** están concentradas las características de la vegetación. El número de árboles fue de 263, Cada uno ocupó un área de 7.7m^2, que es ligeramente más grande en el mangle rojo donde la mayoría de árboles presentaron copas mayores. Es un bosque ribereño formado por la asociación de *R. mangle* y *L. racemosa*, mientras que en las zonas no inundada, se registró vegetación terrestre, con algunos árboles de porte pequeño como *Entada polystachya* y *Guazuma ulmifolia*, en los primeros 20m de la zona seminundada se registró el helecho *Acrostichum danaeifolium*. Los primeros 115m donde el nivel de inundación es menor a 20cm, dominados por *L. racemosa* en densidad y altura, existen árboles que superan los 25m de altura y DAP mayores de 30cm **(Fig. 67)**

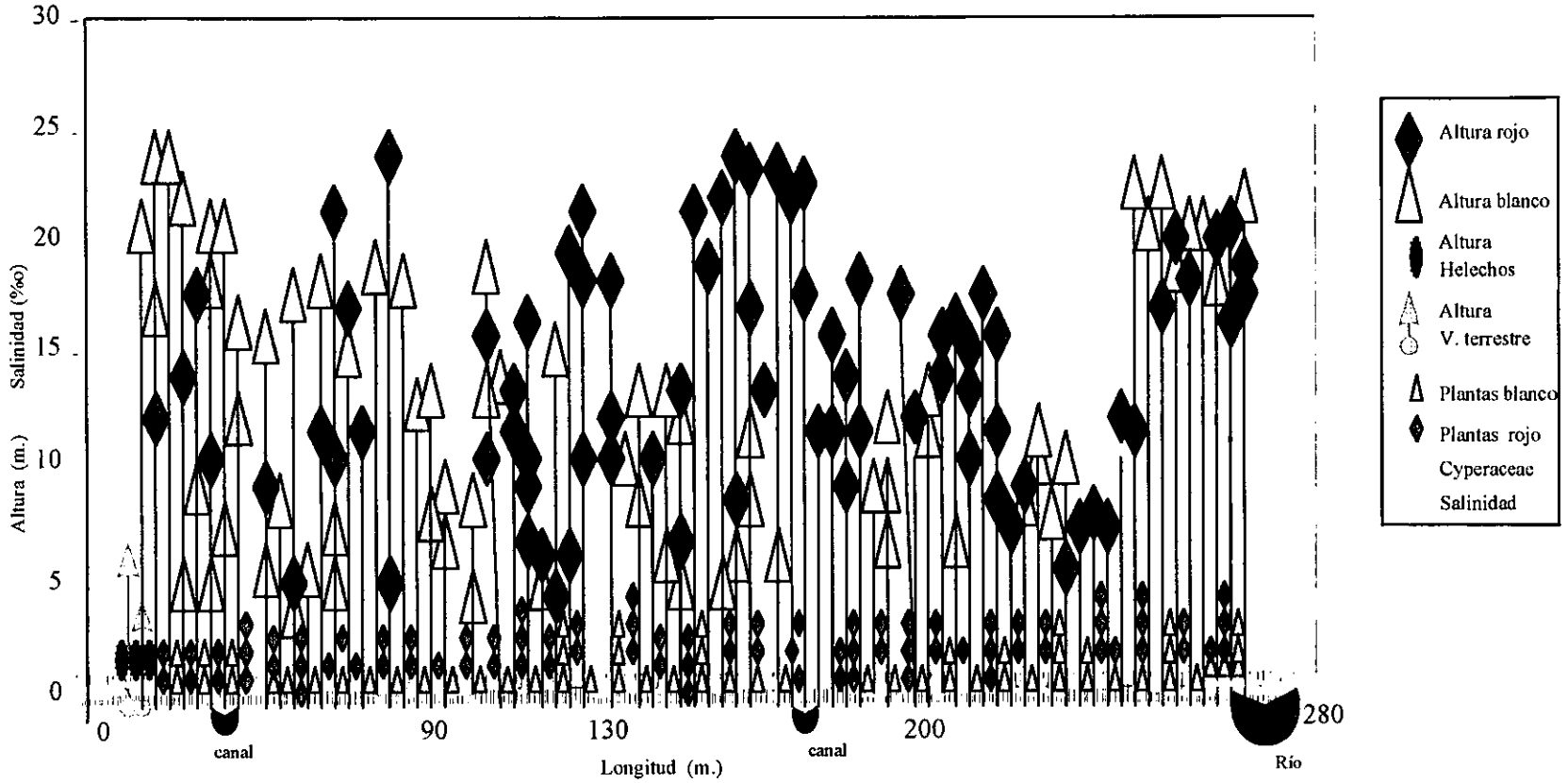


Fig. 67 Zonación y altura de la vegetación en un transecto paralelo a la linea de costa. Transecto " 3 "

A partir de los 120m se registró un área donde se ha extraído madera de mangle blanco, en los claros donde la iluminación penetra hasta el piso del bosque se registraron algunos árboles de 2 a 3m de altura de *Annona glabra* y la hidrófita *Crinum erubescens*, esta última florece ampliamente en julio-septiembre. En la parte central y más inundada (51cm) del transecto se invierte el dominio con árboles de *R. mangle* de una gran altura (24m) y un gran porte (32cm), hacia los 160m de longitud, la altura del mangle rojo disminuyó a menos de 20m y aumenta la densidad. Hacia la última parte del transecto, a lo largo de unos 38m existe una asociación muy compacta de las dos especies de mangle con gran porte y altura, esta asociación se ve interrumpida bruscamente en los últimos 25m, por la Ciperacea *A. mexicana* **(Fig. 67).** Toda el área estaba inundada (0.37cm), algunos canales atraviesan, facilitando el movimiento del agua, mientras que la salinidad fue de 12.2‰ **(Tabla 31).** Se cuantificaron 1034 plantas de las cuales 54.2% son del Tipo I; 27.8% Tipo II, 6.2% corresponden a plantas Tipo III, mientras que el 11.8% restantes fueron Tipo IV. Este transecto correspondió a la densidad de plantas mayor (1 planta/0.8m^2).

8.1.4. Transecto 4. Fue el más largo con 944m y un área de 3776m^2. Se trazó en forma perpendicular al mar desde la playa. El transecto atravesó varios tipos de comunidades y asociaciones vegetales, que van desde asociaciones de mangle, halófitas, manglar - pastizal, pastizal, pastizal - palmar, pastizal - vegetación terrestre, tular, pantano, como se observa en la **figura 68 A-D.** Debido a la heterogeneidad de formas vegetales sólo se contabilizaron los árboles ubicados a lo largo del transecto, mientras que en las zonas de halófitas, pastizal y tular solo se midió la altura, densidad de plantas/m^2 y amplitud de las franjas de esta vegetación. En la **Tabla 32.** se ha concentrado las características más sobresaliente de la vegetación de este transecto.

Tabla.32. Características y estructura de la vegetación en el transecto 4.

Especie	No. árboles	Altura (m)	DAP (cm)	No. Plantas	Ocupación *	Parámetros
L.racemosa	271	6.2	4.1	195	2.1	S‰
R. mangle	47	8.0	7.5	43	2.5	18
A.germinans	72	7.1	10.1	44	2.3	C. agua
C. erectus	35	6.6	11.6	33	2.6	40
V. terrestre	114	8.3	12.5	207	2.8	E. terreno
Pastizal		1.5		29/m2		44
Tular		3.0		11/m2		

*Ocupación del terreno = Area(m^2) ocupada por cada árbol. C. agua = altura(cm) de la columna de agua en las áreas inundadas. E. terreno = Elevación(cm) del terreno en las áreas no inundadas.

El número de árboles fue de 539; y el área ocupada por cada uno fue de 2.4m^2 de terreno. Se registraron tres tipos de rodales: de borde, ribereños y de cuenca. En los primeros 20m se registró una franja de manglar de borde de 12m de altura, formada por mangle botoncillo en el estrato bajo y mangle blanco y rojo en la parte alta sobre sedimentos de arena. Esta franja está separada por un canal de 3m de ancho y 1.5 de profundidad. En los siguientes 440m se registró un manglar de *L. racemosa* muy reciente de aproximadamente 4m de altura, desarrollado sobre un antiguo bosque ribereño de *L. racemosa* y *A. germinans*. Este rodal se encuentra inundado en forma permanente (53cm y 20‰), como se observa en la **figura 68–A**. Se registraron en esta área hasta 195 plantas de mangle blanco y algunas de rojo, la baja densidad es resultado de la altura de la columna de agua, que impide el arraigamiento de las semillas. Al término de esta área (475 a 585m) el nivel de inundación disminuye, dando paso a una asociación de mangle negro con algunos claros ocupados por *Batis maritima* donde la salinidad es mayor a 25‰. Durante la época de secas esta halófita desaparece quedando los claros descubiertos de vegetación. En las zonas donde la salinidad es mas elevada, prospera una comunidad de *A. germinans* tipo "enano" menor a 2.5m, en este sitio se observó una gran cantidad de plantas de esta especie. En las áreas donde la salinidad es menor a 25‰, la altura de esta especie se incrementa por arriba de 5m, esta área es un rodal de cuenca **(Fig. 68 B y C)**. En el límite de esta franja de mangle el terreno se eleva ligeramente (+35cm), y el suelo no está inundado, la salinidad desaparece. Aquí se ha desarrollado una asociación de mangle *C. erectus*, pastizal natual y vegetación terrestre, el mangle botoncillo se encuentra diseminado entre el pastizal en forma de isletas de 4 a 7 árboles, alternados con árboles de 6 a 8m de *Byrsonima crassifolia* y *Curatella americana*, es común encontrar a *Bromelia pinguin*, entre las gramíneas: *Soderstromia mexicana*, *Bouteloua repens*, *Dactyloctenium aegyptium* y *Digitaria sanguinalis*. **(Fig. 68 C)**. Esta área esta limitada por un canal de aproximadamente 18m de ancho por 3 de profundidad; en ambas orillas prospera *L. racemosa y R. mangle*, más allá del canal la franja se extiende en unos 45m, sobre suelo ligeramente inundado, con árboles mayores a 6m de altura que prosperan en salinidades <15‰. En el límite desaparece *R. mangle*, sucediéndose una asociación de mangle blanco-negro y *Annona grabra*, con árboles de 4 a 5m de altura, posteriormente el terreno se eleva nuevamente (0.47cm), reapareciendo

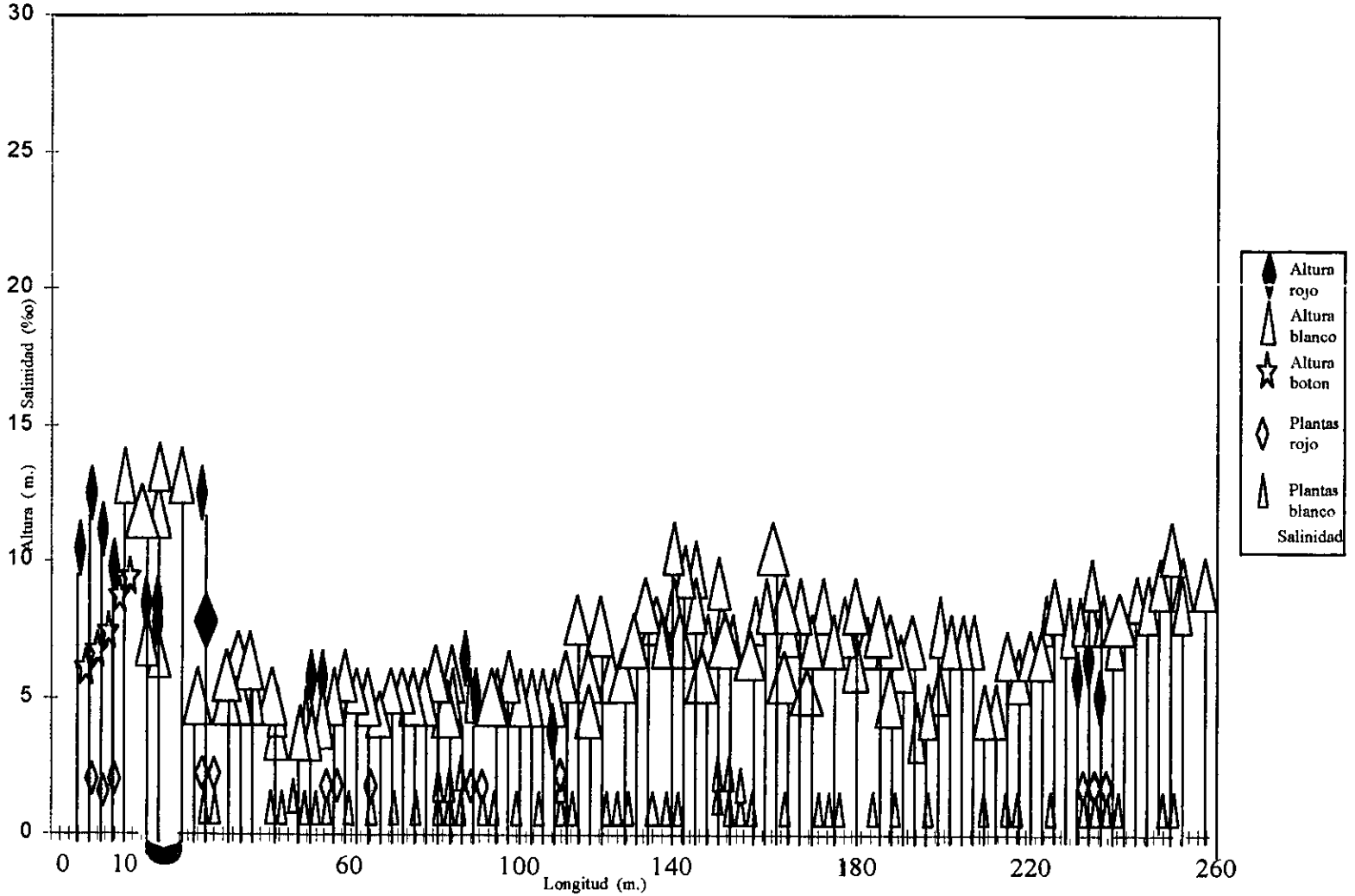


Fig.68 A Zonación y altura promedio de la vegetación en un transecto perpendicular a la linea de costa. Transecto 4 A

el mangle botoncillo, el pastizal así como vegetación terrestre. Hacia la mitad de esta franja de vegetación desaparece el mangle botoncillo a medida que el terreno se eleva de 0.52 a 1.2m, así mismo la comunidad se ve enriquecida con la presencia de *Sabal mexicana* con palmas de aproximadamente 7 a 10m de altura, las cuales están mezcladas con pastizal y vegetación terrestre. En el margen existe un manglar de *C. erectus* en el cual se registró una gran cantidad de plantas de esta especie como se observa en la **figura 68 D.** Después de este punto el transecto atravesó un rodal de cuenca en el cual predomina *L. racemosa* asociado con *A. germinans*, en este lugar el suelo presenta un mínimo de inundación y salinidad >15‰. A medida que la salinidad disminuye y el nivel del agua se incrementa el mangle negro es sustituido por *R. mangle*. Bajo el dosel de este bosque se observó una gran cantidad de plantas de las tres especies y el límite de esta comunidad está dada por una zona inundada con salinidades <10‰, donde existen zonas cubiertas por *Typha domingensis*, alternadas con zonas pantanosas que desarrollan gran cantidad de hidrófitas enraizadas de hojas flotantes como *Nymphaea ampla, Heteranthera limosa* y *A. mexicana*. Durante las lluvias en este sitio, se observó una gran cantidad de *Pistia stratiotes* las cuales flotan libremente en las zonas cubiertas por *Typha* **(Fig. 68 D).** Al término del transecto existe una zona donde el terreno presenta una altura entre 1.5 y 5m, en la cual existen especies terrestres como *Casearia obovata, Lonchocarpus sericeus, Entada polystachya* y *Guazuma ulmifolia.*.

8.1.5. Transecto 5. Con una longitud de 704m. y un área de 2816m^2. El transecto atravesó varios tipos de comunidades y asociaciones vegetales, como se observa en la **figura 69 A-C.** Se registraron 363 árboles, contrariamente al transecto anterior en éste, la altura y el DAP de la vegetación en todos los casos fue mayor, como se observa en la **Tabla 33**.

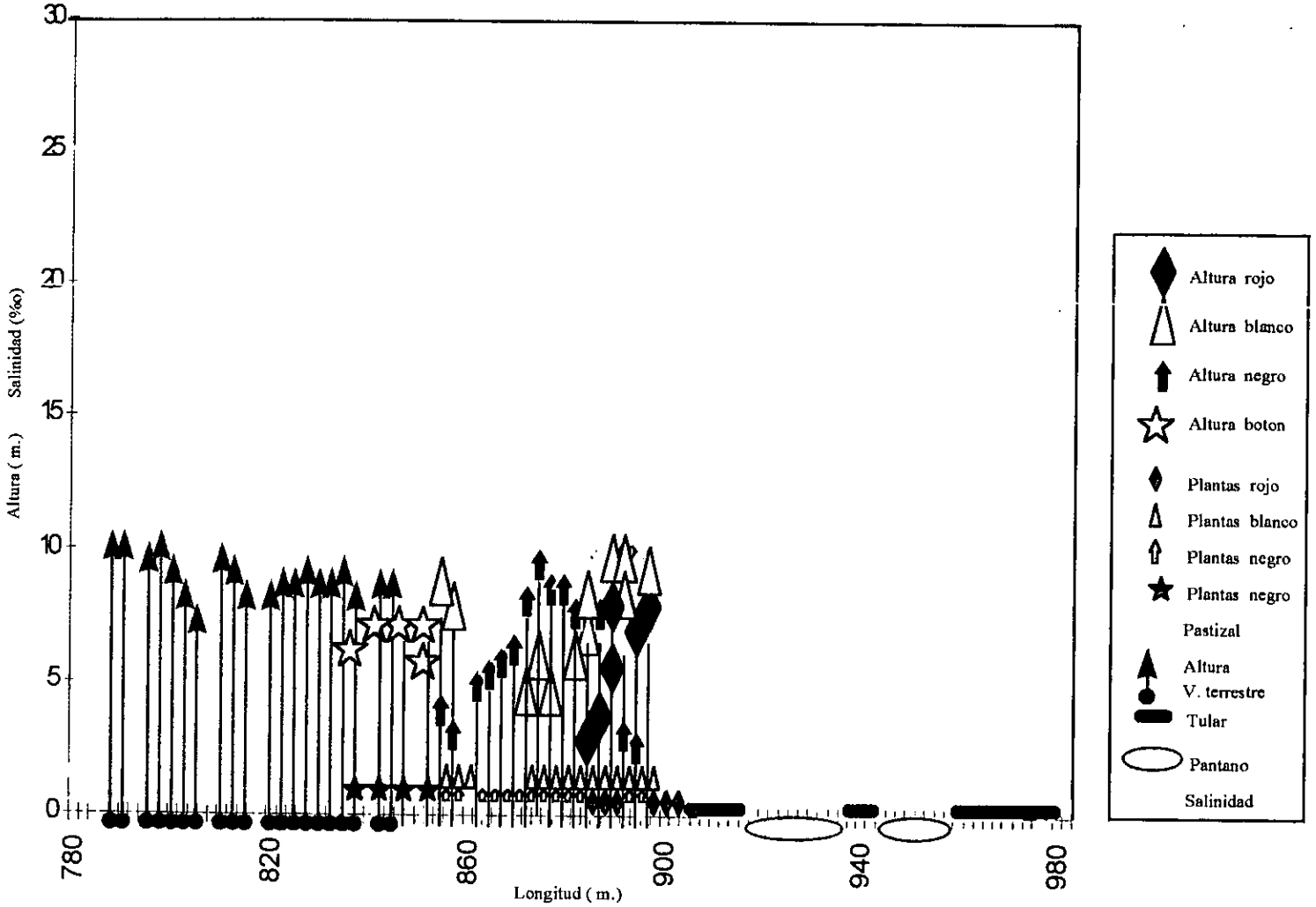


Fig. 68 D Zonación y altura de la vegetación en el transecto 4 " D " perpendicular a la costa en el margen derecho del rio.

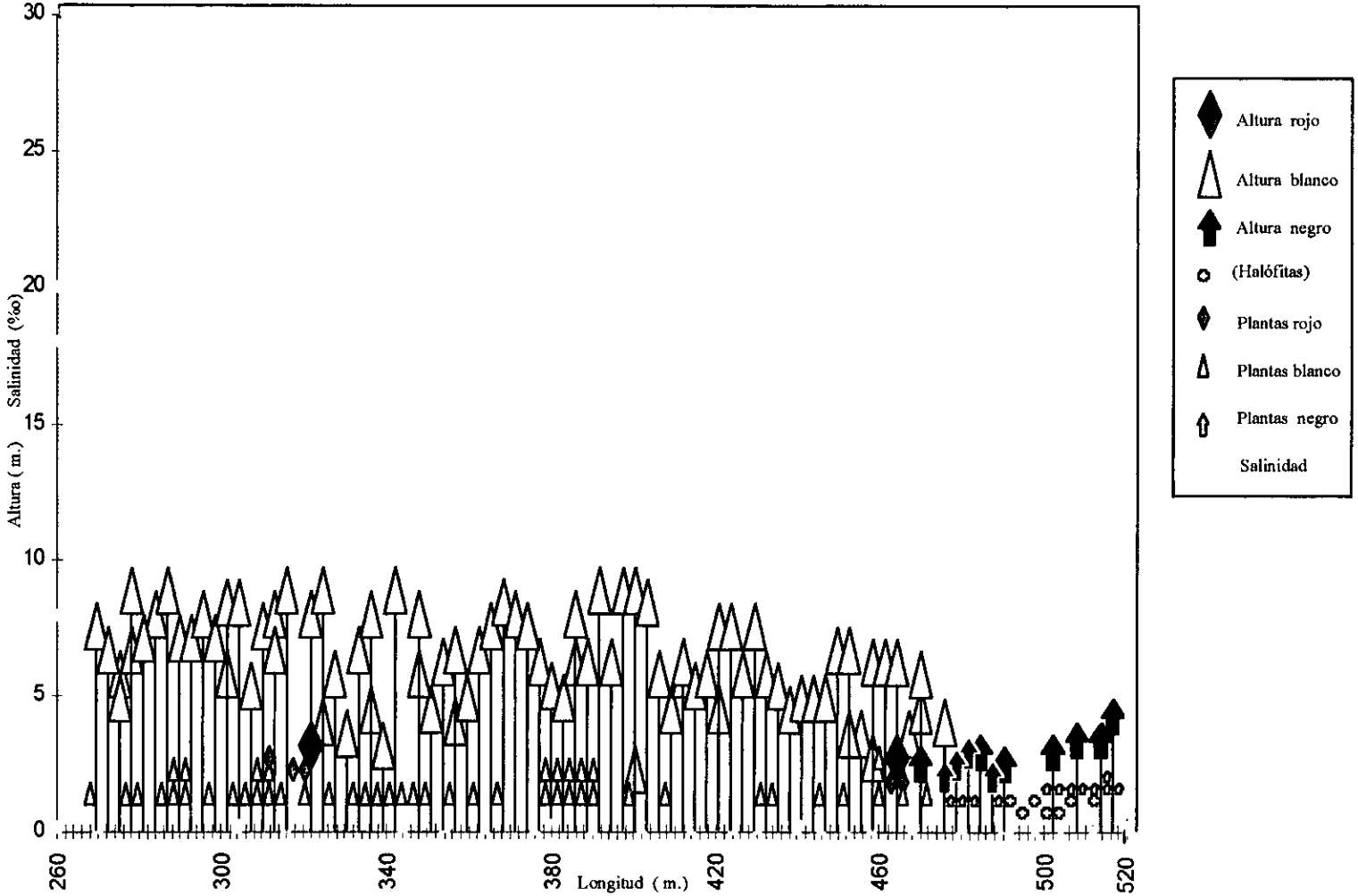


Fig. 68 B Zonación y altura de la vegetación en el transecto 4 "B" perpendicular a la costa en el margen derecho del río.

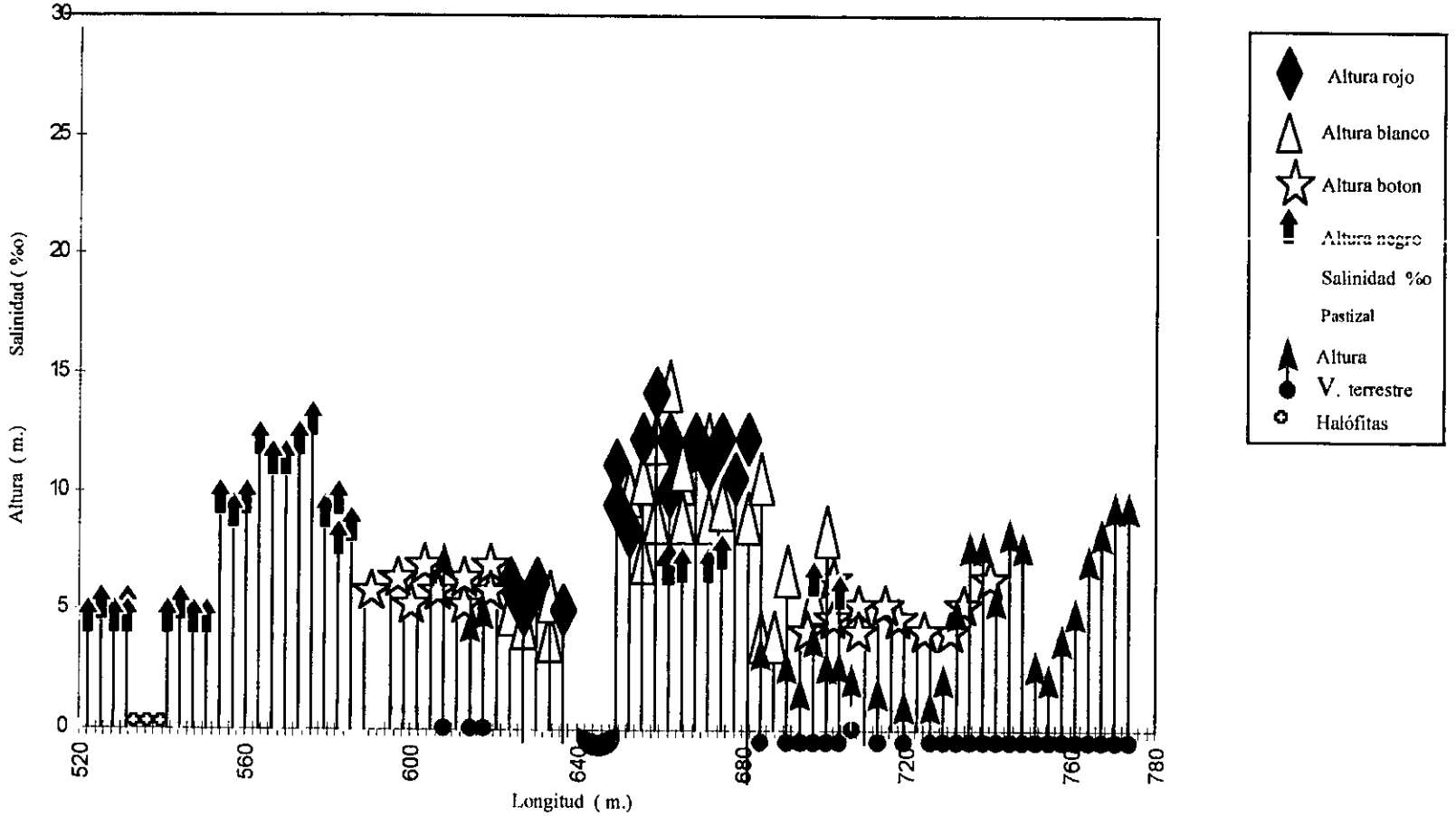


Fig. 68 C Zonación y altura promedio de la vegetación en un transecto perpendicular a la linea de costa. 4 "C ".

Tabla. 33 Características y estructura de la vegetación en el transecto 5

Especie	No. árboles	Altura(m.)	DAP (cm.)	No. Plantas	Ocupación/t*	Parámetros
L. racemosa	100	18.3	27.0	230	10.9	S‰
R. mangle	51	12.03	11.1	40	5.5	14
A. germinans	67	13.3	23.0	101	10.6	C. agua
C. erectus	52	6.1	18.5	60	6.7	28
V. terrestre	93	7.2	11.5	189	4.9	E. terreno
Helechos		2.5		8/m2		91
Pastizal		1.5		37/m2		
Tular		3.0		6/m2		

*Ocupación del terreno = Area(m^2) ocupada por cada árbol. C. agua = altura(cm) de la columna de agua en las áreas inundadas. E. terreno = Elevación(cm) del terreno en las áreas no inundadas.

L. racemosa presentó las mayores dimensiones, con algunos árboles de hasta 30m de altura, en el lado contrario se ubicó la vegetación terrestre con árboles muy bajos de un grosor mínimo. El área ocupada por cada árbol a lo largo del transecto fue de 8.1m^2.

En los primeros 25m se registró un bosque de borde de 5m de altura, con *C. erectus*, *A. germinans*, y algunos arbustos de *Prosopis juliflora*, en el límite de esta franja prospera *L. racemosa* con una gran cantidad de plantas Tipo III y IV. Esta franja se limita por un canal de 15m de ancho, el cual en lluvias alcanza hasta 1.5m de profundidad. En el borde contrario se registró una asociación de *R. mangle, A. germinans y L. racemosa*, con arboles mayores de 5m, hacia el interior de este rodal el nivel de inundación disminuye. A lo largo de 235m, se ha desarrollado un manglar ribereño muy compacto de mangle blanco, el cual se ve favorecido por la presencia de varios canales que irrigan el piso del manglar, en época de lluvias la altura del agua alcanza los 85cm. En este rodal se registraron hasta cinco estratos arbóreos: el más alto está constituido por *L. racemosa* por arriba de 16m, con árboles maduros. Entre los 10 y 15m de altura en las zonas de mayor salinidad se ubica *A. germinans*, el mejor desarrollo de esta especie se alcanza hacia los 185m del transecto con fustes de un gran porte que superan los 18m, como se observa en la **figura 69 A y B.** Un tercer estrato entre los 8 y 12m de altura está constituido por *R. mangle*, el cual sólo

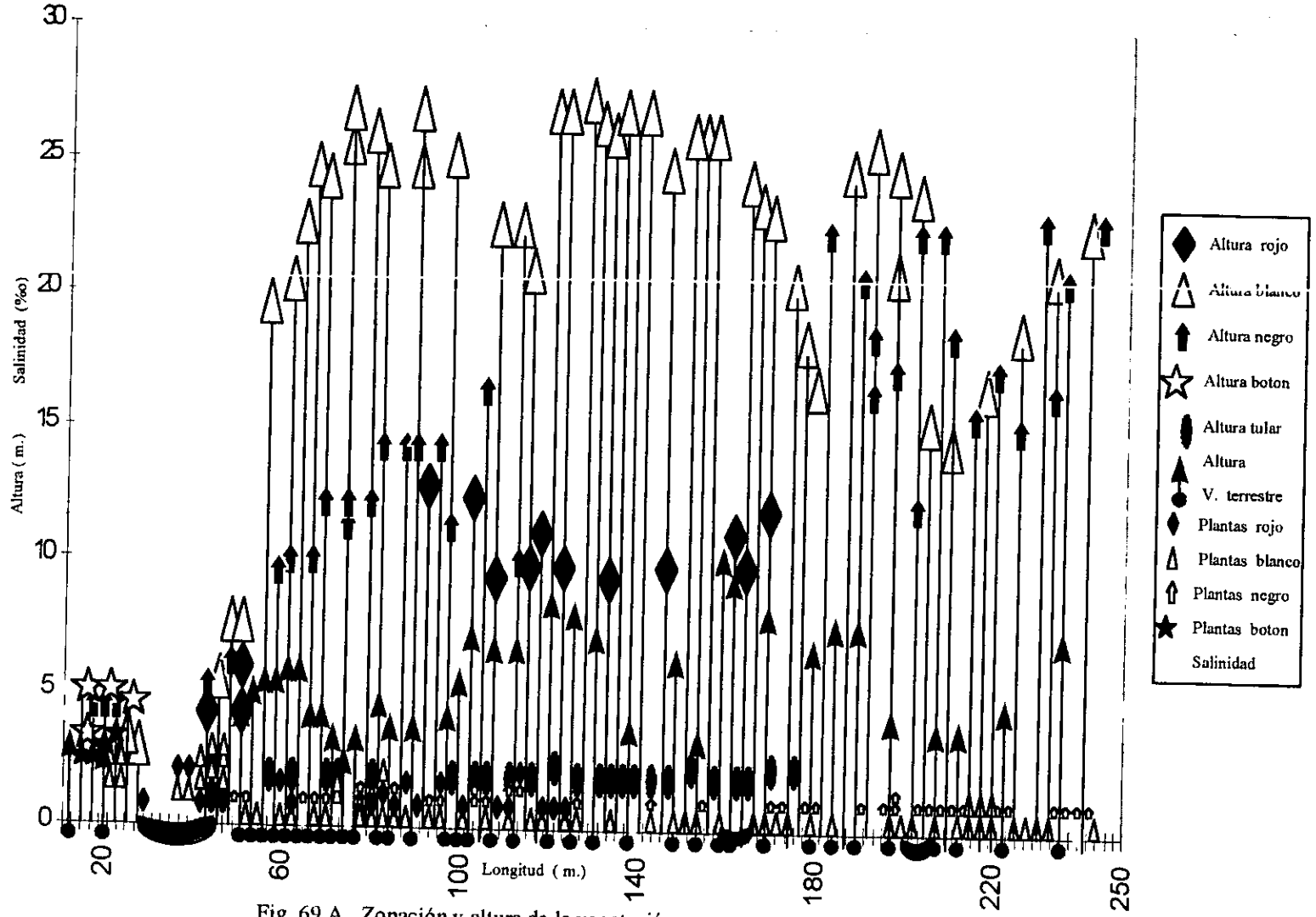


Fig. 69 A Zonación y altura de la vegetación en un transecto perpendicular a la linea de costa. Transecto 5 "A"

prospera en los sitios más inundados y de menor salinidad. En las zonas donde existe penetración de luz, aparece un estrato arbustivo de 4 y 6m de altura con algunas plantas como *Corynostylis arborea*, *Annona glabra*, y *Lonchocarpus sericeus*. Finalmente entre 1 y 2.5m de altura existe una gran cantidad del helecho *Acrostichum danaeifolium*, que se desarrolla en forma exuberante donde los árboles están más espaciados y donde el viento ha derribado algunos árboles y la luz penetra hasta el suelo. En esta área fue donde se registró la mayor densidad de plantas de todas las especies de mangle, vegetación terrestre y helechos, en algunos lugares la densidad de plantas alcanza hasta $12/m^2$.

De los 245m hasta los 385m del transecto, los estratos arbóreos no están muy diferenciados debido a que la densidad y altura del mangle blanco disminuye por abajo de los 18m. y su dominio es ocupado por el mangle negro, mientras que el rojo incrementa su talla en algunos sitios (**Fig. 69 B**). En esta área los helechos están casi ausentes y sólo existen en las áreas de menor salinidad. La densidad de plantas de mangle blanco y negro fue de hasta los 355m. En esta parte del transecto se registró un gran claro en el bosque debido a la caída de grandes arboles viejos de mangle blanco. Simultáneamente la salinidad disminuye por abajo de 20‰, y desaparece A. *germinans*, el mangle blanco nuevamente alcanza tallas extraordinarias y reaparecen los helechos, esta asociación desaparece a los 480m, donde un canal marca el límite entre las tierras inundadas y una zona elevada del terreno. A lo largo de 95m existe una asociación de *C. erectus* y vegetación terrestre. El mangle botoncillo se encuentra diseminado entre el pastizal con árboles de 6 a 8 m de altura, entre la vegetación terrestre predominan *Licania arborea*, *Hymenaea courbaril*, *Byrsonima crassifolia* y *Curatela americana*, además se registró un buen número de palmas de *Sabal mexicana* de hasta 12m de altura, entre las gramíneas se registraron: *Dactyloctenium. aegyptium* y *D. sanguinalis*. En este sitio se observaron tres estratos en la vegetación: el primero formado por las palmas, posteriormente la vegetación terrestre y el mangle botoncillo y en la parte más baja el pastizal. Al final, el terreno está inundado y con salinidades mayores de 20‰, donde predominan algunos arboles de mangle negro, mientras que en el borde del canal existe una asociación muy cerrada de mangle blanco y rojo. A lo largo de 42m hay un área pantanosa, separado en ambos extremos por dos canales, en este sitio son abundantes algunas hidrófitas como *Nhmphaea ampla* **(Fig. 69 C).** En los últimos 80m del transecto

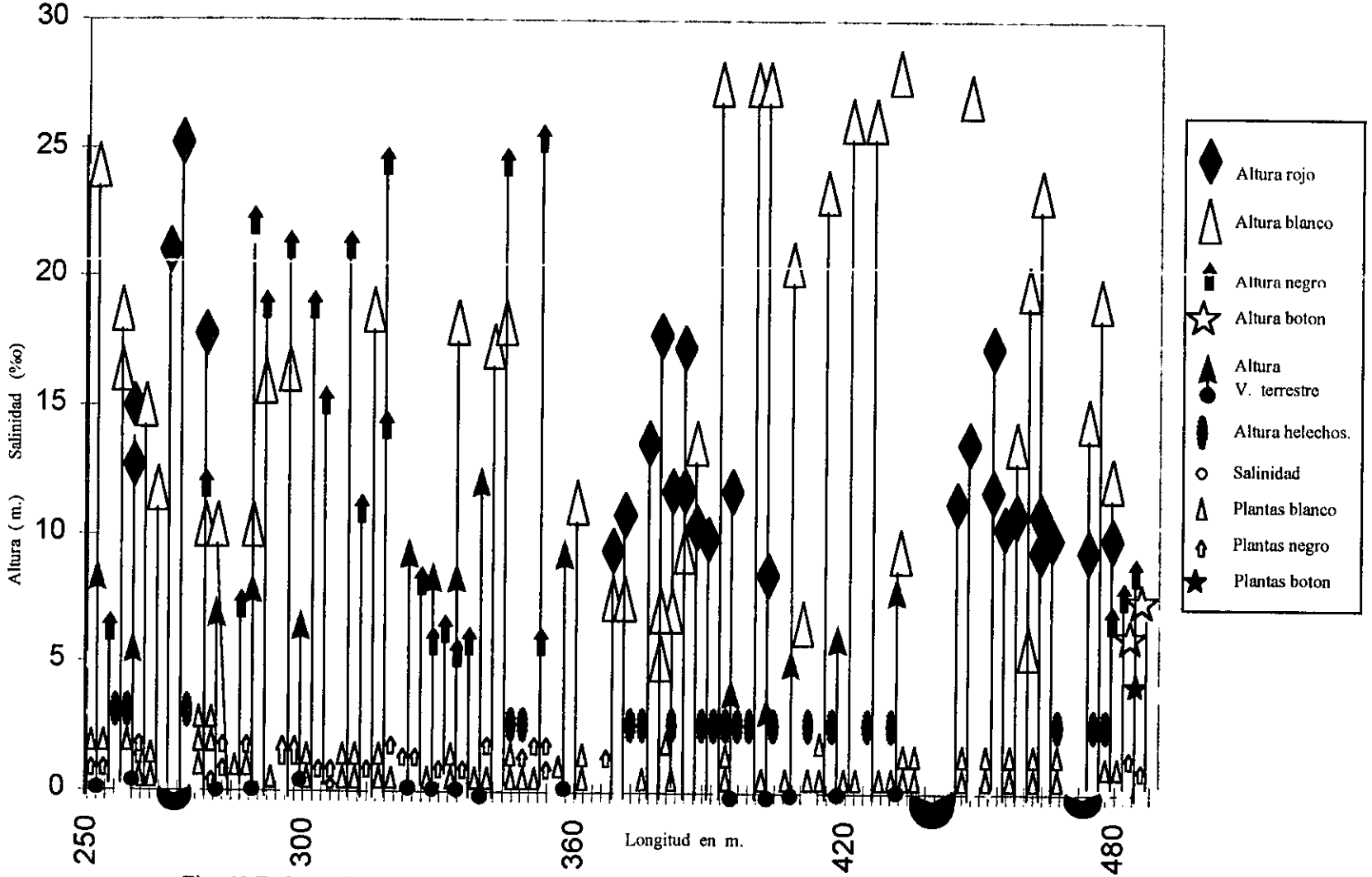


Fig. 69 B Zonación y altura promedio de la vegetación en un transecto perpendicular a la linea de costa . Transecto 5 " B "

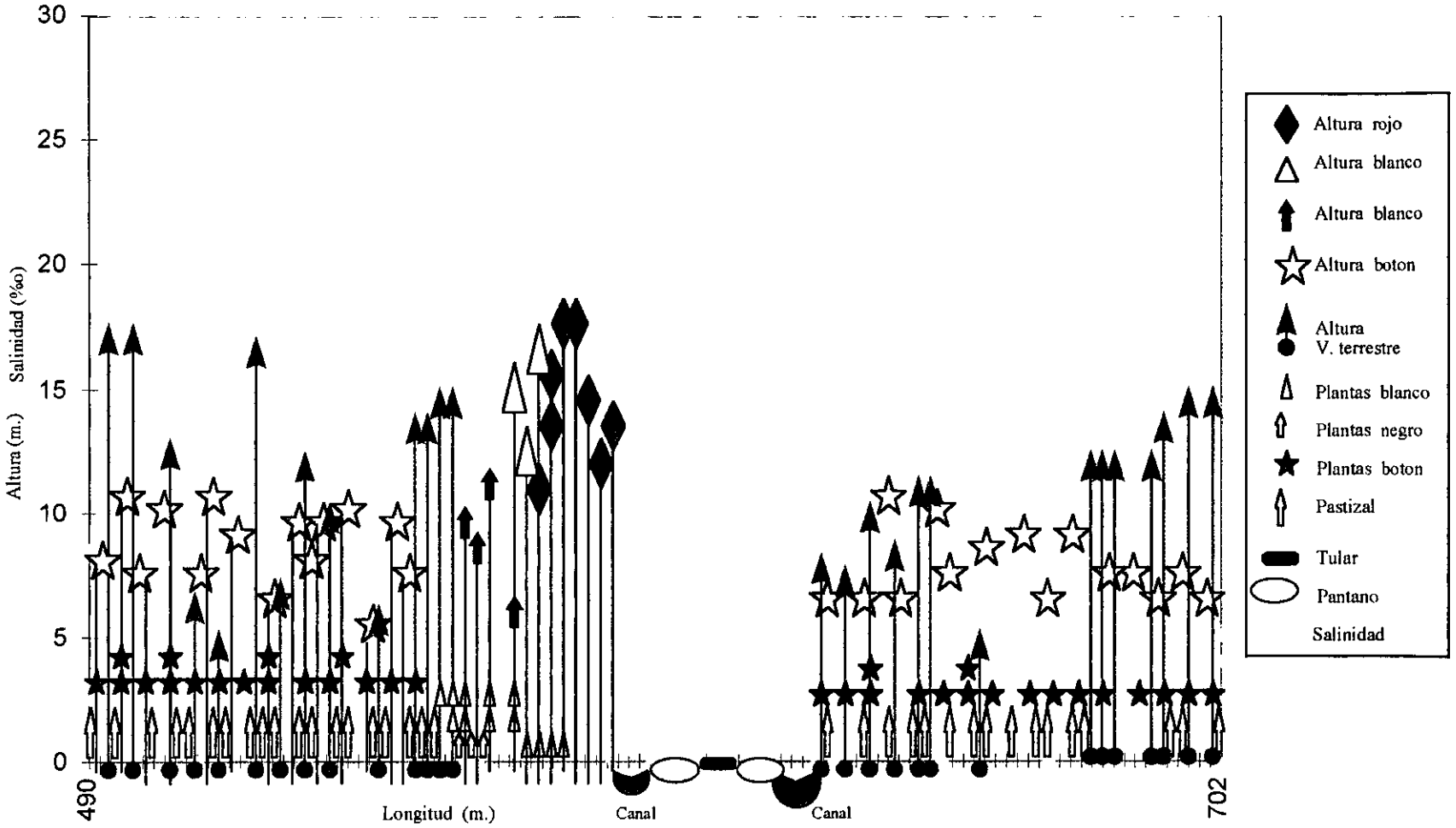


Fig. 69 C Zonación y altura de la vegetación en un transecto perpendicular a la linea de costa Transecto 5 C.

debido a que el terreno se eleva, nuevamente vuelve a reaparecer el pastizal, el mangle botoncillo y la vegetación terrestre.

8.2. Estructura de los rodales.

8.2.1. Estructura de los rodales en el margen izquierda del río.

Los resultados obtenidos en las parcelas: 1,2,3 y 7 ubicadas en la margen izquierda del Río Quetzala se concentraron en la **Tabla 34** y aquellos de las parcelas 4,5,6 y 8 en el lado contrario del río en la **Tabla 35**.

Parcela 1. Está constituida por un rodal ribereño de *R. mangle* y *L. racemosa* la mayor densidad corresponde al mangle blanco(53.4%) mientras que *R. mangle* domina(57.2%) del área de la parcela, esto se debe a que el área basal ($26.4m^2$) y el DAP en el mangle rojo es mayor, por el contrario el mangle blanco presenta árboles más delgados pero de mayor altura (14.1m), aunque con diámetros de copas/coronas más reducidos (3.0m). El Indice de Complejidad de Holdridge (I.C.) para el conjunto de árboles con DAP menor a 10cm, fue de 16.1 y de 69.6 para los más gruesos (**Tabla 34**). El ajuste estadístico entre el DAP/altura de los árboles no fue significativo, debido a la desproporción entre los fustes y altura de *R. mangle*.

Tabla 34–Estructura de los manglares ubicados en la margen izquierda del río.

Especie	Densidad relativa(%)	Dominancia relativa(%)	DAP/A. basal	DC/altura	I.C.Holdridge<10cm/ >10cm2
Parcela 1					
R. mangle	46.5%	57.5%	16.6/26.4	3.4/11.0	<10: 16.1
L. racemosa	53.4%	42.4	15.3/23.7	3.0/12.1	>10: 69.6
Parcela 2					
R. mangle	10.2	6.0	14.4/10.0	2.6/8.3	<10: 2.0
L. racemosa	20.4	9.7	7.3/4.1	2.1/4.8	
A. germinans	16.3	59.2	23.0/29.4	4.1/6.9	
C. erectus	42.8	19.7	12.2/7.9	1.4/4.3	>10: 13.1
V. terrestre	11.2	5.2	8.1/1.3	1.3/3.8	
Parcela 3					
R. mangle	41.8	48.1	25.7/54.5	3.9/14.5	<10: 1.0
L. racemosa	58.1	51.8	23.5/48.1	3.1/15.5	>10: 61.9
Parcela 7					
L. racemosa	100	100	7.2/7.3	1.2/11.5	<10:6.6/ >10:7.4

DC/altura = diámetro de la corona(m); DAP/A. basal= DAP(cm) y Area basal (m^2), **I.C.= estimado para el conjunto de árboles en la parcela menores y mayores de 10cm.

Parcela 2. Pertenece a un rodal de borde sin inundación. Está cubierta por las cuatro especies y vegetación terrestre. Aquí la mayor densidad (42.8%) de árboles corresponden a *C. erectus*, y la menor a *R. mangle*. La dominancia de la parcela(59.2%) corresponde *A. germinans*, con fustes gruesos (23cm) para un área basal total de 29.4m^2; por el contrario los árboles más delgados (7.1cm) corresponden a la vegetación terrestre, con un área basal mínima (1.3m^2). Los diámetros de coronas (4.1m) más grandes en este sitio corresponden a *A. germinans*, mientras que *R. mangle* presentó los árboles más altos con 8.3m. El I.C., para los arboles <10cm de DAP fue de 2.0, y de 13.1 para los >10cm. (**Tabla 34**). El ajuste estadístico realizado entre el DAP/altura de los árboles no fue significativo, debido a la heterogeneidad de grosor y altura de las especies estudiadas.

Parcela 3. Aquí sólo existe *R. mangle* y *L. racemosa*. Esta fue la parcela estructuralmente más compleja de los cuatro sitios estudiados en este margen del río. La mayor densidad y dominancia corresponde al mangle blanco, producto de árboles muy gruesos (23.5cm) con un área basal de 48.1m^2; el I.C., para los arboles<10cm fue muy bajo (1.0), debido al reducido número de fustes de estas dimensiones, por el contrario para los árboles >10cm este fue de 62.9 como se observa en la **Tabla 34**. El ajuste estadístico realizado entre el DAP/altura de los árboles registró un coeficiente de correlación bajo, como se observa en la ecuación.

$$\mathbf{Y = 3.95 + 0.52x} \qquad \mathbf{R^2 = 0.66}$$

Este coeficiente es resultado de una gran dispersión en los datos ajustados, principalmente dados por *R. mangle*, los cuales se caracterizan por presentar troncos gruesos de porte medio-bajo.

Parcela 7. En esta parcela existe un manglar monoespecífico joven de *L. racemosa*, el DAP promedio fue de 8.2cm x 11.7m de altura, sin embargo se registraron diámetros desde 3.5 hasta 12.5cm, con una densidad elevada de árboles (181), producto de un diámetro de corona muy reducido(1.3m), y un área basal fue de 7.3m2.

El ajuste estadístico realizado registró un coeficiente de correlación elevado debido a la gran similitud entre el grosor y la altura de los árboles, como se observa en la ecuación y la **figura 70**

$$Y = -0.70 + 1.35x \qquad R^2 = 0.97$$

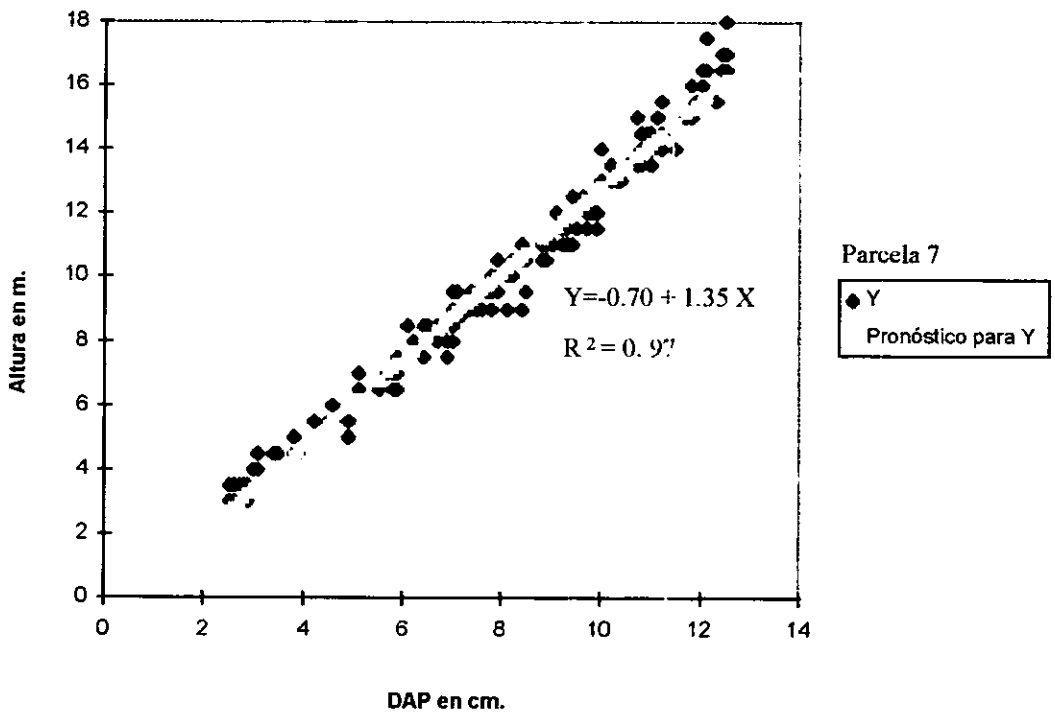


Fig.70 Curva de regresión de DAP/altura, para la parcela 7 cubierta con un manglar ribereño de *L. racemosa.*

8.2.2. Estructura de los manglares en el margen derecho del río.

Parcela 4: La densidad y dominancia aquí está dada por *A. germinans* sobre *L. racemosa*, los árboles de esta especie poseen un gran desarrollo, con fustes de un grosor promedio de 27.1cm y hasta 49.6m^2 de área basal, estos árboles presentaron un diámetro de corona de hasta 5.1m, y 14.5m de altura, lo que limita el desarrollo del mangle blanco. El I.C. para los arboles <10cm fue de 2.4 por abajo del obtenido para los árboles mayores que fue de 30.6 como se observa en la **Tabla 35.** El ajuste realizado registró un coeficiente de correlación aceptable, donde más del 87% de los árboles presentan troncos entre 4 y 38cm de DAP y alturas menores de 20m; los árboles más viejos si bien no han incrementado su

altura, han duplicado el grosor de los troncos. Esto provoca una gran desproporción entre el grosor de los tallos y la altura de los árboles **(Fig 71)** la ecuación obtenida fue:

$$Y = 9.04 + 0.30x \qquad R^2 = 0.74$$

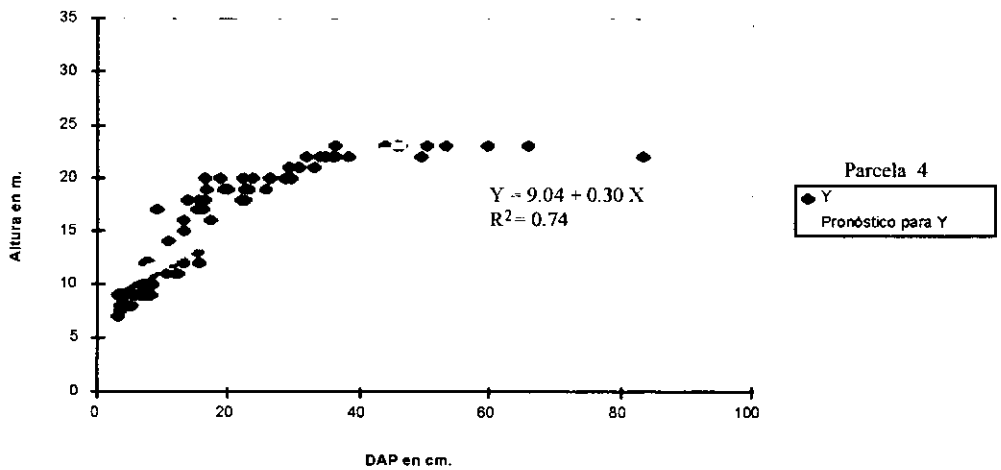


Fig. 71 Curva de regresión de DAP/altura, para la parcela 4 cubierta con un rodal: de cuenca *(A. germinans* y *L. racemosa).*

Parcela 5. En este sitio *L. racemosa,* presentó la mayor densidad relativa seguida por la vegetación terrestre (37 y 29%), sin embargo el mangle blanco domina ampliamente al resto de las especies (62.7%), el menor dominio lo representó *R. mangle* con sólo el 4.4%. El DAP promedio en el mangle blanco fue de 30.1cm, lo que permitió a esta especie ocupar hasta 69.9m^2 del terreno, seguida por *A. germinans* con 23cm y 17.4m^2. Por el contrario, el mayor diámetro en la corona, lo presenta el mangle negro 4.9m, y una altura de 13.3m, en el lado contrario se ubicó la vegetación terrestre con 1.2m de ancho.

El mangle blanco presentó una altura de 22.5m y copas de 4.0m de diámetro. El I.C. para los árboles más pequeños fue muy poco representativo (1.1) por el contrario, para los fustes > de 10cm de grosor éste fue de 82.7, siendo el índice de complejidad más elevado para este humedal **(Tabla 35)** . El ajuste estadístico registró una buena correlación, como se observa en la ecuación:

$$Y = -2.76 + 1.72x \qquad R2 = 0.87$$

Esto se debe a la gran simetría que existe entre el grosor de los árboles presentes en la parcela y su altura, esto fue más notable en *L. racemosa,* **(Fig. 72).**

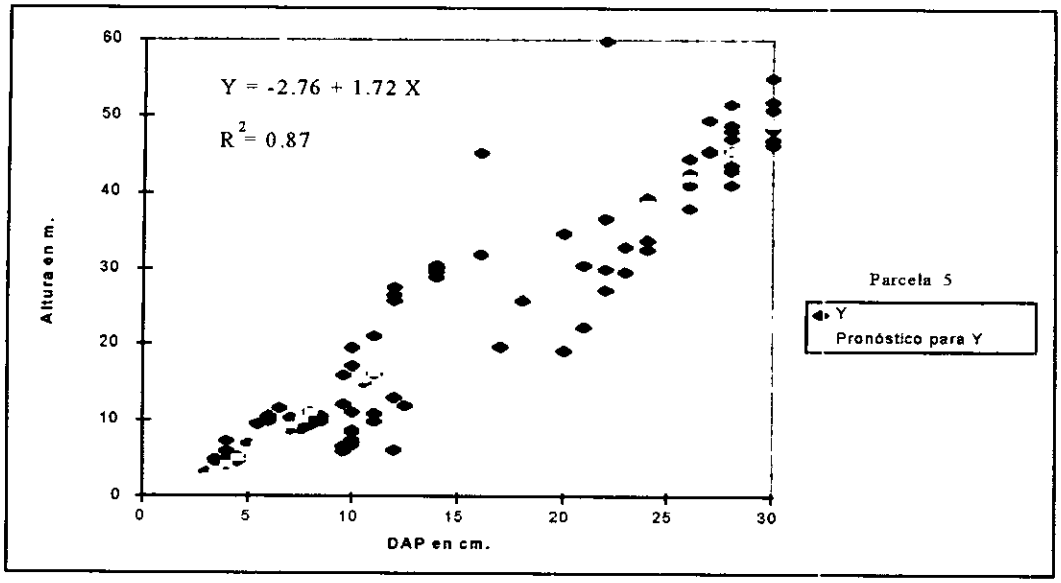


Fig. 72 Curva de regresión DAP/altura, para la parcela 5 cubierta por un manglar ribereño constituido por: *L. racemosa, R. mangle y A. germinans.*

Tabla 35–Estructura de los mangles ubicados en la margen derecha del río.

Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	DAP/A. basal	DC/altura*	I.C.Holdridge <10/>10cm*
Parcela 4					
L. racemosa	9.5	6.2	9.9/0.76	1.9/11.5	<10:2.7
A. germinans	90.4	93.7	27.1/49.6	6.1/14.2	>10: 30.6
Parcela 5					
R. mangle	12.9	4.4	8.2/1.9	2.1/11.7	
L. racemosa	37.6	62.7	30.069.9	4.0/22.5	<10:1.1
A. germinans	20.4	22.6	23.0/17.0	4.9/13.3	>10 :82.7
V. terrestre	29.0	10.0	11.9/10.3	1.2/6.2	
Parcela 6					
C. erectus	60.2	64.9	15.7/10.0	3.4/6.1	<10: 0.2
V. terrestre	39.7	35.0	15.9/0.85	2.0/7.1	>10: 10.5
Parcela 8					
L. racemosa	100	100	4.1/3.0	0.9/4.8	<10: 16.5

DC/altura = diámetro de la corona y altura en(m); DAP/A. basal = DAP(cm) y Area basal (m^2),

**I.C.= estimado para el conjunto de árboles en la parcela menores y mayores de 10cm

Parcela 6. Es un rodal viejo con grandes árboles de *C. erectus* y vegetación terrestre. El mangle botoncillo aquí registró el mayor desarrollo que sus similares en todo el manglar. El 60.2% de la densidad relativa pertenece a *C. erectus*, mientras que el dominio

ejercido por esta especie en la parcela fue de 64.9%. El DAP de los árboles de *C. erectus* fue mayor como se observa en la **Tabla 35,** por el contrario el área basal en el mangle botoncillo duplicó a la vegetación terrestre (10.0 y 0.85).

En esta parcela debido a lo espaciado que se encuentran los árboles, el mangle botoncillo alcanza una gran amplitud de copa (3.4m), sin embargo los fustes siguen manteniendo la altura que en el resto del humedal (6.1m). La amplitud de copas de la vegetación terrestre es reducida, pero esta alcanza una altura mayor (7.2m). El I.C. para las plantas más pequeñas fue de 0.2 mientras que para los árboles más gruesos fue de 10.5. El factor de correlación obtenido mediante el ajuste de los datos fue bajo, como se observa en la ecuación:

$$\mathbf{Y = 4.58 + 0.09x} \qquad \mathbf{R^2 = 0.70}$$

Parcela 8. Está constituida sólo por *L. racemosa*, fue la que registró la mayor densidad de árboles(3684), debido a que estos son muy delgados. El diámetro promedio de los fustes fue de 4.1cm y un área basal de 3.0m^2. Las copas aquí son sumamente reducidas (0.9m). Se observó una enorme competencia por espacio a nivel de las copas a una altura de 4.8m. El I.C. estimado fue de 16.5(**Tabla 35).**

El ajuste de los datos permitió observar la existencia de hasta siete cohortes de árboles de la misma altura y tallos muy semejantes **(Fig. 73).** La ecuación obtenida es la siguiente:

$$\mathbf{Y = 2.35 + 0.60x} \qquad \mathbf{R^2 = 0.78}$$

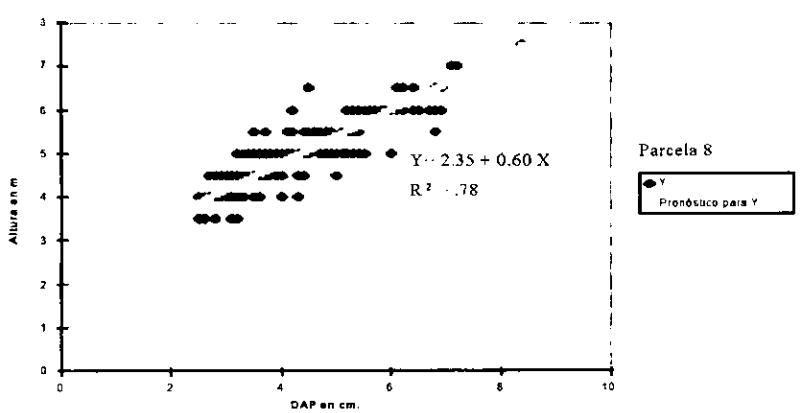


Fig. 73 Curva de regresión de DAP/altura, para la parcela 8 cubiertas con un bosque ribereño de *L. racemosa*.

8.3. Extensión del humedal y su área de influencia.

El humedal y el área aledaña registró una extensión aproximada de 4,767.34h, el área aledaña al humedal comprende la zona del cause del río hasta una distancia de 3.5km río arriba, las laderas aledañas hasta una altura aproximada de 150m.sobre el nivel del mar en el lado izquierdo y 80m. en el lado derecho. Esta área se extiende sobre 2004.46 h, dentro quedan comprendidos todos los arroyos y cuerpos de agua dulce permanente y efímeros que drenan al humedal, así como las tierras de cultivo de los habitantes dedicados a la agricultura que viven en la comunidad, como se observa en las **figuras 74, 75A y 75B**. En el área contigua al humedal se registraron cinco tipos de actividades humanas causantes de algún tipo de deterioro, como se observa en la **Tabla 36.** Las más importantes por su extensión son: huertas de coco con 524.16 h, distribuidas principalmente en el lado derecho del río, esta actividad también comprende unas 82h dentro del manglar. Existen algunos cultivos temporales como sandía, maíz, frijol, chile y ajonjolí, principalmente en el lado izquierdo del río (343.5h). En los lomeríos suaves del margen izquierdo hay algunos ranchos ganaderos los cuales ocupan 317h. El cultivo de plátano se realiza en las tierras bajas en la ribera derecha del río (144h), mientras que el cultivo de mango que es unas de las actividades introducidas recientemente se extiende en 127h. El desarrollo de éstas actividades ha erosionado algunas zonas de laderas, así como creado áreas de cultivo abandonadas, sobre las cuales se ha formado un bosque residual de selva baja muy pobre, sobre unas 406h. Alrededor de la zona de manglar, en las zonas de pendientes más pronunciadas aún existe una buena extensión de selva baja subcaducifolia como se observa en la **Tabla 36.**

La extensión total sólo del humedal es de 2,762.88h, de las cuales los bosques de manglares ocupan el 33.1% del área con 915h, de esta extensión 291h están en el lado izquierdo del río y 623 en el lado contrario. Dentro de las zonas de manglar y en la periferia de ellos existen zonas inundables y cuerpos de agua permanente (747h.), dentro de estas áreas abundan tulares y *Ciperaceas* que ocupan unas 152h, como se observa en las **figuras 74, 75A y 75B.** Pastizal natural y vegetación de dunas constituyen otras comunidades de este humedal igualmente importantes. En la **Tabla 36** se observa la cobertura y extensión de cada una de estas comunidades vegetales en ambas márgenes del río.

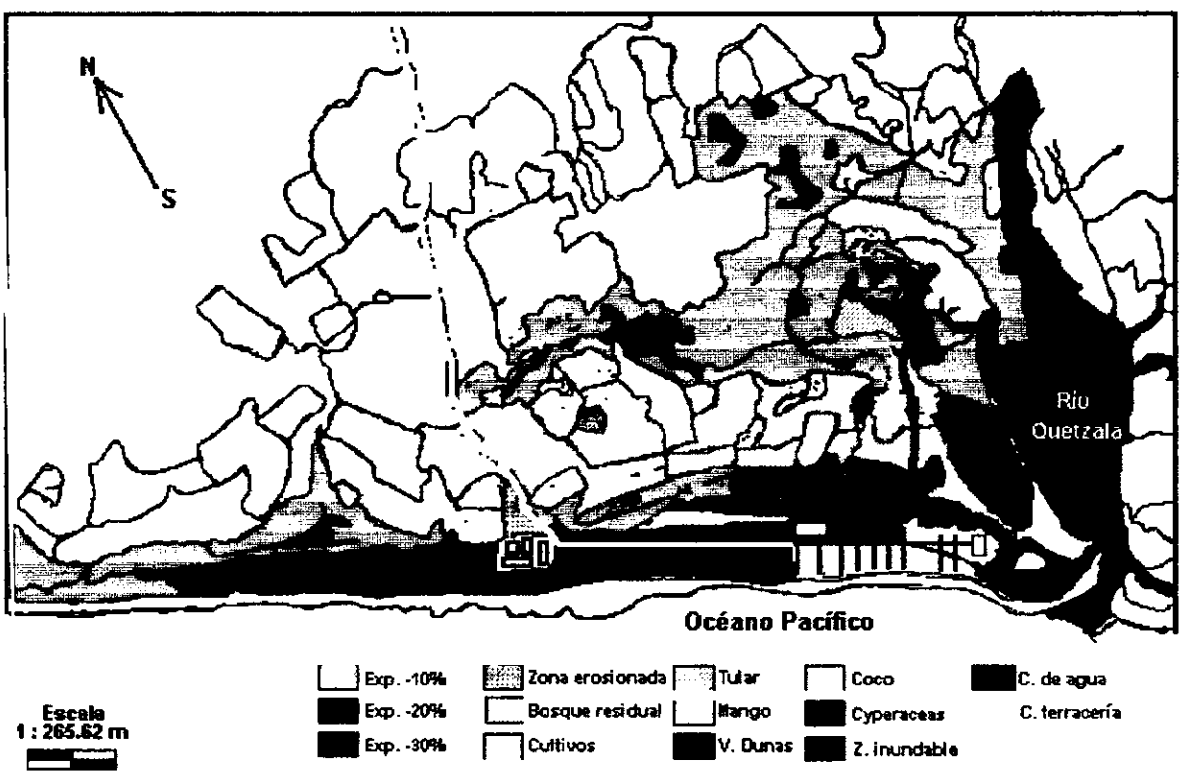


Figura 74 Principales comunidades, cuerpos de agua y tipos de cultivos asociados a los bosques de mangles en el margen izquierdo del río.

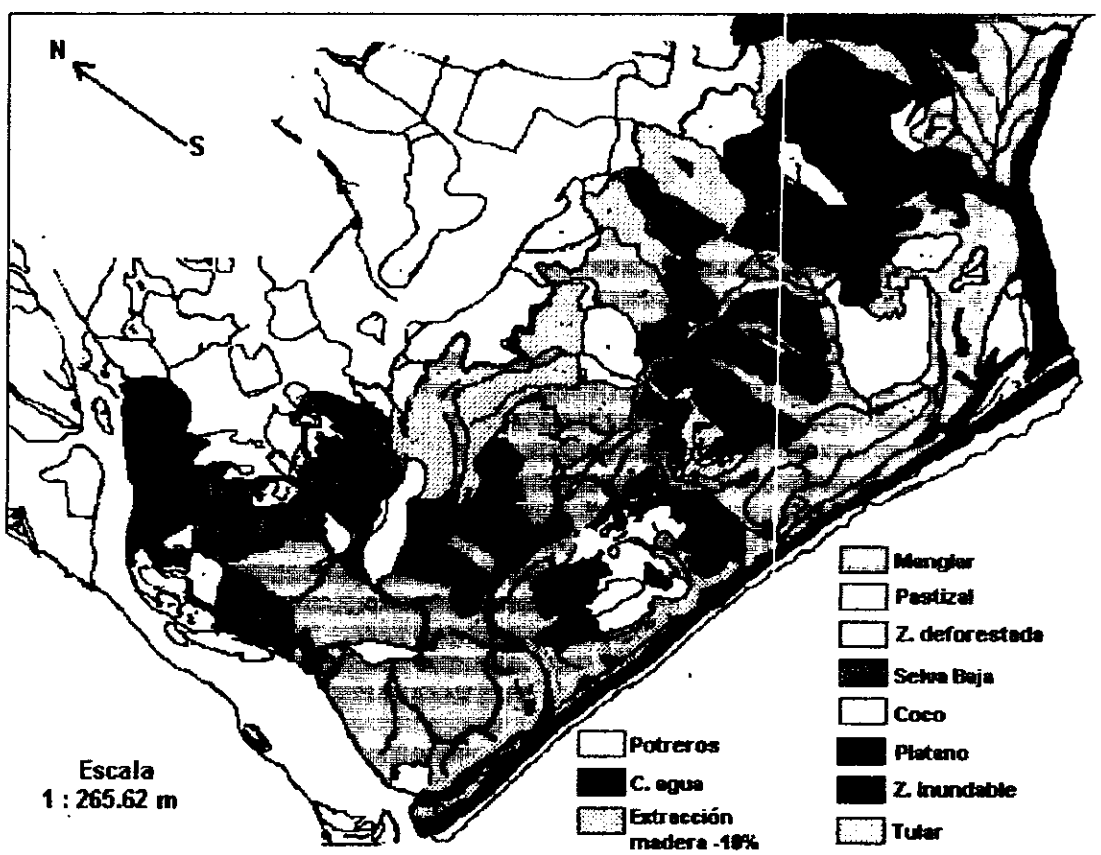


Figura 75 A Principales comunidades, cuerpos de agua y tipos de cultivos asociados a los bosques de mangles en el margen derecho del río.

Continuación

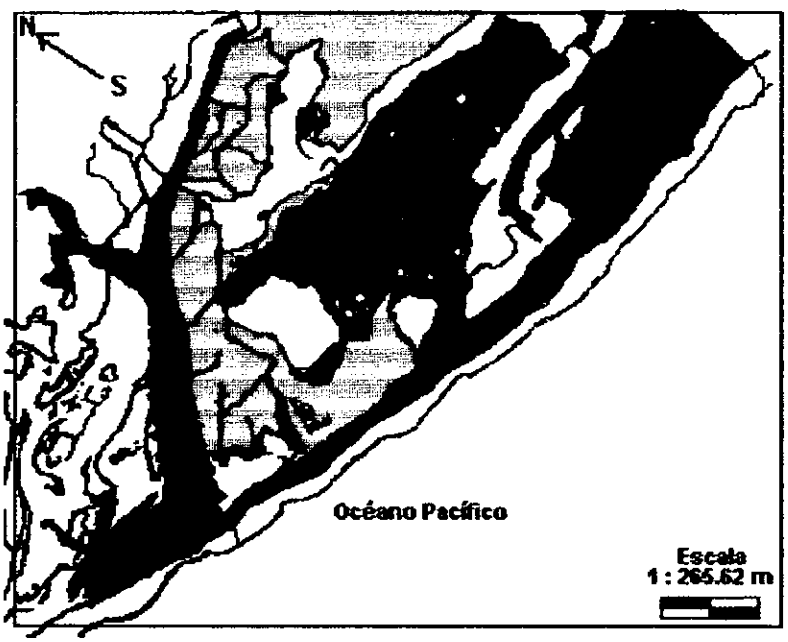


Figura 75 B Principales comunidades, cuerpos de agua y tipos de cultivos asociados a los bosques de mangles en el margen derecho del río.

Tabla 36. Cobertura de las principales comunidades vegetales en Barra de Tecoanapa Guerrero, México.

Tipo de Comunidad	Margen izquierdo del río (%)has.	Margen derecho del río (%)has.	Area total (%)	Area total (has.)
1.Manglar	(6.12) 291.76	(13.0)623.24	19.16	915.0
2.Selva baja	(11.7) 557.77	(2.44)116.32	14.15	675.0
3.Huertas de coco	(1.67) 79.85	(9.32) 444.31	11.0	524.3
4.Zonas inundables	(1.38) 65.78	(8.26) 394.0	9.64	460
5.Bosque residual*	(5.78) 275.55	(2.72) 129.67	8.51	406
6.Cultivos temporales.	(5.66) 270.0	(1.53) 73.00	7.19	343
7.Potreros	(6.25) 298.0	(0.4) 19.06	6.65	317
8.Cuerpos de agua	(3.51) 167.3	(2.49)118.70	6.0	287
9.Huertas de plátano	(0.17) 8.34	(2.83)134.91	3.0	144
10.Tular	(0.7) 33.37	(2.16)103.21	2.86	137
11.Huertas mango	(2.66) 126.81		2.66	127
12.Vegetación dunas	(1.20) 57.20	(1.26) 60.06	2.46	118
13. Pastizal natural		(1.99) 94.87	1.99	95
14.Zona de playa	(0.57) 27.17	(1.38) 65.78	1.95	94
15.Zona erosionada	(1.77) 84.38		1.77	86
16.Zona habitacional	(0.47) 22.40		0.47	24
17.Ciperaceas	(0.30) 14.30		0.30	15
Totales	1,022.98	1,740.0		4767.34

*Bosque residual, comprende zonas de selva baja las cuales han sido alteradas por la agricultura y posteriormente abandonadas.

8.4. Estudio de caso 2: Modificaciones provocadas por la deforestación de una área de manglar. El suelo del área deforestada (3.5h.) está formada por fracciones de limo - arcilla y arena. Esta área queda delimitada en el lado izquierdo por el río y un canal de marea de unos 2.5 m de ancho y 0.9 m de profundidad en el lado derecho; este canal al subir la marea inundaba hasta en un 40% a un manglar tipo cuenca-borde. Antes de eliminarse la vegetación el terreno estaba cubierto por una comunidad vegetal constituida en un 21.5% por la asociación de *R. mangle-L. racemosa* distribuida desde la orilla del canal hasta el límite del área permanentemente inundada, un 64% de la parcela estaba constituida por *L. racemosa-A .germinans;* esta comunidad ocupaba las zonas del terreno estacionalmente inundadas, en el resto del área predominaban asociaciones de vegetación terrestre con *A. germinans.*

Las modificaciones ambientales producidas por la pérdida de la cubierta vegetal en el sitio fueron: una elevación brusca de la temperatura y salinidad; posteriormente, con el inicio del segundo ciclo de cultivo en 1993 se observó una compactación acelerada del suelo y este se abandonó a partir de 1994. Aún cuando el sitio se abandonó, el manglar no se recuperó y en su lugar aparecieron gran cantidad de especies secundarias entre las más notables: *Prosopis juliflora, Acacia riparia y Pragmites australis*. En 1996 y 1997 con el paso de algunos huracanes y las constantes avenidas del río, 1.8h del área fue erosionadas, en la actualidad el río ha incrementado el ancho de su cauce en más de 50m a costa del área abandonada.

En la **figura 76**, Se observa el comportamiento de la temperatura y salinidad en los dos ambientes durante el tiempo que el sitio fue cultivado. La temperatura más baja se registró en el piso del bosque de manglar y varió desde una mínima de 17°C durante los meses de lluvias en agosto y septiembre de 1993, hasta la máxima (22°C) en abril y mayo de 1993, así en el piso del bosque se observó un gradiente de 5°C. El aire del bosque mostró una variación de 4°C (22 a 26°C), con las temperaturas extremas de abril a julio de 1993.

En el suelo del área deforestada la temperatura mínima fue de 29°C en septiembre y octubre de 1992 y la máxima en abril de 1994 (36°C). Mientras que en el aire, la mínima se registró en octubre de 1992 con 31°C y en mayo de 1993, la máxima con 39°C. En esta área el gradiente de temperatura fue de 7° y 8°C. La falta de cubierta vegetal provocó un incremento en la temperatura del suelo de hasta 13°C, y de 11°C en el aire. Estas variaciones fueron extraordinarias, lo que provocó cambios sustantivos en la coloración, permeabilidad y compactación del suelo así como en la humedad del aire y suelo.

Los registros de la salinidad intersticial en los sedimentos del bosque variaron desde 0‰ en agosto y septiembre de 1993 hasta 22‰ en mayo-abril de 1993-94. Por el contrario en el área descubierta los mínimos de salinidad (12‰) se ubicaron en septiembre de 1992 y el extremo superior fue de 52‰ en abril de 1994. La salinidad pasó de 11.8‰ en la zona del bosque hasta 29.6‰ en el área descubierta como se observa en la **figura 76.**

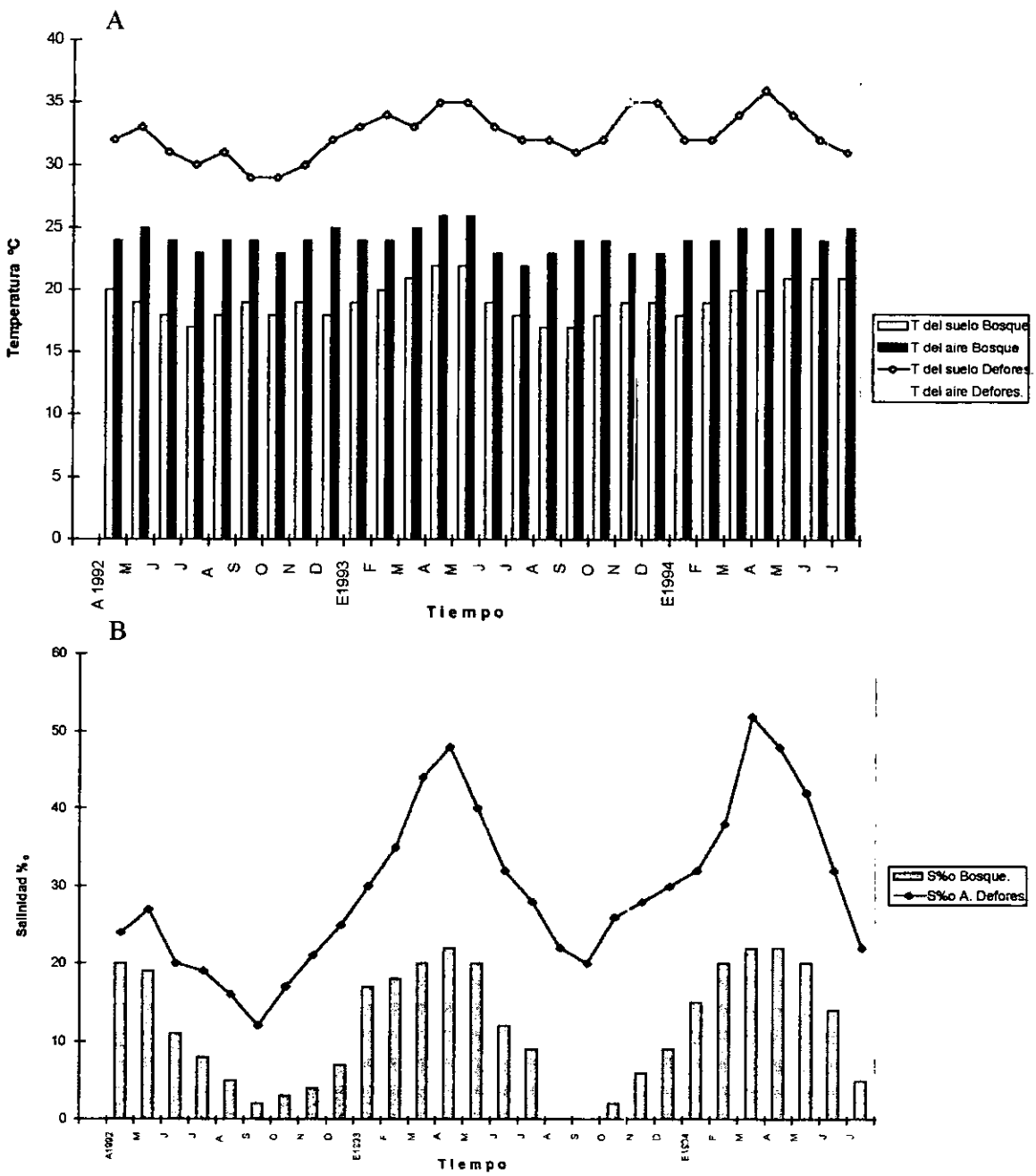


Fig. 76 A) Temperatura en suelo y aire B) salinidad del suelo, en un manglar y su comparación con un área deforestada en Barra de Tecoanapa Guerrero, México.

9.0 Inventario florístico de la vegetación asociada al manglar.

Se colectaron un total de 120 especies de plantas pertenecientes a 105 géneros y 54 familias. Las familias con mayor número de especies fueron seis: Cyperaceae 14; Mimosaceae 9; Fabaceae 7, Poaceae 6; mientras que las familias Euphorbiaceae y Malvaceae registraron 4 especies cada una **(Tabla 37)**.

De acuerdo con su frecuencia de aparición en cada uno de los ambientes de esta zona lagunar estuarina, las especies se clasificaron como: abundantes, comunes, raras y muy raras. 19 especies se consideraron como abundantes, aparecieron en todos los ambientes durante todo el año y dominaron ampliamente en densidad al resto de la vegetación. 67 especies son comunes y frecuentes hasta en tres ambientes y/o pueden aparecer estacionalmente en forma abundante, como sucede con algunas plantas como *Eichhornia crassipes* y *Lemna. sp.* 32 se clasificaron como raras debido a que sólo aparecieron en un máximo de dos ambientes y estacionalmente con densidades bajas. Tres especies fueron consideradas muy raras debido a que sólo se colectaron una sola vez en un ambiente; mientras que dos registros se consideraron de dudosa ubicación taxonómica por lo que no aparecen en el listado (*Bravaisia integerrima* y *Nymphaea blanda*) , como se observa en la **Tabla 37.**

Las plantas también, se clasificaron de acuerdo a su tolerancia a la presencia de sal en el suelo/agua; dentro de esta clasificación se registraron tres grupos:

Plantas glicófitas: Plantas que se desarrollan en ausencia de sal (NaCl) en el suelo, la totalidad de estas plantas son de origen terrestre. En este grupo se registraron 73 especies.

Plantas halófitas facultativas: Son plantas que tienen la capacidad de crecer bajo diferentes concentraciones de sal en el suelo/agua e incluso en ausencia de ella. Se clasificaron 42 especies como tolerantes a la salinidad.

Plantas halófitas estrictas. Son vegetales que solo prosperan en lugares con salinidad permanente en el suelo. Solo se registraron 4 especies bajo esta condición **(Tabla 37)**.

Tabla 37 Listado florístico del área de Barra de Tecoanapa Guerrero, México.

Familia	Especie y referencia	Tolerancia S‰/ Aparición
1.Aizoaceae	1. *Sesuvium portulacastrum* L.	H C
	2. *Glimus radiatus* (Ruíz López & Pavón)	H MR
2.Alismataceae	3. *Echinodorus andrieuxii*(Hook.&Arn) Small	HF R
	4. *Sagittaria lancifolia* L	HF C
4.Amaranthaceae	5.*Alternanthera repens* (L.) Kuntze.	G R
5.Anacardiaceae	6. *Anacardium occidentale*	G C
	7. *Pistacia mexicana* Kunth.	G C
	8. *Spondias purpurea* L.	G C
	9. *S. mombin*	G C
6.Annonaceae	10. *Annona glabra* L.	HF C
7.Araceae	11. *Pistia stratiotes* L.	HF C
8.Arecaceae	12. *Sabal mexicana* Martius.	G C
	13. *Astrocarium mexicanum* Liebm.	G C
9.Asteraceae	14. *Pectis arenaria* Benth.	HF C
10.Avicenniaceae	15. *Avicennia germinans*(L.)L.	H A
	16. *Lantana camara* L.	HF C
11. Azollaceae	17. Azolla caroliniana Wild.	HF...C
12.Batidaceae	18. *Batis maritima* L.	H C
13.Bignoniaceae	19. *Tabebuia rosea* (Bertol.)DC.	G C
	20. *T. chrysantha*	G R
	21. *Crescentia cujete* L.	G C
14. Bixaceae	22. *Cochlospermum vitifolium* (Willd) Sprengel	G C
15. Bombacaceae	23. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertner.	G C
	24. *Pseudobombax ellipticum* Kunth.	G R
16. Boraginaceae	25. *Cordia elaeagnoides* DC.	G C
17.Bromeliaceae	26. *Tillandsia makoyana* Baker	G C
	27. *Bromelia pinguin* L.	G C
18.Burseraceae	28. *Bursera simaruba* L. Sarg.	G C
	29. *B. arborea* (Rose) Riley.	G R
19.Cactaceae	30. *Opuntia puberula* Pfeiffer	G C
	31. *O. velutina* Weber var.	G C
	32. *O. Wilcoxii* Britton & Rose	G R
20.Caesalpiniaceae	33. *Cynometra oaxacana* Brandegee	HF A
	34. *Caesalpinia cacalaco* Kunth	HF C
21.Chrysobalanaceae	35. *Chrysobalanus icaco* L	G C
	36. *Couepia polyandra* (Kunth) Rose	HF R
	37. *Lycania arborea* Seemann	G C
22.Combretaceae	38. *Conocarpus erectus* L.	G A

	39. *Laguncularia racemosa* (L.)Gaertner	HF A
23.Convolvulaceae	40. *Merremia umbellata* (L.) Hallier f.	G C
	41. *Ipomea pes-caprae* (L.) Sweet.	HF C
	42. *I. stolonifera* (Cirillo) Gmelin	HF C
24.Cucurbitaceae	43. *Momordica charantia* L.	G C
	44. *Cucumis anguria* L.	G R
25.Cyperaceae	45. *Cyperus elegans* L.	HF A
	46. *C. polystachyas*	HF A
	47. *C. camphoratus* Liebm.	HF R
	48. *C. pallens* Liebm.	HF C
	49. *C. canus* Suter.	HF C
	50. *C. ciliatus* Junghuhn	HF A
	51. *C. semiochraceus* Boeckeler	HF R
	52. *C. amabilis* Vahl	HF C
	53. *Abildgaardia mexicana* (Palla) Kral	HF A
	54. *Eleocharis elegans* (Kunth).	HF C
	55. *Carex cortesii* Liebm.	HF C
	56. *Fimbristylis dichotoma* (L) Vahl.D68	HF R
	57. *F. spadicea* (L.) Vahl	G R
	58. *Oxycaryum cubense* (Poeppig & Kunth)	HF C
26.Dilleniaceae	59. *Curatella americana* L.	G C
27.Euphorbiaceae	60. *Phyllanthus elsiae* Urban	G R
	61. *Croton sonorae* Torre	HFMR
	62. *Euphorbia villifera* Scheele.	G R
	63. *Acalypha monostachya* Cav	G C
28.Fabaceae	64. *Lonchocarpus sericeus*(Poiret) DC	HF A
	65. *L. lanceolatus* Berth	G C
	66. *Lonchocarpus sp.*	G R
	67. *Leucaena leucocephala*(Lamo) de Wit	HF* C
	68. *Canavalia maritima* (Aublet) Thouars	HF C
	69. *Gliricidia sepium* (Jack.) Steudel	G C
	70. *Pterocarpus acapulcensis* Rose.	G C
29.Julianaceae	71. *Amphipterygium adstringens* Schldl.	G A
30.Liliaceae	72. *Crinum erubescens* Ait.	HF A
31. Malphighiaceae	73. Byrsonima crassifolia (L.) DC.	G C
32.Malvaceae	74. *Hibiscus tiliaceus* L.	G C
	75. *Anoda cristata* (L) Schldl.	G R
	76 *Herissantia crispa* (L) Briz	G R
	77. *Kosteletzkya pentasperma* (Bert.) Griseb.	HF R

33.Meliaceae	78. *Swietenia humilis* Zucc.	G R
34.Mimosaceae	79. *Acacia hindsii* Berth Schildl & Cham.	HF C
	80. *A. cochliacantha* Willd.	G C
	81. *A. macrantha* Willd.	G C
	82. *A. riparia* Kunth	G R
	83. A. sp.	G R
	84. *Entada polystachya* (L.) DC.	HF C
	85. *Prosopis juliflora* (SW.) DC.	HF A
	86. *Inga eriocarpa* Benth.	G R
	87. *Phithecellobium dulce (Roxb.)Benth.*	G C
35.Moraceae	88.*Ficus mexicana* Miquel.	G C
36.Najadaceae	89. *Najas guadalupensis(Sprengel)Mor.*	G MR
37.Nyctaginaceae	90. *Okenia hypogaea* Schldl. & Cham.	HF R
	91. *Salpianthus arenarius* Kunth	HF R
38.Nymphaeaceae	92. *Nymphaea* ampla (Salisb.) DC.	HF C
39.Papilionaceae	93. *Crotalaria cajanifolia HBK.*	G C
40.Poaceae	94. *Boutelowa repens* (Kunth) Scribner & Merr.	HF C
	95. *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd	G C
	96. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.	G A
	97. *Digitaria sp.*	G A
	98. *Distichlis spicata* (L.) E. Greene	G A
	99. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel	G R
41.Polygonaceae	100. *Cocoloba barbadensis* Jacq.	G C
	101. *C. acapulcensis* Standley	G R
	102. *Coccoloba liebmannii* Lindau.	G R
42.Polypodiaceae	103. *Acrostichum danaeifolium* Langsd & Fisch	HF C
43.Pontederiaceae	104. *Eichhornia crassipes* (C.Martius) Solms-Lurb	G C
	105. *Pontederia sagittata* C. Presl.	G R
44.Rhamnaceae	106. *Zizyphus amole* (Sessé &Mociño)M.C. Johnst	G R
45.Rhizophoraceae	107. *Rhizophora mangle* L.	HF A
46.Rubiaceae	108. *Gonipa americana*	G C
	109. *Randia guerrerensis* Lorence & Rodríguez	G R
47.Salicaceae	110. *Salix humboldtiana* Willd	G C
48.Salviniaceae	111. *Salvinia minima* Baker	HF C
	112. *Salvinia auriculata* Aublet	HF R
49.Scrophulariaceae	113. *Scoparia dulcis* L.	G R

50.Smilacaceae	114. *Smilax sp.*	G C
51.Stenculiaceae	115. *Walthenia americana* L	G C
	116. .*W. preslii* Walp.	G C
	117. *Guazuma ulmifolia* Lam	G A
52.Turneraceae	118. *Turnera ulmifolia* (L.)	G R
53.Typhaceae	119. *Typha domingensis* Pers.	HF C
54.Violaceae	120. *Corynostylis arborea* (L.) Blake	G MR

Nota: especies no incluidas en el listado debido a su dudosa clasificación: *Bravaisia integerrima* y *Nymphaea blanda*

Las especies de plantas abundantes y comunes conforman ambientes característicos en este sistema lagunar estuarino, de los cuales se identificaron 10 tipos, algunos de ellos de reducidas dimensiones, en la **Tabla 38,** se ha ordenado los 10 tipos de ambientes así como las características y especies más comunes en ellos. Las plantas acuáticas se ordenaron de acuerdo a la clasificación de Lot (1991) .

Tabla 38 Plantas dominantes en algunos ambientes en Barra de Tecoanapa.

Nombre científico	**Ambiente**
1.-Vegetación hidrófitas flotantes.	
Eichhornia crassipes	Río Quetzala- Estero la Borrega, muy abundante de agosto-noviembre, no existe como comunidad típica en el área, es arrastrada al estuario durante las grandes avenidas del río, a finales de lluvias.
Pistia stratiotes Lemna sp Salvinia auriculata	Prosperan en todas las áreas de tular y pantano con salinidad menor de 10‰. Durante las lluvia son muy abundantes.
Azolla caroliniana	Sólo se observó en época de lluvias, en la margen derecha del río en el límite del manglar.
2.-Hidrófita enraizada de hojas flotantes.	
Nymphaea ampla *Marsilia mexicana*	áreas de tular, pantano y diferentes canales de marea, florecen entre octubre y diciembre, con salinidad de 12 a 18‰, de febrero a mayo sólo quedan los tubérculos enterrados.
3.-Hidrófitas enraizada emergente.	
Typha domingensis *Phragmites australis*	Muy abundante en el límite del manglar hacia tierra, tolera salinidades desde 0-23‰, presenta floración permanente.
Abildgaardia mexicana	Abundante en el margen izquierdo del río, floración

Eleocharis elegans	abundante de julio a septiembre.
4.-Halófitas de marisma: Las especies más frecuentes son: *Batis maritima, Sesuvium portulacastrum, Glinus radiatus, Fimbristylis spadicea* y *Cyperus polystachyas.* En el área inmediata existe *A. germinanns*	Común en algunas zonas en el margen izquierda del río, florece en octubre y noviembre Esta comunidad existe en el margen derecho del río, en áreas planas que se inundan ocasionalmente por las mareas, donde el suelo contiene gran cantidad de sales.
5. Vegetación terrestre asociada al manglar: *Amphipterygium adstringens, Mimosa pigra, Guazuma ulmifolia, Spondias purpurea, Pistacia mexicana, Chrysobalanus icaco, Lycania arborea, Couepia polyandra, Acacia hindsii, A. macrantha, A. riparia, Entada polystachya, Pterocarpus acapulcensis, Zizyphus amole, Phithecellobium dulce*	**Características**: Esta comunidad es una de las más ricas en especies terrestres asociadas a los manglares. Se ubica en el límite de distribución del manglar, donde la salinidad no supera 5‰, y en la época de lluvias suele quedar ligeramente inundada.
6.-Comunidad de *Annona glabra*: *Phyllanthus elsiae, Lonchocarpus sericeus, Mimosa pigra Corynostylis arborea. Crinum. erubescens* y *Phithecellobium dulce*	**Características**. *A. glabra*, se registró en los manglares ribereños en ambos lados del río, donde la salinidad varía de 5 a 15‰. En la época de lluvias en esta área prospera en el piso *C. erubescens*, que florece de agosto a octubre, coloreando de blanco la monotonía de estas áreas. El helecho *Acrostichum danaeifolium*, se desarrolla en algunos sitios donde el suelo esta ligeramente inundado con S‰ <10) y la luz penetra hasta el suelo, debido a la caída de arboles de mangle, también se desarrolla en la periferia del manglar.
7.-Comunidad de *Acrostichum:* Al interior se registró a *Echinodorus andrieuxii y Crinum erubescens.* En la periferia del manglar:*Guazuma ulmifolia, Waltheria americana* y *W.preslii.*	En Barra de Tecoanapa, ya no existe este bosque en la orilla del río debido a las prácticas agrícolas, existen restos en las márgenes de algunos arroyos principalmente en el lado izquierdo del río, entre el pie de monte y la zona inundada.
8.-Bosque de galería. Algunas de las especies fueron: *Ficus mexicana, Inga eriocarpa, , Bursera simaruba, Caesalpinia cacalaco, Astrocarium mexicanum, Tabebuia rosea, Gonipa americana, , Spondias purpurea, Pistacia mexicana, Chrysobalanus icaco, Lycania arborea, Couepia polyandra, Acacia hindsii, A. macrantha, A. riparia, Entada polystachya, Pterocarpus acapulcensis, Zizyphus*	

amole. En las áreas más alteradas se registró a:*Gliricidia sepium, Lantana camara, Astrocarium mexicanum, Anacardium occidentale y Turnera ulmifolia*	
9.-Vegetación de dunas. Las especies registradas fueron: plantas rastreras y estoloníferas:*Ipomoea pes-caprae, Pectis arenaria, Canavalia maritima* y *Okenia hypogaea*, bundantes durante la época de lluvias. Una gran parte de la duna del lado derecho del río se cubre de julio a noviembre de *I. pes-caprae*, *Pectis arenaria*. En la periferia se desarrolla un pasto *Distichlis spicata* mezclado con manchones de *Digitaria sanguinalis* y *Bouteloua repens*. En la zona alta de la duna donde la arena está consolidada se registró a *Coccoloba liebmannii, C. acapulcensis, C. erectus, A. germinans* y *Prosopis juliflora*. En el lado derecho del río se observó a: *Opuntia velutina, O. wilconii* y *O. puberula*, mezcladas con algunos arbustos de *Couepeia polyandra, Randia guerrerensis, Krameria cuspidata, Lantana camara* y *Stegnosperma scandens*	Constituida por plantas herbáceas y arbustivas pioneras que se desarrollan sobre arena, adaptadas a elevada temperatura en el suelo, sedimentos poco consolidados, variadas concentraciones de salinidad, humedad y movimiento frecuente por el viento. El lado izquierdo del río debido a que la barra arenosa es más amplia es donde se registró la mayor diversidad de especies. Buena parte de esta vegetación muestra signos de alteración debido a las prácticas de pastoreo por la ganadería. En la actualidad una buena parte de la vegetación aledaña a la comunidad se ha perdido debido al fraccionamiento de lotes por los habitantes.
10.-Comunidad de vegetación secundaria. Herbáceas: *Momordica. charantia, Crotalaria cajanifolia, Walthenia Americana,W. Preslii, Merremia umbellata, Cucumis anguria, Cyperus ligularis, Cyperus. ciliatus,Oxycaryum cubense, Carex cortesii ,Pragmites australis S., dulcis, K. Pentasperma, Turnera ulmifolia y S. arenarius.* Arbustivas *Acacia hindsii, A. sphaerocephala Guazuma ulmifolia, P. juliflora, y Chrysobalanus. icaco*	En ambos lados del río, durante el tiempo de estudio se talaron dos áreas del manglar, en estos sitios se siguió la sucesión de plantas secundarias que aparecieron durante la época de lluvias y después de levantarse la primer cosecha de maíz.

10.Usos del recurso, extracción de madera y leña del manglar.

10.1 Usos del recurso mangle. Los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a la comunidad así como la medición de la madera en distintos sitios, indicó que los habitantes hacen uso extensivo de tres especies de mangles preferentemente: *C. erectus, L. racemosa y R mangle,* mientras que *A. germinans* no se utiliza. Las piezas de madera son cortadas por los leñadores desde un grosor de 2.0 a 20.0cm y un tamaño de 2.0 a 4.5m de largo, esta madera es colocada al sol durante 20-25 días, antes de utilizarse. En la **Tabla 39** se ha concentrado los usos de la madera en cada una de las especies en la comunidad de Barra de Tecoanapa.

Tabla 39. Uso de la madera de mangle y características del uso.

Nombre :	**Grosor/largo**	**Especie**	**Usos y Características**
Varas	2-5cm/1.5-2.0m	*L. racemosa* y *C. erectus*	Se utilizan para separar los predios familiares, en la construcción de cercos para aves de corral y puercos.
Cuilote	4.5-7.5/2.0-3.0	*L. racemosa*	Son piezas de madera, sirve para reforzar las cercas.
Morillo	6.0-10/2.0-3.0	*C. erectus*	Se usan como postes y travesaños en las cercas de los huertos.
Soleras	6.0-10/2.5-3.5	L. *racemosa* *C. erectus*	Se utilizan en el entramado de paredes de adobe y los techos de lámina de cartón y palma de las casas.
Vigas	8.0-12.5/3.5-4.5	*R. mangle L. racemosa*	Utilizadas en el sostén de los entramados de casas con techo de tejas, por su mayor dureza se prefiere al mangle rojo.
Postes	10-15.0/2.5-3.0	*C. erectus*	Sirve como postes para fijar alambradas en los potreros, así como en la construcción de pequeños atracaderos.
Horcones	12.5-30/2.5-3.0	*C. erectus* *R. mangle*	Utilizadas como sostén en las estructuras principales de las casas de teja.
Leña		*C. erectus, L. racemosa ,R. mangle* y *A. germinans*	Tres especies son utilizadas ampliamente y solo ocasionalmente se utiliza la madera del mangle negro, debido a que esta se consume rápidamente y produce mucho humo.

10.2. Extracción de madera y leña de los bosques.

Se registraron variaciones notables en el número de especies de mangles, densidad de árboles, volumen y cantidad de madera extraída. Todas las parcelas presentaron un área de 2000m^2. Por facilidad se analizaron primero las parcelas ubicadas en el lado izquierdo del río y posteriormente las del lado opuesto.

Parcela 1. Está constituida por *R. mangle* y *L. racemosa,* por su cercanía a la comunidad presenta signos evidentes de deterioro, por la extracción excesiva de madera. La densidad total de árboles fue de 241, *L. racemosa* presentó el mayor número de fustes en pie (110). Se registraron ocho clases de edad en esta especie desde 2.5 a 40cm de grosor, siete de ellas sujetas a explotación. En *R. mangle* se observaron siete clases, cinco de ellas son utilizadas. La mayor cantidad de madera en esta parcela se extrae como varas, morillos, soleras y vigas, principalmente de mangle blanco. De esta parcela se extrajo hasta 2,121.8kg/año de madera de ambas especies, de esta cantidad el 29.1% de los fustes en pie de *L. racemosa* fueron talados durante el periodo de 1991 a 1992. En este sitio se calculó que existe un total de 37.04m^3 de madera en pie y 9.26m^3 de leña, como se observa en la **Tabla 40.** Aún cuando existe un volumen considerable de madera en pie disponible, muchos de los fustes están torcidos.

Tabla 40. Extracción y volumen de madera en pie en un rodal de *R. mangle* y *L. racemosa*: Parcela 1. En el periodo 1991-1992.

Clases de edad:cm	*R. mangle* a/pie[1]	árboles talados	Peso madera extraída (Kg)[2]	*L. racemosa* a/pie[1]	árboles talados	Peso madera extraída (Kg)[2]	Volumen madera *R. mangle*[3]	Volumen madera *L. racemosa*	Volumen madera (leña)
2.5-5.0				25	22	46.2		0.12	0.3
5.1-10	26	11	107.8	65	12	111.6	0.52	1.3	1.7
10.1-15.	34	9	240.3	25	8	164.8	3.4	2.5	1.84
15.1-20	33	9	337.5	9	9	291.6	8.58	2.34	1.83
20.1-25	8	2	110.8	2	1	48.7	3.8	0.96	0.56
25.1-30	6	1	80.5	2	1	69.8	4.56	1.52	0.68
30.1-35	2			2	1	96.4	2.22	2.22	0.48
35.1-40	1			1			1.5	1.5	0.28
Total	110	32	876.9	131	54	1244.9	24.58	12.46	9.26
% E[5]		22.5			29.1				

1.Número de árboles en pie. [2] Madera extraída: Kg./año, peso después de 25 ±5 días al sol. 3 Volumen de madera disponible en la parcela. 4.Densidad total de árboles por hectárea 2410. 5 Porcentaje de árboles extraídos por especie.

Parcela 2. Está constituida por *R. mangle*, *L. racemosa* y *C. erectus*. Con una densidad de 177 árboles, correspondiente a siete clases (2.5 a 35cm) todas representadas en el mangle botoncillo, seis sujetas a explotación; en el mangle blanco se registraron seis clases explotadas; mientras que en el mangle rojo cuatro son utilizadas. De la madera extraída en la parcela, la mayor demanda se realiza como varas, morillos, soleras y vigas en las tres especies. La mayor explotación correspondió al mangle botoncillo, del cual durante el periodo de estudio se explotó el 53% de la superficie arbolada, seguido por el mangle blanco (41.6%) y muy por abajo el rojo con 26.9%. Durante el periodo se extrajo 3,379kg de madera de las tres especies, como se observa en la **Tabla 41.**

Los pocos fustes que aún quedan son troncos torcidos o bien brotes recientes después de haberse derribado el arbolado pristino del sitio. Aún cuando ya no existen fustes rectos, en el área se siguen cortando varas de botoncillo y blanco y explotando leña principalmente durante la temporada de secas. Esto ha abierto grandes claros en toda la ribera del río.

Tabla 41. Extracción de madera en un rodal de borde con *C. erectus, L. racemosa, y R. mangle*: Parcela 2.

Clases de edad:cm	*C. erectus* a/pie 1	árboles talados	Peso madera extraída[2]	*L. racemosa* a/pie [1]	árboles talados	Peso madera extraída	*R. mangle* a/pie [1]	árboles talados	Peso madera extraída
2.5-5.0	32	22	81.0	40	4	11.6	-	-	-
5.1-10	23	40	478.0	22	19	193.0	10	2	10.6
10.1-15.	14	14	403.0	7	16	379.0	5	2	49.0
15.1-20	11	12	512.0	1	9	328.5		2	76.0
20.1-25	1	4	241.0	2	3	153.3	2	1	59.5
25.1-30	3	4	334.0	1	1	69.5	2		
30.1-35	1								
Total	85	96	2,049	73	52	1,134.9	19	7	195.1
%E[4]	-	53			41.6	-	-	26.9	-

1.Número de árboles en pie. 2. Madera extraída: Kg/año, peso de la madera después de 25 ±5 días.

3.Densidad de árboles por hectárea 1770. 4 Porcentaje de árboles extraídos por especie.

Parcela 3. El número de árboles fue de 122. Se registraron nueve clases de edad, ocho por cada especie. Los fustes talados fueron 21; 15 de estos fueron de mangle blanco, que representa el 17.4 % del total de árboles en el sitio. En esta parcela no se extraen varas y

la madera se utiliza como cuilotes, soleras, vigas y horcones. El peso total de madera extraída fue de 735.8kg, como se observa en la **Tabla 42, y** el volumen de madera en pie fue de 49.21m^3, reflejo del grosor y altura alcanzada por los árboles de *L. racemosa* en este sitio. La cantidad de leña se estimó en 12.19m^3. Esta parcela a diferencia de las anteriores presenta un bajo nivel de explotación, debido a que la mayoría de los fustes son demasiado gruesos para algún uso o bien por que este lugar permanece casi todo el año inundado lo que dificulta la extracción de madera.

Tabla 42 Extracción y volumen de madera en un rodal de *R. mangle* y *L. racemosa*: Parcela 3

Clases de edad:cm	*R. mangle* a/pie [1]	árboles talados	Peso madera extraída (Kg.)[2]	*L. racemosa* a/pie [1]	árboles talados	Peso madera extraída (Kg.)	Volumen madera*R. mangle* (m^3)	Volumen madera*L. Racemosa* (m^3)	Volumen de madera (leña m^3)
2.5-5.0	3			3			0.01	0.1	
5.1-10	7	2	27.6	18	3	24.6	0.14	1.36	0.12
10.1-15.	16	1	67.2	6	4	78.4	1.6	0.6	0.55
15.1-20	6	2	73.4	14	3	100.2	1.56	3.6	0.2
20.1-25	7	1	55.4	10	4	170.4	3.36	4.8	2.04
25.1-30	5		71.5	12	1	67.1	3.8	9.12	3.23
30.1-35	4			5			4.4	5.5	2.47
35.1-40				3				4.5	1.12
40.1-45	3						5.85		0.46
Totales	51	6	295.1	71	15	440.7	20.72	28.49	12.1
% E[5]		10.5			17.4				

1.Número de árboles en pie. 2.Producción de madera extraída: Kg./año, peso de la madera después de 25 ±5 días. 3 Volumen de madera disponible en la parcela 4.Densidad de árboles por hectárea 1220. 5 Porcentaje de árboles extraídos por especie.

Parcela 7. En este sitio la mayoría de los árboles presentan un gran desarrollo en el sentido vertical y copas muy estrechas. Se contabilizaron 181 fustes de hasta 14 metros de altura en la parcela. Se registraron tres clases de edad, todas sujetas a explotación, como soleras como se observa en la **Tabla 43**. El total de fustes aprovechados fue de 19 (9.5%) del total de árboles, mientras que el peso de la madera extraída fue de 219.3 kg. El volumen de madera en pie fue de 6.93 m^3. Es el sitio menos explotado del lado izquierdo del río, debido a la lejanía así como a la dificultada de extraer la madera.

Tabla 43 Extracción y volumen de madera en un rodal constituido por *L. racemosa*: Parcela 7.

Clases de edad en cm	árboles en pie[1]	árboles talados	Peso madera extraída(K.g.)[2]	Volumen madera en la parcela(m^3)[3]
2.5 - 5.0	30	3	7.5	0.15
5.1 - 10.0	104	11	107.8	2.08
10.1 - 15.0	47	5	104	4.7
Totales	181	19	219.3	6.93
%E[5]		9.5		

1.Número de árboles en pie. 2.Producción de madera extraída: Kg./año, peso de la madera después de 25 ±5 días. 3 Madera disponible en la parcela 4.Densidad de árboles por hectárea 1810. 5 Porcentaje de árboles extraídos por especie.

Parcela 4. Esta parcela no presenta explotación a pesar de estar relativamente cercana a un canal, el cual podría facilitar el transporte de la madera hacia la comunidad, incluso, una parte del año el suelo está completamente seco. El número total de fustes fue de 98, la mayoría de ellos gruesos. Se registraron 14 clases de edad en el mangle negro (2.5-85cm) y seis en el blanco. El volumen total de madera en esta parcela fue de 48.88m^3 en el mangle negro, el cual presenta una gran altura(22m). En *L. racemosa* la cantidad de madera fue muy inferior con 8.73m^3. La leña fue de aproximadamente 14.37m^3, hasta el 72% de esta madera es aportada por los árboles de *A. germinans* (**Tabla 44**).

Tabla 44. Disponibilidad de madera en un rodal sin explotación, constituido por *A. germinans* y *L. racemosa*: Parcela 4

Clases de edad: cm	árboles en pie *A. germinans*[1]	árboles en pie *L. racemosa*[1]	Volumen madera de *A. germinans*[2]	Volumen madera *L. racemosa*[2]	Volumen de madera(leña)
2.5-5.0	13				
5.1-10	25	2	0.5	0.5	0.25
10.1-15.	10	1	1.0	1	0.5
15.1-20	11		2.86		0.71
20.1-25	6	2	2.88	1.56	1.11

25.1-30	5		3.8		0.95
30.1-35	6	2	6.6	2.22	2.22
35.1-40	4	1	6	1.5	1.87
40.1-45	1	1	1.95	1.45	0.97
45.1-50	3		6.81	8.7	1.7
50.1-55	2		5.1		1.27
55.1-60	1		2.83		0.7
65.1-70	1		3.3		0.82
80.1-85	1		5.2		1.3
Total	89	9	48.88	4.6	14.37

1.Número de árboles en pie en la parcela. 2 Volumen de madera disponible por especie 4.Densidad de árboles por hectárea 980.

Parcela 5. Constituye parte del rodal ribereño-cuenca más complejo del humedal, en este sitio existen *L. racemosa, A. germinans* y *R. mangle* así como vegetación terrestre. El total de árboles fue de 96, de ellos 35 son de *L. racemosa*. Aún cuando la vegetación terrestre presenta un buen número de árboles, estos son de porte bajo y delgados, por el contrario el mangle blanco y negro presentan fustes muy gruesos (30cm DAP) y elevados (30m). El menor volumen de madera en este sitio lo presentó la vegetación terrestre y el mangle rojo (1.13m^3), mientras que el mangle blanco(71.39m^3) y negro(18.43m^3) juntos aportaron hasta el 72.5% de la madera, ésta se encuentra desde el nivel del suelo hasta unos 20m de altura. Se estimó que existen alrededor de 22.22m^3 de leña. **(Tabla 45)**

Tabla 45 Disponibilidad de madera en un rodal de *A. germinans, L. racemosa, R. mangle* y V. terrestre: Parcela 5.

Clases de edad: cm	*R. mangle* a/pie [1]	*L. racemosa* a/pie	*A. germinans* /pie	V. terrestre/pie	Volumen madera V. terrestre (m^3)	Volumen madera *R. mangle* (m^3)[2]	Volumen madera *L. racemosa* (m^3)	Volumen madera *A. germinans* (m^3)	Volumen madera (leña)
2.5-5.0				6	0.03				
5.1-10	9			13	0.26	0.18			
10.1-15	3		1	10	1.0	0.3		0.1	0.002
15.1-20		1	5				0.26	1.8	0.51
20.1-25		1	1				0.48	0.48	0.05
25.1-30		3	6				2.28	4.56	1.71
30.1-35		4	4				4.44	4.44	2.22

35.1-40		5					7.5		1.87
40.1-45		8	1				15.6	1.95	4.38
45.1-50		11	1				24.97	2.27	6.81
50.1-55		4					10.2		2.55
55.1-60		2	1				5.6	2.83	2.12
Total	12	35	20	29	1.29	0.33	71.39	18.43	22.22

1.Número de árboles en pie. 2 Volumen de madera disponible en la parcela 3.Densidad de árboles por hectárea 960.

Parcela 6. Es la parcela más lejana, aquí la densidad de árboles de mangle botoncillo fue baja (41), para un total de 410 fustes/ha. la mayoría de los árboles se presentan aislados, debido a ello, han logrado un gran desarrollo estructural. También se contabilizaron 27 árboles de zona terrestre, principalmente algunas palmas cuya madera ocasionalmente se utiliza en la construcción de casas. Se registraron hasta 11 clases de edad, nueve en *C. erectus*. El volumen de madera disponible fue de 21.59m^3 para el mangle botoncillo; contrariamente a otros sitios aquí, la mayoría de los árboles presentan fustes rectos hasta de 5m de largo. En la vegetación terrestre se estimó un volumen de madera de 11.59m^3, como se observa en la **Tabla 46**. El volumen de leña estimado para ambas especies fue de 8.29m^3, un valor considerable tomando en cuenta la densidad de árboles en la parcela.

Tabla 46. Disponibilidad de madera en un rodal constituido por *C. erectus* y vegetación terrestre: Parcela 6.

Clases de edad: cm	*C. erectus* en pie[1]	V. terrestre en pie[1]	Volumen madera *C. erectus*[2]	Volumen madera V. terrestre[2]	Volumen madera (leña) Kg./año.
2.5-5.0		2			
5.1-10	8	10	0.16	0.2	0.09
10.1-15	8	5	0.8	0.5	0.32
15.1-20	6	2	1.56	0.52	0.52
20.1-25	5	3	2.4	1.44	0.96
25.1-30	6		4.56		1.14
30.1-35	4	1	4.44	1.11	1.38
35.1-40	1	2	1.5	3.0	1.12

40.1-45	2		3.9		0.97
45.1-50	1	1	2.27	2.27	1.13
50.1-55		1		2.55	
Total	41	27	21.59	11.59	7.63

1.Número de árboles en pie. 2 Volumen de madera disponible. 3.Densidad de árboles por hectárea 680

Parcela 8. El número total de árboles fue el más alto de todas las parcelas con 226, para un total de 2260 fustes/ha., la mayoría son jóvenes y de un desarrollo estructural muy pobre, con copas menores a un metro de diámetro y una altura promedio de 4.5m. Sólo se registraron tres clases de edad (2.5 a 15.0), un 75% de ellos corresponde a la primera clase (2.5 a 5.0) y sólo seis a la tercera clase. En todas las clases se extrae madera, siendo mayor la extracción como varas, el uso del sitio es sumamente bajo, solo se explota el 8.1%, que equivale a 110.1kg/año; el sitio alberga un volumen bajo de madera (2.46m^3). Debido a que los árboles de esta parcela son muy delgados, por lo mismo no se estimó la disponibilidad de leña. (**Tabla 47**)

Tabla 47. Extracción y volumen de madera en un rodal de *L. racemosa*: Parcela 8.

Clases de edad: cm	árboles en pie[1]	árboles talados	Peso de la madera extraída Kg/año[2]	Volumen de madera en la parcela[3]
2.5 - 5.0	169	13	29.9	0.84
5.1 - 10.0	51	6	61.8	1.02
10.1 - 15.0	6	1	18.4	0.6
Totales	226	20	110.1	2.46m^3
% E[5]		8.1		

1.Número de árboles en pie. 2.Producción de madera extraída: Kg/año, peso de la madera después de 25 ±5 días. 3 Volumen de madera disponible. 4.Densidad de árboles por hectárea 2260. 5 Porcentaje de árboles extraídos por especie.

11. Captura de animales silvestres y pesquerías en el sistema lagunar-estuarino.

En la Comunidad de Barra de Tecoanapa 14 habitantes se dedican en forma frecuente a la cacería de animales silvestres, otras 42 personas participan en forma incidental en la extracción de huevos de tortuga. La cacería la realizan principalmente niños y adolescentes, apoyados por perros adiestrados para esta actividad. De acuerdo a las respuestas aportadas por los cazadores en los cuestionarios, se logró integrar un calendario cinegético, e identificar las principales áreas de cacería. Se identificaron tres, donde las capturas son más frecuentes.

a). Dunas costeras y área de manglar. Esta área de caza se ubica en ambos lados del río, comprende aproximadamente 7.5km de la barra arenosa. Es un sitio de arribazones de las tortugas marinas "golfina" y "carapacho" *Lepidochelys olivacea y Dermochelys coriacea*. En el lado derecho del río, en los bosques de mangle frente al mar se captura la iguana verde *Iguana iguana*, y ocasionalmente se captura la iguana negra *Ctenosaura pectinata*

b). Manglares. Comprende la totalidad de los rodales de manglares, sin embargo en los últimos años debido a la paulatina extinción de la fauna en el lado izquierdo del río, las actividades se han orientado a los sitios más distantes en el extremo opuesto. En el lado derecho del río, aún abundan animales de caza como mapaches, tlacuaches, zorrillos, armadillos, tejones, nutrias, conejos y lagartos. Si bien cada animal presenta una época del año en que su captura son más frecuente; es durante las lluvias, cuando las capturas se hacen más abundantes, como se observa en el calendario cinegético. **(Tabla 48)**

c). Selva baja y pastizales. En esta área las capturas se realizan con más frecuencia durante la época de lluvias. Este es uno de los sitios donde se captura la mayor cantidad de iguana negra *Ctenosaura pectinata* e *Iguna iguana*, las cuales se alimentan del follaje de algunos árboles como *Guazuma ulmifolia*, *Ficus mexicana* y *Lonchocarpus* sp. Con cierta frecuencia se registró a *C. pectinata* en los arboles de mango (*Mangifera indica* L.) y cocoteros (*Cocus nucifera* L.) que existen en las huertas cercanas a los manglares en el lado izquierdo del río.

Tabla 48. Calendario cinegético de capturas de fauna silvestre.

Especie	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Iguana												
Armadillo												
Mapache												
Tlacuache												
Tejón												
Zorrillo												
Conejos												
Lagarto												
Nutria												
Tortugas												

Captura de fauna silvestre. De acuerdo al calendario (**Tabla 48**), las iguanas se capturan de diciembre hasta abril, intensificándose esta actividad en febrero y marzo cuando las hembras están grávidas y son más apetecidas por los pobladores. Los registros de caza de los armadillos (*Dasypus novemcinctus*) se dieron de julio a octubre, cuando el nivel del agua se eleva en todo el manglar e inunda las madrigueras. Mapaches (*Procyon lotor*) y armadillos comparten periodos de caza semejante; con algunos registros a principio de año. Uno de los animales más abundantes son los tlacuaches (*Didelphis virginiana*), estos organismos se capturaron durante todo el año. De mayo a junio y de septiembre a noviembre se registraron capturas de tejones (*Toxidea taxus*) mientras que los zorrillos se cobraron durante los primeros meses del año, los conejos (*Sylvilagus conicularius*) se capturan de noviembre hasta abril en las zonas de pastizales naturales al interior del humedal. La nutria (*Lutra longicaudis annectens*); y los lagartos (*Crocodrilus acutus*) presentaron capturas mínimas durante las lluvias. En el caso de las tortugas marinas el periodo de arribazones se

ubicó de mayo hasta noviembre, con mayor intensidad de agosto a octubre. Otro animal que se captura con menor frecuencia son las comadrejas *Mustela frenata*.

Los animales se capturan con fines alimenticios, medicinales y como mascotas. Entre los animales que se capturan con mayor frecuencia y abundancia figuran: iguanas, armadillos, tlacuaches y mapaches (**Tabla 49**), mientras que los zorrillos son utilizados con fines medicinales. Los registros además de cuantificar el número de organismos también analizó los costos de comercialización y la modificación de estos costos a lo largo de varios años. En el año de 1991 se cobraron un total de 440 animales, siendo las iguanas y armadillos los más capturados. Esta tendencia se incrementó durante los siguientes tres años, con un promedio de 543 organismos, los registros para el último año sólo comprenden 7 meses de registros. Durante este periodo, el costo de las piezas de caza se incrementó hasta en un 350%, siendo los armadillos los organismos más cotizados por el sabor de su carne. En la actualidad un armadillo puede comprarse hasta en $60.0 pesos, razón de su captura en abundancia. Una buena parte de los animales capturados son para el autoconsumo, mientras que los más cotizados [tortugas: carne y huevos, iguanas y armadillos] se venden en la comunidad ya procesados (tamales, mole y barbacoa). Los animales que alcanzan mejor precio como iguanas y armadillos se llevan a vender a Marquelia, donde alcanzan precios más atractivos; mientras que los huevos de tortuga se venden en forma clandestina a compradores de Acapulco y la Ciudad de México **(Tabla 49).**

Tabla. 49 Captura de fauna silvestre y precio de comercialización.

Organismos * y costos**	1991	1992	1993	1994	1995
Iguanas	124: $ 5.0	162: $8.0	173: $ 10.0	131: $15.0	92: $ 20.0
Armadillos	132: $ 8.0	157: $12.0	123: $15.0	118: $20.0	19: $30.0
Tlacuaches	103: $ 4.0	98 : $5.0	119: $ 6.5	133: $ 9.0	46 : $11.0
Mapaches	64 : $ 6.0	72 : $7.0	84 : $ 8.0	91 : $10.0	61 : $20.0
Zorrillos	11 : $ 3.0	36 : $4.0	22 : $ 5.0	34 : $ 6.0	22 : $10.0
Tejón	5 : $ 6.0	18 : $7.5	23 : $ 9.0	29 : $10.0	12 : $12.0
Nutrias	1	6	8	2	-?
Total	440	549	552	538	252

*Número aproximado de animales capturados. **costo por unidad en pesos. Equivalencia actual en dólares: 1 dólar USD = 9.5 pesos mexicanos.

Producción pesquera. Un 75% de la actividad pesquera se realiza en la zona marina, el resto en la zona del estuario y algunas áreas dentro del humedal. Las principales capturas que se realizan dentro del área de manglar son: el "cuatete"(bagre estuarino) *Galeichthys caerulescens*, el cual aporta hasta el 39% de las pesquerías, el robalo *Centropomus robalito* y *C. nigrescens*, la mojarra *Cichlasoma trimaculatum*, el camarón de estero *Penaeus vannamei*, la lisa *Mugil curema*, y la jaiba *Callinectes* sp. fueron las especies que aportan las mayores capturas durante la época de lluvias. Estas especies se cotizan a un precio bajo, la única excepción es el camarón de estero ($18.0 kg, en 1995), éste monopoliza la actividad pesquera durante cuatro meses del año. El robalo *Centropomus robalito* y *C. nigrescens*, son especies muy apreciadas y alcanzan un precio moderadamente alto, principalmente en la época de cuaresma ($12.0). *Macrobrachium tenellum* es un langostino de tamaño pequeño, el cual también se captura y alcanza un precio atractivo para el pescador. Se capturan otras cinco especies de peces y una almeja cuyas capturas son mínimas.

Por encima de las dificultades provocadas por las reticencias de los habitantes para proporcionar información, se cuantificó, la cantidad de huevos y de tortugas capturadas en las playas. El promedio de huevos saqueados anualmente para las dos especies de tortugas osciló en aproximadamente 3,100 huevos, mientras que un promedio de 101 animales fueron sacrificados anualmente, esta actividad se realiza principalmente en la zona marina (**Tabla 50**). En las partes más lejanas (margen derecho) a la comunidad, se capturan algunos lagartos *Crocodrilus acutus*, de los cuales se consume la carne y se comercializa en mínima escala la piel, en este caso sus capturas tienden a desaparecer con la extinción de la especie.

Tabla 50. Producción pesquera en las áreas del sistema lagunar-estuarino y costos de comercialización.

Tipo de capturas*	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Lisa	759 :$ 2.0	1,378 :$ 2.5	4,435 :$3.0	2,875 :$4.0	2,543: $ 4.5	1,981 :$ 7.0

Robalo	301 :$ 5.0	872 : $ 6.0	1,329 :$7.0	903 :$ 8.5	1,295:$10.5	1,674 :$12.0
Mojarra negra	288 :$ 1.0	492 : $ 2.0	831 : $2.5	1,197 :$3.0	1,189 :$ 4.5	1,086 :$ 6.0
Bagre "Cuatete"	4,809: $1.0	11,323:$1.5	9,455:$2.0	5,476 :$2.5	6,998 : $3.5	8,651 :$ 5.0
Jaiba	1,284: $2.5	2,091 : $3.0	3,199:$3.5	2,534 :$4.0	1,991: $ 5.0	2,396 :$ 7.5
"Chacal"	832 : $3:0	605 : $4.0	970 :$4.0	1,236 :$5.5	1,008: $ 6:5	1,745 :$ 9.0
Camarón de Estero	2,078: $5.0	5,662 : $6.5	8,746:$7.0	8,824 :$9.0	4,578:$11.0	5,231 :$18.0
Tortuga golfina**	5,014: $2.0	4,890 : $2.0	3,601:$3.5	2,455 :$4.0	1,609:$10.0	3,987 :$17.0
Tortuga golfina***	131 : $4.0	148 : $7.0	102 :$10.0	87 :$12.0	59 :$16.0	91 :$25.0
Tortuga laud**	921 : $2.0	844 : $2.0	807 :$3.5	545 : $ 4.0	502 :$10.0	342 : $17.0
Lagartos***	---------	28 :$10.0	13 : $15.0	11 :$18.0	3 :$25.0	--------

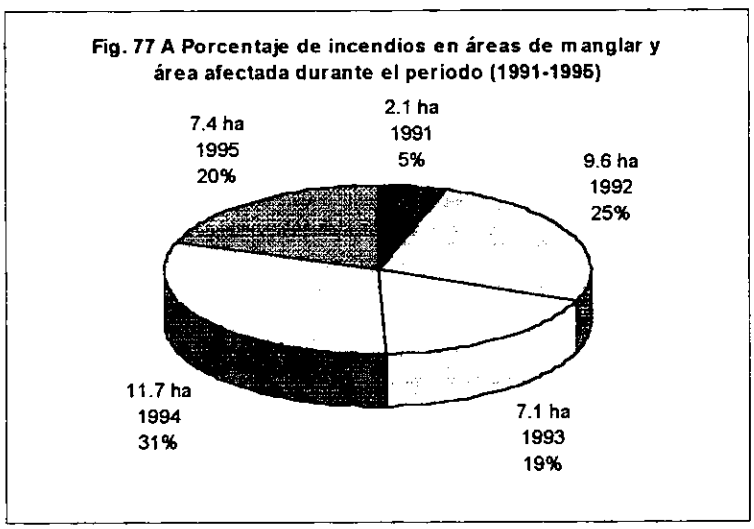
*Peso fresco en kilogramos, **Número aproximado de huevos, ***Número aproximado de animales capturados y sacrificados

12. Incendios forestales y plaguicidas en sedimentos, almejas y peces del humedal.

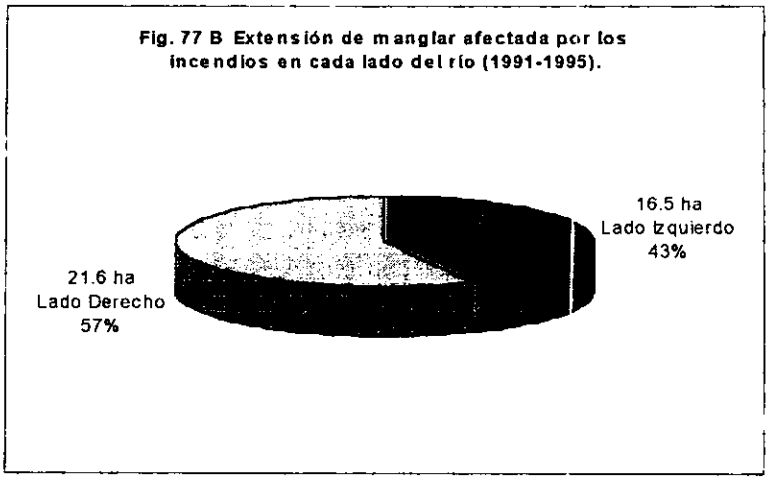
12.1 Incendios forestales. Se registraron un total de 15 incendios forestales durante el periodo de 1991 - 1995. Estos siniestros afectaron tanto la periferia de los bosques de mangles como el interior de las zonas de pastizales, también se registraron tres incendios provocados en zonas taladas del manglar. En la **Tabla 51,** se ha concentrado la totalidad de siniestros y el área afectada a lo largo de cinco años, la actividad que originó el fenómeno, los meses en los cuales se produjeron, en algunos casos el número de árboles afectados, especies y las áreas del humedal sujetas a este tensor. Las estimaciones sólo comprenden las áreas de manglares, fuera de esta área los incendios forestales son sumamente extensos y severos. Una cuantificación para el año de 1994 indica que en los potreros, y zonas de cultivos aledañas se quemaron unas 667h, incluso muchos de los incendios se extendieron hacia las zonas de selva baja subcaducifolia.

Un promedio de tres incendios por año afectaron al humedal. En 1991 las estimaciones sólo comprenden el lado izquierdo del río, durante este año, se registraron tres incendios, los cuales afectaron 2.1has., de manglar con presencia de las cuatro especies de mangle, dos de estos en la periferia del manglar y uno especialmente grave, debido a que

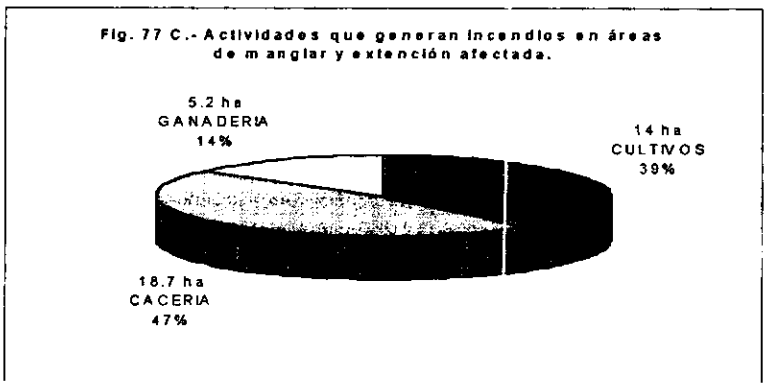
eliminó completamente la cubierta vegetal de manglar en el límite del estuario con la comunidad. Estos incendios fueron provocados para establecer cultivos de maíz, frutales y coco. En 1992, el número de siniestros se mantuvo, pero el área afectada se incrementó a 9.6 has., esto representa el 25% del total del área afectada durante el tiempo de estudio (**Fig. 77A).** En este año nuevamente se taló otra área de manglar (2.3h) en el lado opuesto del río, para cultivar maíz; un nuevo elemento como la cacería, incrementó el número hectáreas afectadas (7.3) en el lado derecho del río, los cazadores en algunas ocasiones quemaron durante marzo y abril áreas de pastizal, mangle botoncillo y vegetación terrestre, para hacer que los animales salieran hacia zonas descubiertas para poder atraparlos.



Durante 1993, hubo cuatro incendios, con 7.1h arrasadas lo que representó el 19% del área total afectada. El menos grave se produjo en la periferia del manglar donde anualmente se quema para cultivar maíz, con daños leves, un segundo incendio muy severo afectó una buena parte de mangle blanco, rojo y vegetación terrestre, llegando hasta el límite del área inundada(2.9h). Nuevamente la cacería como en el año anterior contribuyó con 3.2 h de manglar y vegetación terrestre. Como en años anteriores una nueva área de manglar de borde (mangle blanco y botoncillo) se derribó para establecer una plantación de coco, en la zona inmediata a la playa(**Tabla 51**)



En 1994 los incendios fueron especialmente críticos sobre las áreas de manglar, debido a que arrasaron 11.7 h, lo que representa el 31% del área afectada durante el estudio, como se observa en la **figura 77B**. En este año 7.8h., fueron quemadas debido a la apertura de nuevas áreas de cultivos y potreros en el margen izquierdo del río, el área afectada estaba cubierta por selva baja subcaducifolia, mangle botoncillo, blanco y rojo. Mientras que del lado opuesto del río la cacería contribuyó con 3.7 h, de vegetación de sabana y pastizal. Finalmente en el año de 1995, 7.1h. fueron consumidas por el fuego como se observa en la **figura 77C,** siendo la cacería y la ganadería las actividades humanas que provocaron los siniestros, el área afectada representó el 20% del total registrado durante el estudio.



El área total afectada por los incendios durante el periodo de estudio fue de 37.9 hectáreas, de esta área 21.6 h. (57%) se ubican en el lado derecho del río y 16.5 (43%) en el lado opuesto, como se observa en la **figura 77B**. La cacería fue la actividad que más extensión afecto con el 47% (18.7h) del área total, seguida por la agricultura con

39%(14h.), por abajo de estas se ubicó la ganadería, la cual sólo fue significativa durante los últimos dos años.

Tabla 51. Incendios forestales , provocados por diversas actividades humanas.

Año	Extensión de manglar/has/nivel fuego[2]	Actividad que originó el fuego	Mes/hora[3]	árboles afectados y especies[4]	Area del humedal afectada
1991[1]	0.5/b	cultivo maíz	abril/ 14:00	69: Bo., B.	estación 7, lado izquierdo río
	0.7/b	cultivo maíz	marzo/11:00	43: V.T., B., R.	estación 6, lado izquierdo río
	0.9/total	cultivo caña	abril/10.00	A.d. V.T.,N., B.	estuario, lado izquierdo río
1992	2.3/total	cultivo maíz	abril/13:00	A.d. V.T.,B., N.	estuario, lado derecho del río
	4.5/m.	cacería	marzo	239: Bo. V.T.	lado derecho del río, pastizal.
	2.8/m.	cacería	mayo	121: Bo. B. N.	lado derecho del río, pastizal.
1993	0.4/b	cultivo maíz	mayo/12:00	52: Bo., B.	estación 7, lado izquierdo río.
	2.9/m.	cultivo maíz	mayo/14:00	321: V.T.,B. R.	estación 14, lado izquierdo río.
	3.2/m.	cacería	marzo/12:00	189: Bo. V.T.	lado derecho del río, pastizal.
	0.7/total	cultivo coco	abril/14:00	A.d. Bo.B.	estación 5, zona de playa.
1994	5.7/total.	cultivo maíz	mayo/14:00	A.d. V.T. B. R.	estación 14, lado izquierdo río.
	3.9/m.	cacería	marzo	283 Bo. V.T.	lado derecho del río, pastizal.
	2.1/total	ganadería	mayo/14:00	A.d. Bo. V.T. N.	lado izquierdo del río.
1995	4.3/m.	cacería	mayo	403: Bo. VT. N.	lado derecho del río, pastizal.
	3.1/total	ganadería	abril	A.d.: Bo.,V.T.N	lado izquierdo del río.

1. Estimación solo lado izquierdo del río. 2 Nivel de afectación del fuego sobre los árboles: basal, media y total. 3. Hora del día de inició del siniestro. 4 Especies: mangle botoncillo, blanco, rojo, negro y vegetación terrestre.

12.2. Presencia de plaguicidas en sedimentos, almejas y peces en Barra de Tecoanapa

Los resultado obtenidos al analizar el contenido de plaguicidas en los sedimentos, tejido de almeja y lisa demostraron la presencia en el humedal de los siguientes compuestos: ΣDDT (2,4'-DDT+ 4,4'-DDT+ 2,4'-DDD + 4,4'-DDD + 2,4'-DDE + 4,4'-DDE), endosulfan, metoxicloro, aldrin, dieldrin y heptacloro. Los tres primeros compuestos presentaron valores desde no detectables, hasta valores por abajo de la norma internacional ($2.0x10^{-2}$ ppm) FAO/WHO(1973) y EPA(1978). Por el contrario, las concentraciones de los tres últimos rebasaron los niveles aceptables en la norma internacional.

Los tres compuestos están clasificados dentro del grupo de los organoclorados. De éstos, el heptacloro ($C_{10}H_5Cl_7$) presentó las concentraciones más bajas, seguido por el dieldrin ($C_{12}H_8Cl_6O$) , mientras que el aldrin ($C_{12}H_8Cl_6$) observó los valores más altos.

Las concentraciones más altas de heptacloro ($C_{10}H_5Cl_7$) se registraron en los sedimentos del estuario durante marzo y septiembre de 1993 con $4.2x10^{-2}$ y $4.0x10^{-2}$ ppm.,

ambos valores duplican la norma anteriormente mencionada. Durante 1994, los registros para ambas estaciones del año fueron menores a la norma, como se observa en la **figura 78**.

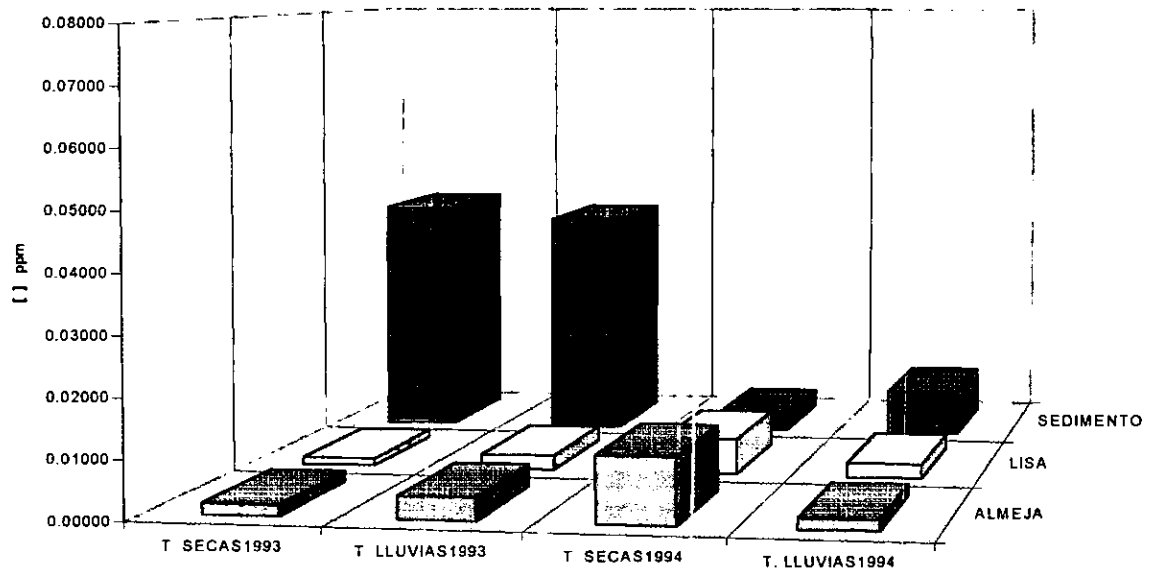


Fig. 78 Concentración de Heptacloro en sedimento, lisa y almeja en dos localidades de Barra de Tecoanapa, Guerreo; México.

Los datos obtenidos para este plaguicida en la almeja *Polimesoda inflata* y la lisa *Mugil curema* fueron bajos, siendo la época de secas de 1994, donde los valores fueron ligeramente significativos.

En el dieldrin ($C_{12}H_8Cl_6O$) las concentraciones más elevadas se registraron en la almeja durante la época de secas de 1993 (7.3×10^{-2} ppm), por el contrario para la misma época en el año siguientes este compuesto presentó los mínimos ($1.0x10^{-2}$), el resto de los registros obtenidos en este organismo superaron los valores permisibles (**Fig. 79**) El segundo valor más alto para este compuesto se obtuvo en las muestras de sedimento ($6.0x10^{-2}$ ppm) durante septiembre de 1994, mientras que para el resto de los muestreos estos siempre fueron menores a la norma. En el caso de la lisa, sólo la concentración obtenida en marzo de 1993, se ubicó como permisible, en el resto de los muestreos las concentraciones variaron desde $2.1x10^{-2}$ hasta $4.6x10^{-2}$ ppm. con los valores más altos durante las lluvias.

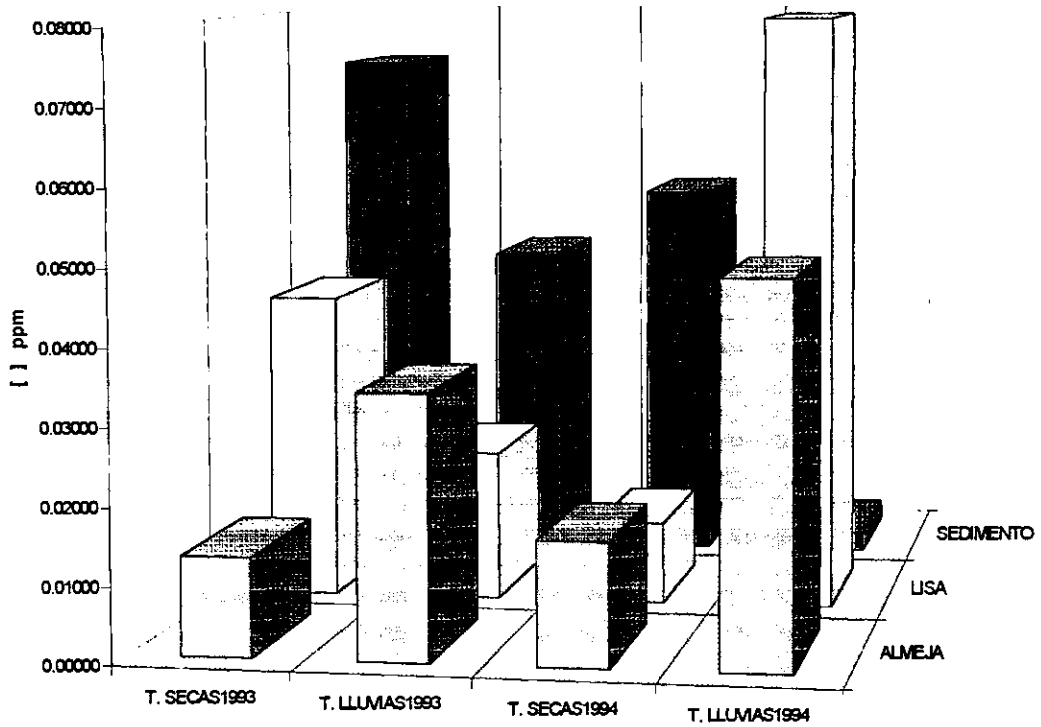


Fig. 79 Concentración de Aldrín en sedimento, lisa y almeja en dos localidades de Barra de Tecoanapa, Guerreo; México.

Las concentraciones más significativas se cuantificaron en el aldrin ($C_{12}H_8Cl_6$) y en la lisa *Mugil curema*, los registros más elevados se obtuvieron durante las lluvias de 1994 ($9.0x10^{-2}$ppm) así como para la época de secas de 1993 ($4.1x10^{-2}$). Por el contrario; para las dos épocas restantes las concentraciones de plaguicida en este pez se mantuvieron por abajo de la norma, como se observa en la **figura 80**. La concentración de este compuesto en los sedimentos del estuario, también se observaron valores elevados durante los primeros tres semestres del muestreo, con registros desde $7.2x10^{-2}$ hasta $4.3x10^{-2}$ppm, mientras que en la época de lluvias de 1994 los valores disminuyeron a $2.6x10^{-3}$ppm. Los registros obtenidos en la almeja presentaron altibajos durante todo el estudio, los menores a la norma se presentaron durante las épocas de secas y los más elevados ($3.4x10^{-2}$ y $4.9x10^{-2}$ppm) durante las lluvias de los años estudiados.

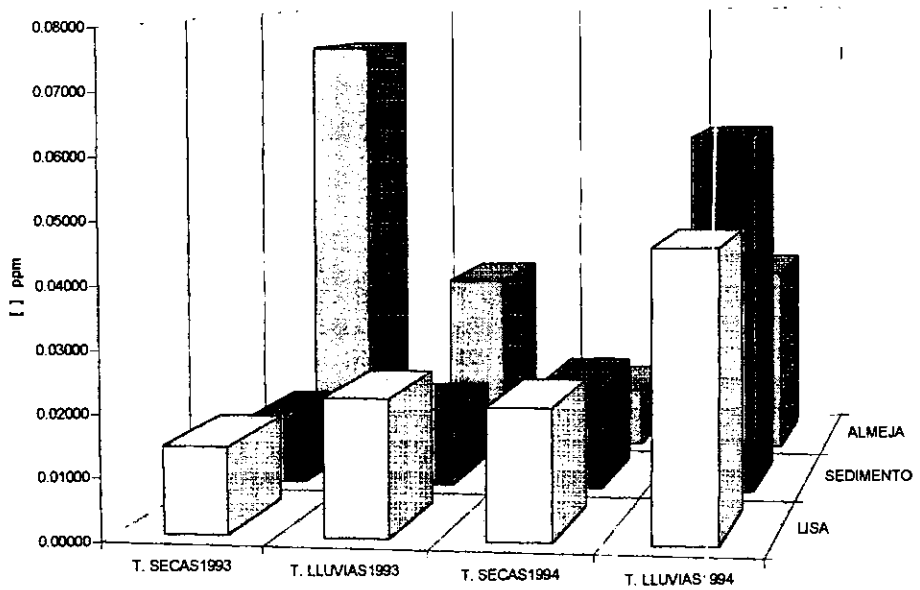


Fig. 80 Concentración de Dieldrín en sedimento, lisa y almeja en dos localidades de Barra de Tecoanapa, Guerreo; México.

III. FACTORES SOCIOECONOMICOS

13. Estructura, crecimiento y actividades principales de la población en Barra de Tecoanapa.

13.1. Estructura y Crecimiento de la población. En el primer censo aplicado en octubre de 1992, los resultados indican una población total de 721 habitantes, mientras que en marzo de 1997 la población fue de 899 habitantes. Para conocer la estructura de la población en ambos periodos se agrupó a ésta por sexo y edac., en clases de cinco años, con este ordenamiento se construyeron las pirámides de edades como se observa en la **figura 81**. En 1992 se registraron 16 clases de edades (0-79 años), para este año la proporción de habitantes del sexo femenino fue mayor (53.2%) que los del sexo contrario (46.7%).

En este censo el número de mujeres fue mayor desde los recién nacidos hasta los 59 años de edad, mientras que esta proporción es semejante en los últimos años de vida. La base de la pirámide (0-4 años) presentó el mayor número de habitantes (128), registrándose una reducción paulatina hasta los 19 años, con un cambio fuerte entre los 20 y 24 años,

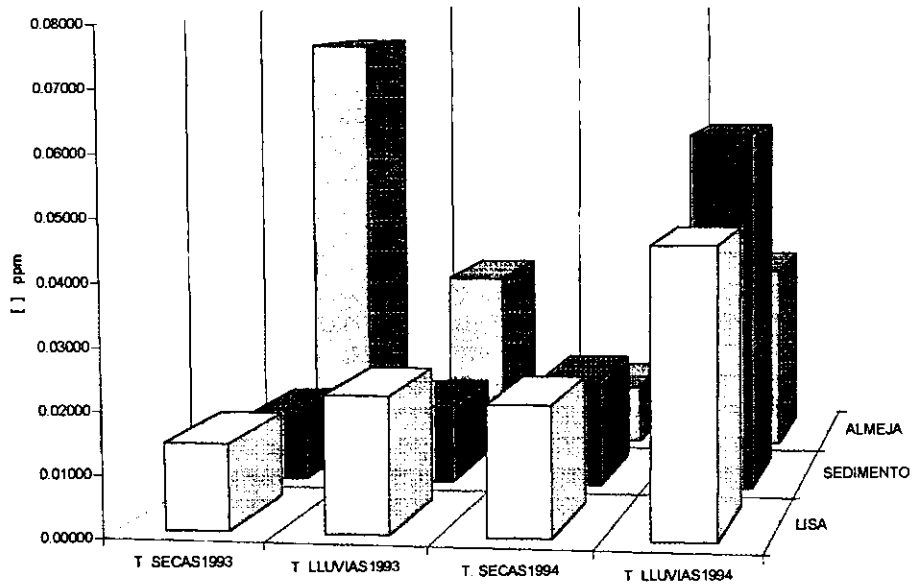


Fig. 80 Concentración de Dieldrín en sedimento, lisa y almeja en dos localidades de Barra de Tecoanapa, Guerreo; México.

III. FACTORES SOCIOECONOMICOS

13. Estructura, crecimiento y actividades principales de la población en Barra de Tecoanapa.

13.1. Estructura y Crecimiento de la población. En el primer censo aplicado en octubre de 1992, los resultados indican una población total de 721 habitantes, mientras que en marzo de 1997 la población fue de 899 habitantes. Para conocer la estructura de la población en ambos periodos se agrupó a ésta por sexo y edad, en clases de cinco años, con este ordenamiento se construyeron las pirámides de edades como se observa en la **figura 81**. En 1992 se registraron 16 clases de edades (0-79 años), para este año la proporción de habitantes del sexo femenino fue mayor (53.2%) que los del sexo contrario (46.7%).

En este censo el número de mujeres fue mayor desde los recién nacidos hasta los 59 años de edad, mientras que esta proporción es semejante en los últimos años de vida. La base de la pirámide (0-4 años) presentó el mayor número de habitantes (128), registrándose una reducción paulatina hasta los 19 años, con un cambio fuerte entre los 20 y 24 años,

situación que se normaliza en el resto de la pirámide. La mayor parte de la población en Barra de Tecoanapa es joven; el 47.3% (325 habitantes) con menos de 15 años de edad; 26.0% presentaba entre 15 y 29 años; el 18.3% de los habitantes presentaban entre 30 y 44 años, mientras que 6.6% su edad, fluctuaba entre 45 y 59 años, finalmente 1.8 de los habitantes tenían más de 60 años, como se observa en la **figura 81.**

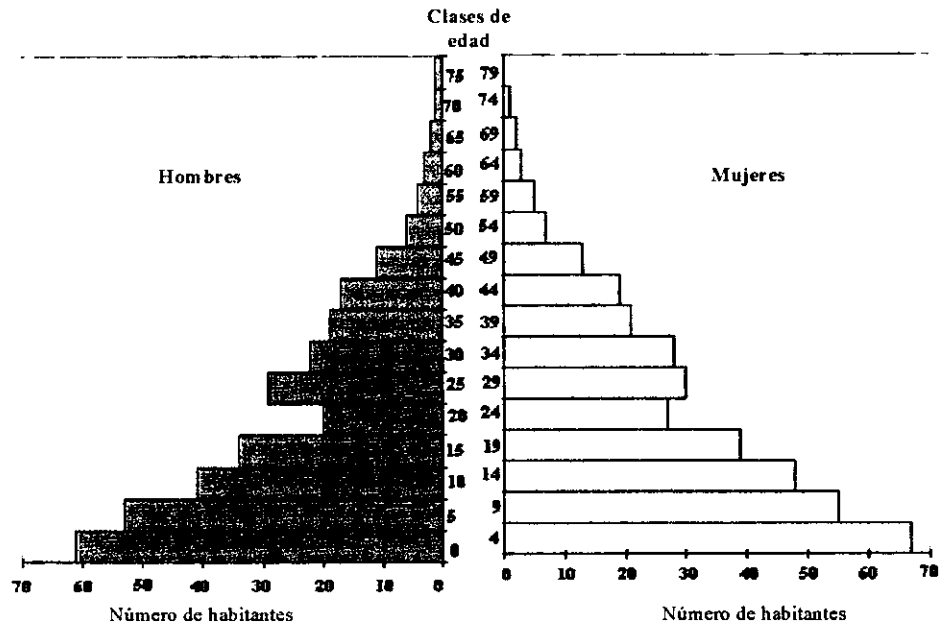


Fig. 81 Estructura de la población en Barra de Tecoanapa, Guerrero. En 1992 la comunidad registró un total de 701habitantes.

Para el censo de marzo 1997 se registraron 17 clases de edad en la población (0-84 años), en éste se registró un aumentó significativo en el número de habitantes del sexo masculino sobre el femenino, aún bajo esta condición, el número de mujeres (50.9%) fue mayor al de los hombres (49.1%). Se registraron diferencia notables en la pirámide poblacional con respecto al anterior, como se observa en la **figura 82**. En este censo la proporción de habitantes del sexo femenino es mayor desde los recién nacidos hasta los 24 años de edad, siendo muy semejante la proporción entre los 25 y 49 años. Como en el caso anterior los hombre presentaron la mayor esperanza de vida. En este censo la base de la pirámide registró menor número de habitantes (111) en relación al siguiente escalón (5-9años) con 118. En este periodo se registró un descenso paulatino en la proporción de habitantes menores de 15 años en beneficio de los mayores de 15 años, así un 41.6% de la

población presentaba menos de 14 años, mientras que 28.8% de los habitantes tienen menos de 30 años, 16.3% de la población registró entre 30 y 44 años; 7% se ubicó entre los 45 y 59 años, registrándose un aumento significativo entre los habitantes más adultos de esta comunidad al pasar de 1.8% en el censo anterior a 2.6% cinco años después.

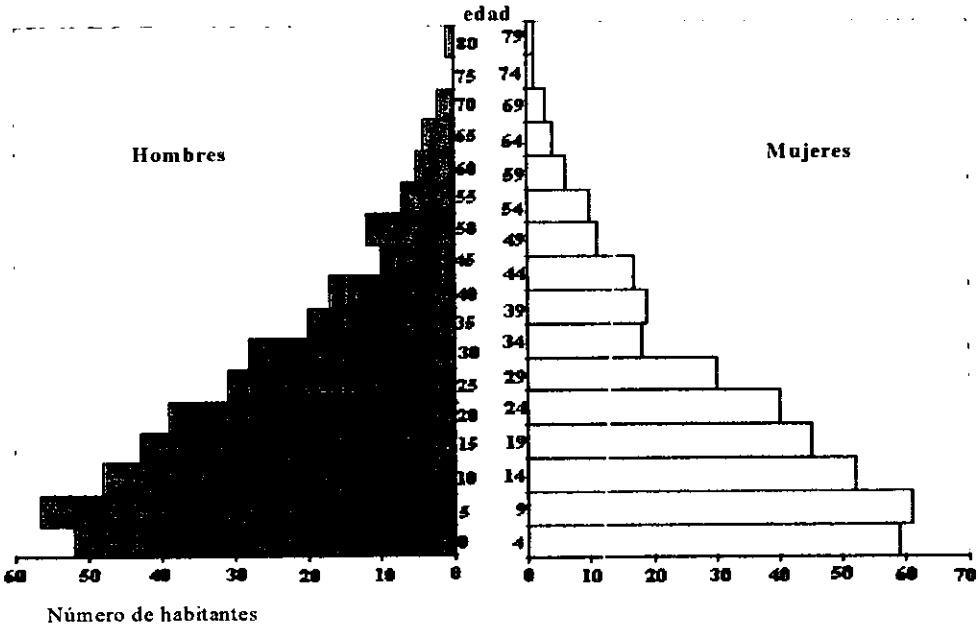


Fig. 82 Estructura de la población en Barra de Tecoanapa, Guerrero. En 1997 la comunidad registró un total de 890 habitantes.

13.2. Actividades socioeconómicas de la población. A diferencia de lo que sucede en las grandes poblaciones, en las comunidades rurales como ésta, la fuente de trabajo incorpora a todos los habitantes, los cuales desde temprana y hasta muy avanzada edad desempeñan labores adecuadas a su esfuerzo y capacidad. En 1992 se registraron cinco fuentes de trabajo en la población: pesca, agricultura, comercio, ganadería y otros; siendo la pesca (56.%) y la agricultura (24.6%, incluidos los asalariados) las más importantes en esta comunidad como se observa en la **figura 83**. En la pesca participa la mayor cantidad de pobladores sin distinción de sexos y edades; la mayoría de las veces el pescador captura el producto y lo lleva a la comunidad, siendo las mujeres las encargadas de limpiarlo, colocarlo

en hielo/ secarlo y comercializarlo; los niños y ancianos participan en alguna de las fases antes señaladas.

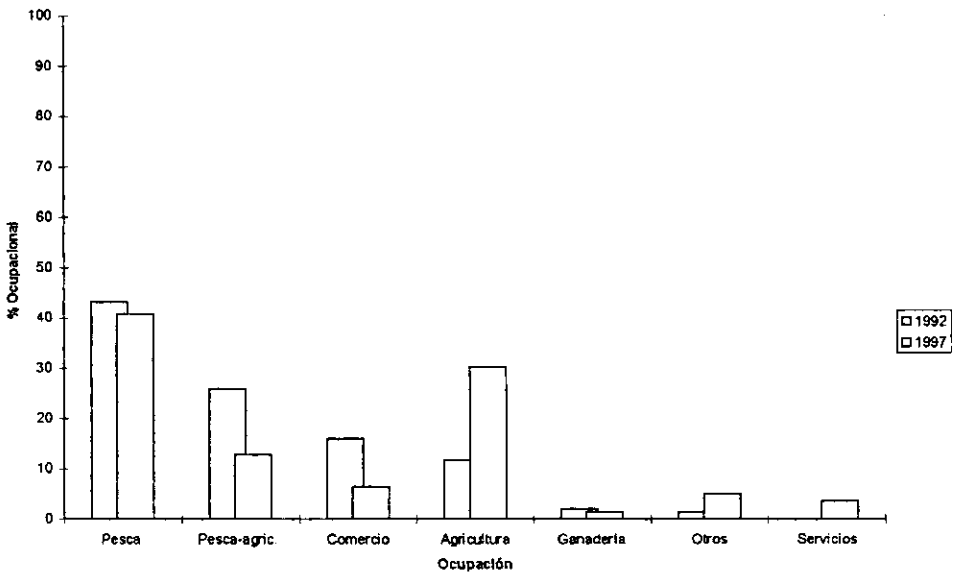


Fig. 83 Modificación de las fuentes de trabajo de 1992-1997.

Un estrato importante de la población (25.8%) participó tanto en las faenas del campo como en la pesca, éstos son los de menores recursos y generalmente se empleaban como peones asalariados, debido a que no poseen artes de pesca y/o tierras para cultivar. En 1992 el comercio se ubicó como la tercera actividad entre la población (15.9%), que comprende desde los comerciantes de cervezas, refrescos, agua, hielo, pescado, productos agrícolas, hasta los pequeños comerciantes de alimentos como paletas, pollo, carne de res, cerdo, etc., los cuales adquieren el producto en Marquelia y lo revenden en la comunidad en forma cotidiana. La agricultura es la segunda actividad más notable por el número de personas que participan en ella, sin embargo sólo el 11.7% de los pobladores se dedican completamente al campo (**Fig. 83**), es decir, poseen terrenos para siembra y/o poseen alguna huerta en las áreas aledañas. Estos campesinos buena parte del año dan empleo a otros habitantes en sus campos de cultivo. En la ganadería participó un 2.05% de los habitantes; mientras que un número reducido (1.4%) participan en otras actividades como el magisterio

(maestros y educadoras), servicios asistenciales (médico y enfermeras) y servicios (choferes).

En el censo de 1997, se observaron cambios en las fuentes de trabajo. La pesca registró un descenso de 6%, y ocupó a un 50.4% de la mano de obra; mientras que los cambios más importantes se registraron en el número de personas que participan como asalariados en la pesca y agricultura, los cuales disminuyeron a la mitad en relación al censo anterior (13.7%), el número de comerciantes disminuyó a 6.8%, debido a la concentración del comercio de pescado y productos agrícolas entre los comerciantes de mayores recursos económicos. A medida que nuevas áreas de cultivo se han abierto en las áreas cercanas a la comunidad, así como a la disminución de las pesquerías, el número de pobladores que dependen completamente de la agricultura se triplicó (38.9%) como se observa en la **figura 83**. La ocupación en la ganadería disminuyó (1.5%), mientras que los empleados y prestadores de servicios se incrementaron como consecuencia del crecimiento de la población.

13.3.- La pesca principal actividad en la comunidad. La pesca es la actividad que ocupa al 50.4% de la población en el último año, esta cifra se incrementa si se considera el comercio derivado de ella. Esta actividad ha registrado una reducción drástica en las capturas a lo largo de los últimos años. Las observaciones realizadas en este lapso, así como los censos realizados, indican que las capturas registraron una merma de aproximadamente 40%, cada día los pescadores tienen que salir a mayor distancia y permanecer mayor cantidad de tiempo en los caladeros. En la **figura 84**. Se han ordenado las capturas promedio semanales, el porcentaje de pescadores que las realizan así como las distancias aproximadas de los caladeros. Para el año de 1992, el 15.7% de los pescadores capturaban en promedio 75kg semanales por "panga" (pequeñas embarcaciones a remo) en un radio de 1 a 3 km de la comunidad, estas capturas son las que se realizan en el área del estuario. Un porcentaje semejante faenaba en un radio de 4 a 8 km y capturaban unos 200kg de producto semanal/lancha; la mayoría de estas capturas se realizaban en el mar, en el área inmediata a la desembocadura del Río Quetzala.

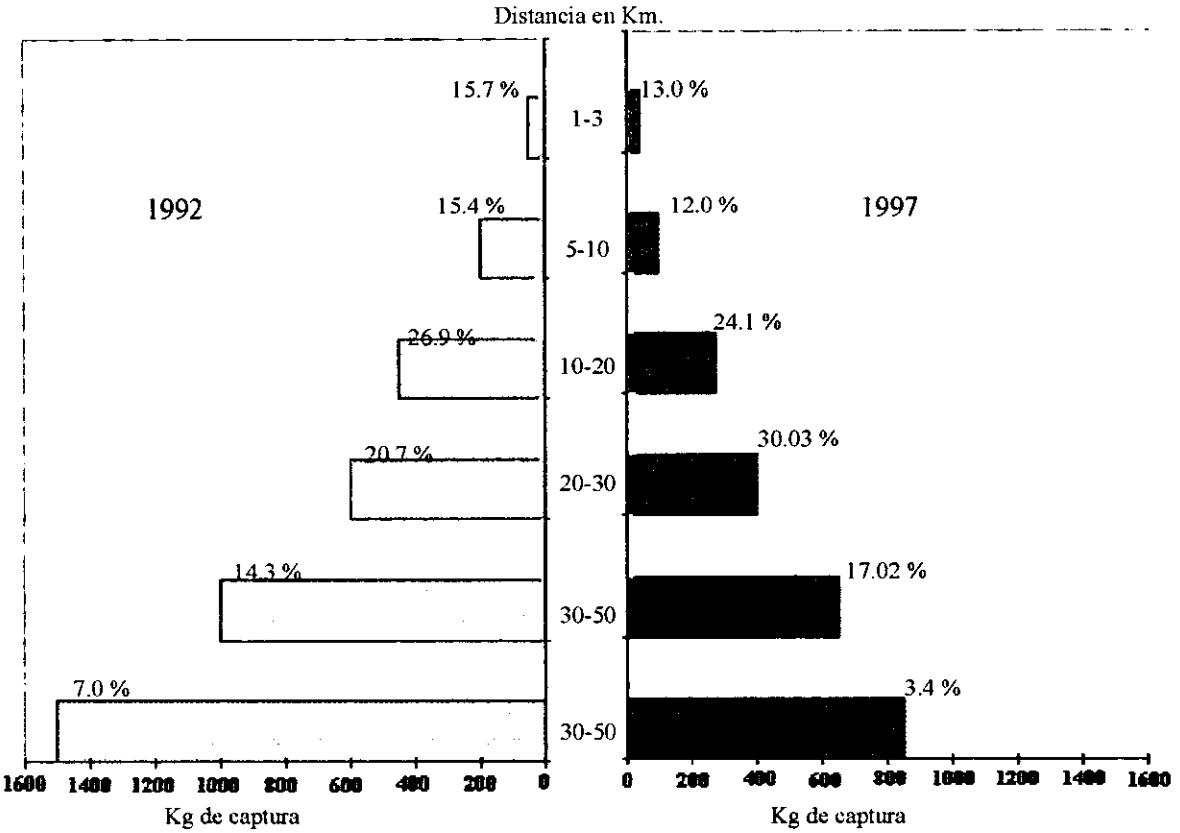


Fig. 84 Variación de las capturas -esfuerzo pesquero y su relación con la distancia del área de pesca, en Barra de Tecoanapa Guerrero, durante dos periodos.

La mayor cantidad de pescadores (26.9%) tendía sus redes y palangres en caladeros ubicados en un radio de 8 a 12km, con capturas de 450kg de pescado; otro grupo (20.7%) realizaba sus actividades de12 a 15km, con capturas de 600 kg por embarcación. Dos grupos de pescadores, con los mejores motores y embarcaciones se aventuraban a distancias mayores: 15-20 y más de 20km, obteniendo rendimientos de 1000 a 1500 kilogramos por embarcación semanalmente, (**Fig. 84**).

Los registros obtenidos en 1997(**Fig. 84**) indican una reducción de las capturas y un incremento en la distancia en la cual se pesca. El primer grupo que pesca en el estuario se ha mantenido, aunque sus capturas han disminuido a 40 kilos por embarcación, el segundo grupo ha disminuido su proporción a 12% y 100 kilos por embarcación, por el contrario ha

tenido que extender su radio de pesca hasta 10km de distancia de la comunidad. Un 24.1% de pescadores faenan entre 10 y 20 km, y han reducido sus capturas a unos 275 kilos, mientras que el grupo más numeroso (30.03%) viaja hasta unos 25km de distancia, para obtener unos 400kg de pescado. Como en el caso anterior, los pescadores con las embarcaciones mejor adaptadas, realizan actividades en un radio de 25 a 50 km de distancia, frente a las costas del estado de Oaxaca, al igual que el resto de pescadores también han disminuido sus capturas a 650 y 850 kilos en promedio. En la actualidad cada día son menos los pescadores (3.4%) que se aventuran a pescar a tanta distancia, gastando motores y combustibles y con el riesgo de que sus capturas no compensen la inversión realizada en combustible.

13.4. Composición de las capturas. Se evaluó el tipo y composición de las capturas de la zona marina y estuarina. A lo largo de los últimos años la composición de las capturas no ha variado en el número de especies, lo que se ha modificado es la cantidad de algunas de ellas. En la **Tabla 52** aparecen las especies que se capturan con más frecuencia, y se han ordenado por nombres científicos, comunes, así como por su frecuencia de aparición

De acuerdo al listado, la pesquería está sostenida por unas 38 especies, de ellas unas siete son abundantes y otras 22 son comunes y en ocasiones llegan a ser abundantes en algún periodo del año, mientras que el resto aparece eventualmente en las capturas. Con las especies más abundantes y los datos aportados por los pescadores sobre las capturas, se calculó el porcentaje de pescadores que se dedican a pescarlas. En la **figura. 85**, se registraran 11 especies como las de mayor abundancia y sobre las cuales se aplica el mayor esfuerzo pesquero, incluyendo al camarón, chacal y jaibas.

Tabla 52. Especies comunes en las capturas de la zona marina y el estuario en Barra de Tecoanapa.

Nombre científico	Nombre común	F*	Nombre científico	Nombre común	F
Sphyrna lewini	Tiburón martillo	C	*Carcnx hippos*	Loro	C
Carcharinus limbatus	Tiburón	R	*C. vinctus*	Cocinero	A
Galeorhinus sp.	Tiburón	R	*Trachinotus paloma*	Pampano	C
Ophistonema libertate	Sardina crinuda	C	*Hoplopagrus* sp.	Pargo rayado	C
Orthopristis chalceus	Blanco	C	*Eucinostomus dowi*	Mojarras blanca	C
Cetengraulis mysticetus	Anchoa	C	*E. gracilis*	Mojarra rayada	C

Caleichthys caerulescens	Cuatete	C	*Diapterus peruvianus*	Mojarra blanca	C
C. dasycephalus	Cuatete	C	*Pomadasys leuciscus*	Burrito	A
Euthynnus lineatus	barrilete	C	*P. panamensis*	Burrito	C
Centropomus robalito	Pijolin	A	*Cynoscion reticulatus*	Curvina	C
Lutjanus guttatus	Pargo flamenco	C	*Chaetodon humeralis*	Mariposa	C
L. colorado	Pargo	R	*C. zonipecturs*	Chivo	C
L. argentiventris	Pargo	A	*Mugil curema*	liseta	A
L. novenfaciatus	Huachinango	C	*M. cephalus*	lisa	A
L. peruvianus	Huachinango	A	*Prepilus palometa*		C
Paralichthys woolmani	Lenguado	C	*Scomberomoruis maculatus*	Sierra	R
Pleuronichthys ritteri	Lenguado	C	*Bothus costellatus*		A
Paralabrax maculatofasciatus	Cabrilla	R	*Balistes polylepis*	Cochito	C
Achirus mazatlanus	Chiles	C			

F* = frecuencia de pesca: A. abundante, C. común; R. raro

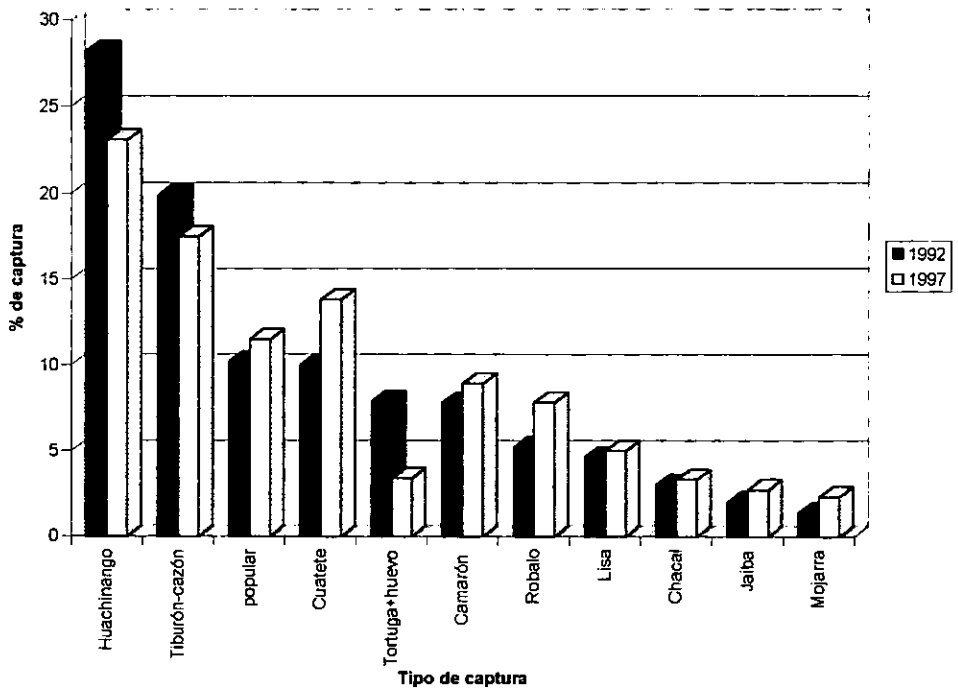


Fig. 85 Modificación de las principales capturas durante dos periodos en Barra de Tecoanapa, Gro.

De acuerdo a esa figura en 1992, el 28.2% de los pescadores estaban dedicados a la captura de huachinango, por abajo de ésta el 19.9% del esfuerzo se aplicaba sobre el tiburón y cazón, especies más cotizadas en el Puerto de Acapulco. Unas 16 especies de peces de abundancia estacional, se han capturado asociadas con el huachinango, mientras

que otras se pescan en la desembocadura de río. En la época de pesca de camarón de alta mar; algunos pescadores acuden a los barcos camaroneros a intercambiar mercancías por pescado. Estas especies se comercializan con el nombre de "popular", en 1992 el 10.2% del esfuerzo pesquero estaba dedicado a estas especies. Un porcentaje muy semejante se aplicaba al "cuatete", un bagre marino (*Galeichthys caerulescens G. dasycephalus)*, que durante la época de reproducción (lluvias) se introduce al estuario y es capturado en cantidades notables. En 1992, se estimó que hasta un 7.9% de los pescadores se dedicaban a capturar tortugas, para aprovechar su carne o bien participaban en el saqueo clandestino de los nidos en la playa. Igual número de pescadores (7.8%) se dedicó a la captura de camarón tanto en estuario como en la zona marina. En el caso del robalo y la lisa, se aplicó 5.2% y 4.6% del esfuerzo pesquero, principalmente por aquellos pescadores de menores recursos y en su mayoría por las mujeres, niños y adolescentes que operan en el estuario. Dentro del área del humedal y estuario, el chacal, la jaiba y la mojarra negra señalaron esfuerzos menores al 3.0%, debido a su abundancia estacional y al bajo precio que los comerciantes pagan por ellas.

Los resultados obtenidos en 1997, indican una disminución notable en el número de pescadores que se dedicaron a capturar huachinango(23.1%) y tiburón (17.5%), debido a que cada día el recurso es más escaso y hay que recorrer mayores distancias para pescarlo, por el contrario una mayor cantidad de pescadores, se concentraron en la pesca del "popular" (11.5%) y "cuatete" (13.8%).

En el caso de la tortuga, es posible que las limitaciones legales de su captura hasta ahora estén surtiendo efecto, ya que se registró un descenso de más de 50% en el número de pescadores que participan en esta actividad (3.4%) como se observa en la **figura 85**. El camarón (8.9%) y el robalo (7.8%) también han experimentado incrementos de consideración en el número de pescadores dedicados a este recurso. El resto de las especies que se capturan en el estuario también han registrado incrementos en el número de pescadores que las capturan.

13.5.- Percepciones económicas de la población. Aún cuando la pesca y la agricultura son las actividades que ocupan el mayor número de habitantes en la comunidad, no son las actividades mejor remuneradas, siendo las actividades emergentes las que

dominan este rubro y donde la menor cantidad de pobladores participan. En los dos censos se estimó los ingresos de cada uno de los grupos sociales de esta comunidad. En el caso de los comerciantes las percepciones pueden presentar algún sesgo debido a la renuencia de este grupo a declarar sus ingresos verdaderos. En este caso la estimación de cada grupo se realizó tomando en cuenta los ingresos declarados más una desviación estandar a partir del promedio. Como existe una gran diferencia entre las percepciones del grupo de mayores ingresos y el resto de los grupos, se tomó a éste como el 100% del poder adquisitivo en la comunidad. En 1992 un comerciante tenía ingresos mensuales mínimos de $300.00 pesos (100%), mientras que el grupo de prestadores de servicios percibía un 83.3% del total ($250.00 mensuales) como se observa en la **figura 86**. En el siguiente grupo de percepciones se ubicaron los pescadores, los cuales ganaban 50% de los ingresos ($150.00). Los peones asalariados ocupaban el cuarto lugar en ingresos con el 30% ($90.00), mientras que los campesinos fueron los menos favorecidos con el 22.6% ($ 68.00).

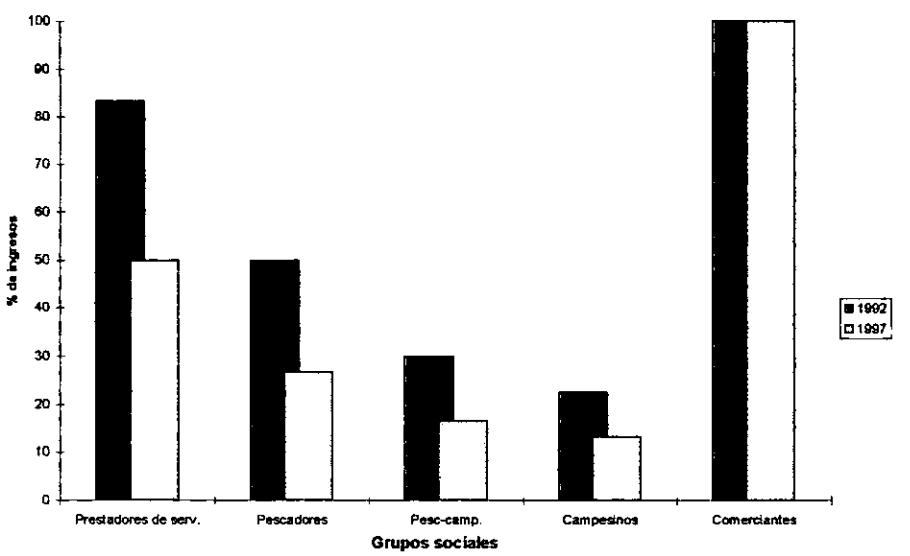


Fig. 86 Variación de las percepciones económicas de los diferentes grupos sociales en relación al grupo de mayores ingresos entre 1992 y 1997.

Cinco años más tarde en 1997, se registraron modificaciones muy importantes en los porcentajes e ingresos de los diferentes grupos de la comunidad, incrementándose la brecha entre los ingresos del grupo de mayores ingresos y los menos favorecidos como se observa en la **figura 86**.

En este año un comerciante percibía un mínimo de $ 3,000.00 pesos mensuales (100%), mientras que los prestadores de servicios percibían en el mismo lapso un promedio de $1,500.00 pesos (50%), este grupo registró una disminución en sus ingresos de 33.3% entre sus percepciones del primer censo y éste. Los pescadores contabilizaron $800.00 pesos al mes (26.6%) este grupo redujo sus ingresos en 23.3%, mientras que los peones asalariados y campesinos percibieron ingresos de $ 500.00 y 400.00 (16.6 y 13.3%), para una pérdida del 13.3 y 9.2% respectivamente.

13.6.- Características de la alimentación de los habitantes. En Barra de Tecoanapa, la aplicación de los censos demostró cambios substanciales en los grupos de alimentos que constituyen la dieta de la comunidad, así como en la frecuencia del consumo de determinados alimentos. En 1992, la dieta estaba constituida por 10 tipos alimentos, como se observa en la **figura 87**. De estos alimentos, las tortillas de maíz (32%) y el pescado (29.9%) constituyeron hasta el 61.9% de la dieta; estos alimentos se consumen todos los días de la semana y en el caso del primero hasta tres veces al día. Tres tipos de alimentos ocuparon un segundo plano en la alimentación de la comunidad: frijoles, pan y huevos de gallina, con el 10, 7.9 y 7.7% respectivamente, estos alimentos tiene una frecuencia de consumo de 2 veces/semana, en época de arribazones la dieta se complementa con huevos de tortuga. La leche (3.9%) y el pollo (3.6%) se consumían una vez por semana, mientras que el arroz, la carne de res y el queso su consumo era limitado.

En 1997 se registró una mayor diversificación de la dieta con 12 alimentos, incluyéndose frutas y verduras(2.1%) y carne de cerdo (1.1%). Se observó que la dieta se hace más balanceada en sus proporciones, disminuyendo el consumo de algunos grupos de alimentos e incrementándose en otros. Los dos alimentos principales: tortillas y pescado disminuyeron a 20.9 y 18.4% su consumo, con una frecuencia de consumo de 6 a 7 veces por semana, mientras que el pan (12.7%) incrementó su consumo a tres veces por semana. El consumo de frijoles y huevos se mantuvo, mientras que la leche, queso, pollo, arroz y la carne de res incrementaron en mas del 60% su demanda, como se observa en la **figura 87**.

Es notable que aún cuando hasta en un 44.3% de los hogares se crían puercos; el consumo de esta carne es muy limitado. El consumo de frutas se refiere a frutas exóticas como las manzanas, uvas, peras y duraznos, las cuales no se producen en la comunidad, mientras que frutas como el coco, mango, sandía y melones abundantes en ciertas épocas del año el consumo es muy elevado.

13.6. Comunicaciones. La Comunidad de Barra de Tecoanapa, se ubica aproximadamente a 156 km. del Puerto de Acapulco y a 17 km. de Marquelia, la cual está próxima a la comunidad.

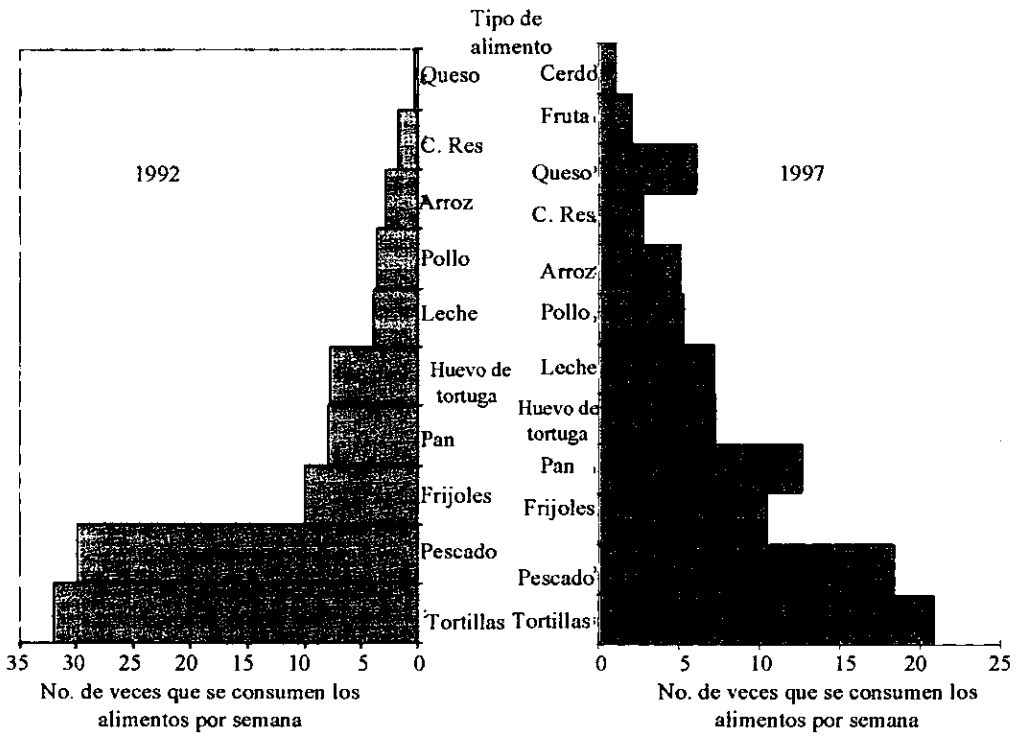


Fig. 87 Variación de la dieta alimenticia de los habitantes de Barra de Tecoanapa, Guerrero durante 1992-1997.

Hasta 1996, esta última comunicación se hacía a través de un camino de terracería, transitable durante la época de secas, mientras que durante las lluvias el tránsito se hacía precario. A finales de este año se pavimentaron siete kilómetros de esta carretera, haciendo

la comunicación más rápida y constante a lo largo del año. Un servicio muy rudimentario de camionetas de transporte de pasajeros y carga une a este sitio con Marquelia unas seis veces al día, esta carretera permite la salida de los productos de la pesca y la agricultura local, así como la entrada de comerciantes y prestadores de servicios, que introducen hielo, cervezas, refrescos, agua purificada y otras mercancías en forma cotidiana.

Otro servicio de comunicación aquí es el teléfono, operado por vía satélite a través de una caseta telefónica que funciona durante unas 15 horas al día. Con cierta frecuencia este servicio sufre averías quedando incomunicada la comunidad.

13.7.- Servicios de agua potable. En la comunidad existe desde 1988, una instalación muy rudimentaria para el almacenamiento y bombeo de agua potable, desafortunadamente por falta de iniciativa de la comunidad y malos manejos de los recursos, la bomba no se adquirió y el pozo para extraer el agua nunca se concluyó, en la actualidad el sistema se ha deteriorado a tal grado que sería necesario reconstruir totalmente las instalaciones para prestar este servicio. En la actualidad la comunidad utiliza agua del Río Quetzala así como de algunos pozos construidos a cielo abierto en la parte posterior de la comunidad. El abastecimiento de agua se hace por medio del acarreo del líquido con cubetas. La falta del servicio de agua potable, ha originado diversos problemas de salud en la comunidad. Registros obtenidos durante el último censo indican que el fecalismo es un problema de salud agudo en la comunidad. Hasta un 53.4% de los habitantes realizan sus necesidades fisiológicas al aire libre, en el monte, en la playa e incluso en las calles de la comunidad, mientras que sólo un 38.6% de los hogares disponen de precarias letrinas; la mayoría de ellas mal construidas, muchas quedan destapadas y expuestas al sol, viento e insectos, convirtiéndose en focos de infección permanente para los usuarios. Sólo 7.9% de las casas poseen servicios de sanitarios con tasa y agua suficiente para eliminar los desechos, como se observa en la **figura 88**.

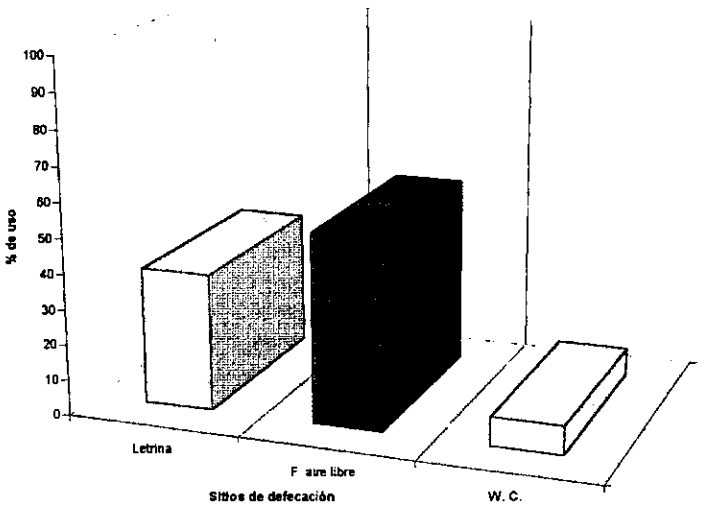


Fig.88 Ejercicio del fecalismo en la comunidad de Barra de Tecoanapa.

La falta de agua potable y la eliminación adecuada de los desechos ha provocado algunos casos fatales de tifoidea y cólera en la comunidad. Existe una relación directa entre la carencia de algunos servicios y la presencia de algunas enfermedades comunes en ciertas épocas del año, como sucede con la gripe, la cual es frecuente entre los niños y ancianos durante la época de secas e invierno; mientras que durante las época de lluvias se recrudecen las enfermedades gastrointestinales. En la **figura 89** se documentó la frecuencia de las cuatro enfermedades más comunes entre los habitantes. En el primer caso la gripe, es un padecimiento hasta en un 40.5% de la población; mientras que un 31.6% de la población padece enfermedades gastrointestinales como diarreas, vómito, y deshidratación aguda, debido a la práctica de ingerir agua sin hervir, alimentos contaminados y/o en mal estado. Un 20.6% presenta infecciones por parásitos intestinales.

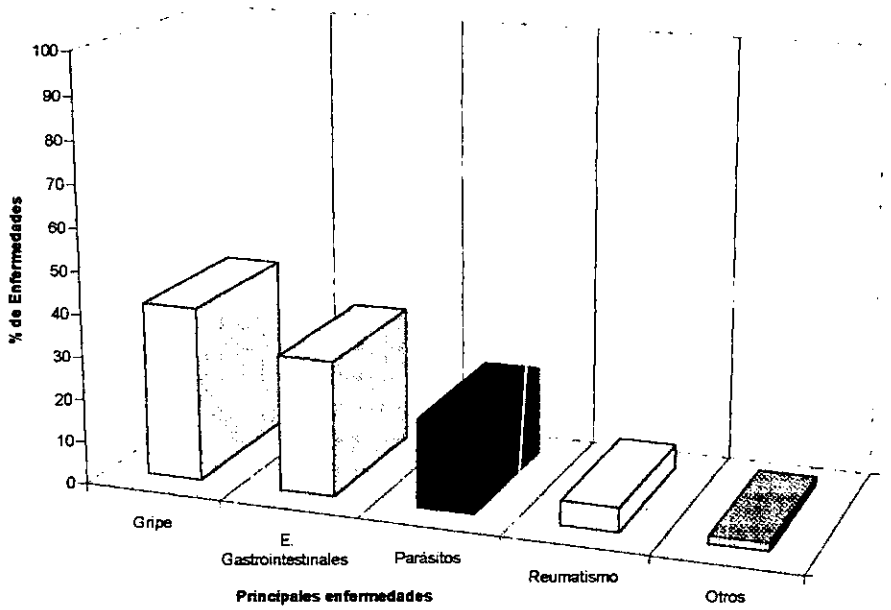


Fig. 89 Frecuencia de padecimientos en la comunidad de Barra de Tecoanapa, Gro. en 1997.

Entre ancianos y personas adultas es frecuente encontrar hasta un 6.6% de padecimientos de reumatismo y artritis, debido al constante contacto con agua, así como a la excesiva humedad en que viven. Existen otros padecimientos como infecciones en los pies, ojos, piel, venéreas y del cuero cabelludo, provocadas por de protozoarios, bacterias y ácaros los cuales abundan en la región.

13.8. Servicios educativos. Barra de Tecoanapa, cuenta con los siguientes servicios educativos para atender la demanda de educación de la niñez: un Jardín de Niños, una Escuela Primaria y una Escuela Secundaria Técnica Pesquera. Los pocos alumnos que prosiguen estudios a nivel técnico y de preparatoria, tienen que desplazarse a Marquelia, Copala y Acapulco para realizarlos. En los tres niveles de educación unos 230 alumnos asisten. Los resultados obtenidos en los censos, indican que con excepción del jardín de niños, se ha registrado un incremento en la cantidad de niños y adolescentes que asisten a la escuela primaria, secundaria y preparatoria, siendo el nivel primario donde participó el mayor número de educandos.

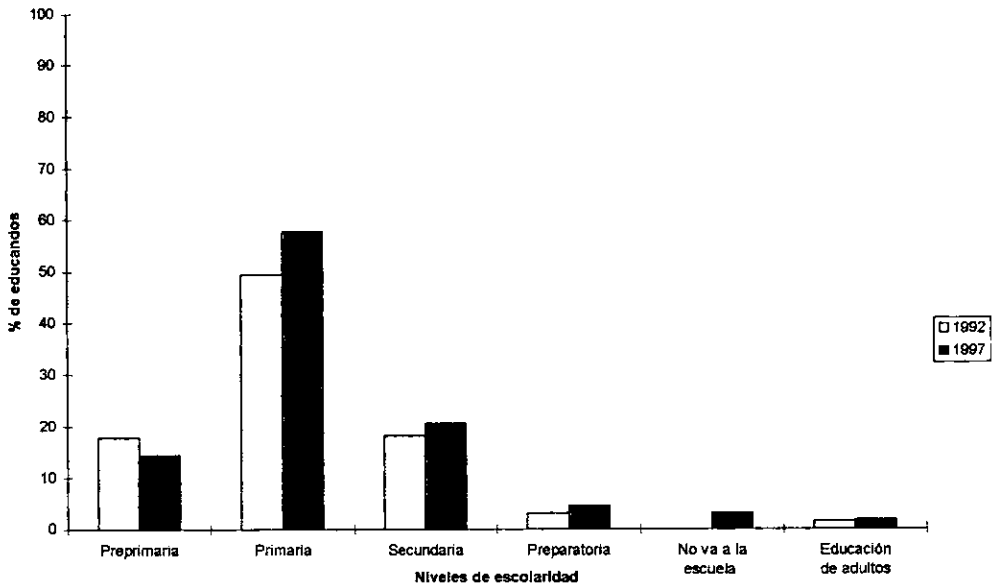


Fig. 90 Evolución de la educación de la niñez y adultos durante dos periodos en la comunidad de Barra de Tecoanapa: 1992-1997.

Durante 1992, un 17.8% de los niños asistía al nivel de jardín de niños, mientras que el 49.4% estaba inscrito en el nivel primario, como se observa en la **figura 90**. En ese año asistieron a la secundaria un 18.2% de la población de nivel escolar, mientras que sólo el 3.0% realizó estudios a nivel técnico y de bachillerato. Un 2.3% de niños y adolescentes de nivel primaria y secundaria estaban inscritos en planteles de Marquelia y Copala, debido a que poseen familiares en estas poblaciones. Un porcentaje mínimo (1.5%) de los adultos estaba inscrito en el Sistema de Educación para Adultos, el cual es impartido por algunos habitantes de la comunidad con materiales proporcionados por el INEA (**Fig. 91**).

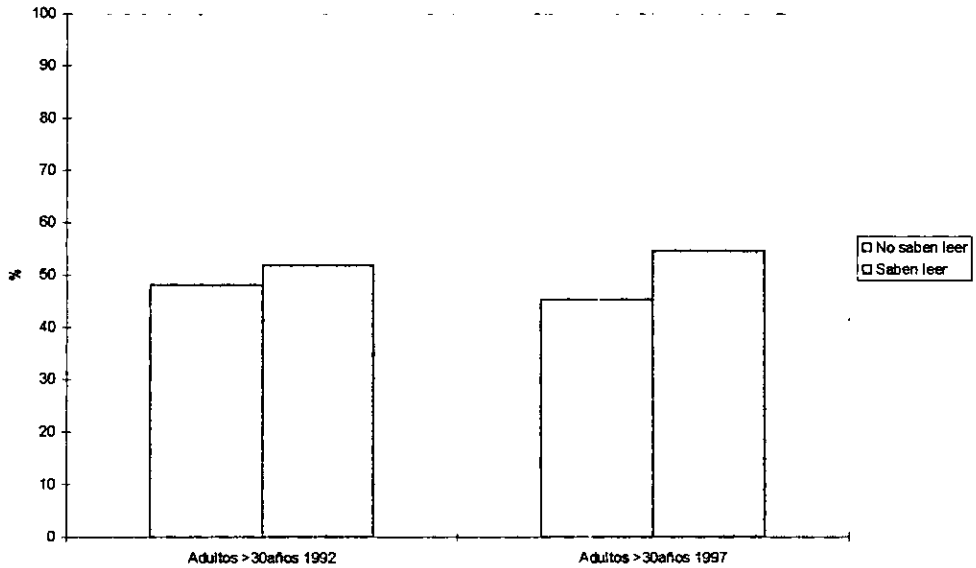


Fig. 91 Personas adultas analfabetas y con instrucción escolar y la modificación de la educación durante dos periodos (1992-1997)

Para 1997, la asistencia al nivel de preescolar se había reducido en forma sustancial a un 14.4%, mientras que en primaria la asistencia se incrementó hasta 57.7%, esta misma situación se presentó en el siguiente nivel donde participaron 20.5% de la población en edad escolar, finalmente a nivel preparatoria también se registró un incremento, al pasar de 3 a 4.6% el porcentaje de alumnos, como se observa en la **figura 90.** Hasta un 3.9% de los niños y adolescentes no asiste a la escuela debido a que los padres los involucran desde temprana edad en labores del campo y la pesca. La población que participa en el Sistema de Educación de Adultos se incrementó ligeramente hasta 1.7%.

Un gran porcentaje de la población mayor de 30 años de edad carece de instrucción educativa. En 1992, el 48.1% de los adultos mayores de 30 años no sabían leer y escribir, esta situación fue más evidente entre los mayores de 50 años y principalmente entre las mujeres, donde hasta el 86.9% padece esta limitante. Por el contrario, en 1997 un 51.9% de los adultos poseían instrucción educativa elemental.

13.9. Servicios de energía eléctrica. Los resultados, indican que en 1992 un 74.8% de los pobladores poseía servicios de luz eléctrica; mientras que un 25.2% carecía de ella. Un 29.5% tenía un radio y 12.8% un televisor. Cinco años más tarde, en 1997 el uso de la energía eléctrica se incrementó ligeramente alcanzando al 79.06% de los habitantes, restando 20.9% de la población en obtenerlo. En este último caso son los habitantes de menores recursos económicos los que carecen del servicio como se observa en la **figura 92**. En el caso de los habitantes que disfrutan de luz eléctrica en sus hogares, el uso de aparatos electrodomésticos se ha incrementado. En la actualidad, los cuatro aparatos eléctricos más comunes en los hogares de esta comunidad son: televisor (27.3%), radio (21.4%), licuadora (14.4%) y ventilador(12.1%), seguido de planchas y refrigeradores.

13.10. Fuentes primarias de energía. Si bien, la energía eléctrica y los servicios anteriores han facilitado la vida de los habitantes de esta comunidad, ésta presenta todavía rasgos marcados de atraso, los cuales son característicos de las comunidades pobres del medio rural,

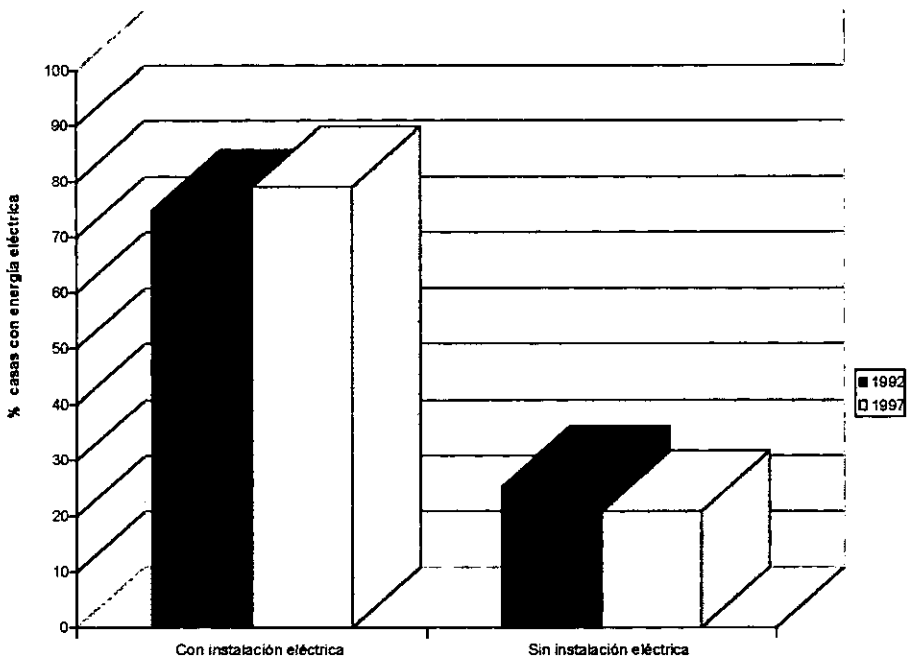


Fig. 92 Acceso al servició de energía eléctrica en la comunidad de Barra de Tecoanapa, Gro.

como lo demuestra la utilización de fuentes primarias de energía como la leña, sobre otros energéticos como el petróleo, gas y electricidad. En la **figura 93** se ha concentrado la

información obtenida sobre la utilización de las tres fuentes de energía, durante los últimos cinco años. En 1992 el 73.8% de los habitantes utilizaba la leña, como fuente principal de energía para cocinar, mientras que el 13.0% de habitantes hacían uso del petróleo y el gas para el mismo propósito. En marzo de 1997 el uso de la leña se había reducido a 62.7%, mientras que en el 37.5% de los hogares habían sustituido la leña por el gas, por el contrario sólo un 2.6% de los hogares siguen utilizando estufas de petróleo **(Fig. 93).**

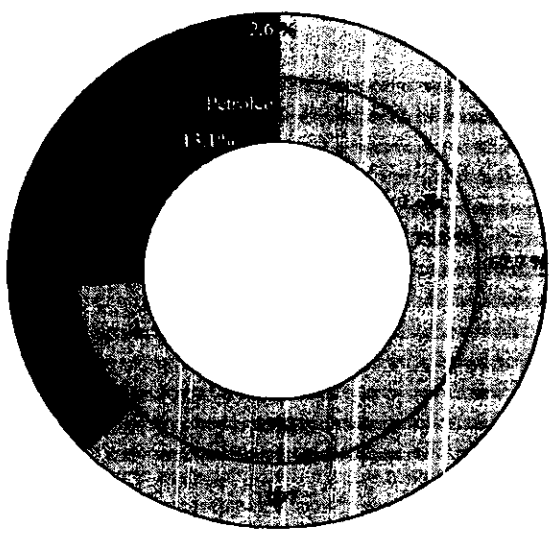


Fig. 93 Origen de las fuentes energéticas utilizadas por los habitantes de Barra de Tecoanapa.

13.11.-Utilización de otros recursos naturales. En el medio rural los habitantes utilizan los materiales más baratos, abundantes y accesibles que existen, para la construcción de la vivienda. Estos materiales van desde madera, argamasa, rocas, conchas, arena y palma. La utilización de diferentes materiales en la construcción, presento signos muy significativos **(Fig. 94).** En 1992 la madera, adobe y palma eran los materiales más utilizados en la confección de las casas-habitación con el 40.1, 32.3, 17% respectivamente, estos materiales se utilizan como postes, soportes y horcones así como en la construcción de cercos, entramados y bardas rústicas; en el caso de la madera hasta un 84% estaba constituido por madera de mangle, principalmente de mangle botoncillo, blanco y rojo. En el caso del adobe,

paulatinamente se ha ido sustituyendo este material en las construcciones, observaciones realizadas a mediados de 1990, indican que el uso de este material era mayor al 40%.

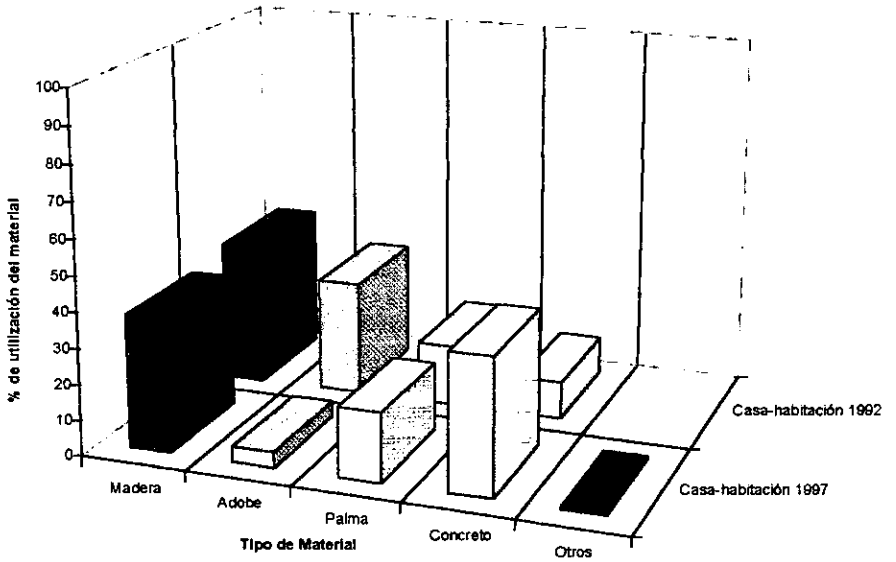


Fig. 94 Materiales más utilizados en la construcción de casas habitación y la rotación de estos

En 1992, el concreto era el material menos utilizado en los hogares(10.6%), en la mayoría de las veces este material se utilizaba en la construcción de bardas y cimientos de las casas de los habitantes con más recursos.

En 1997 se han registrado algunos cambios en el uso de los materiales y la sustitución por otros que ofrecen mejores condiciones de seguridad y confort. En la **figura 94**, se observa que en este año, la madera sigue siendo utilizada por un 37.5% de los habitantes, mientras que la construcción de casas de adobe se redujo hasta un 4.4%. El uso de la palma registró un ligero incremento, mientras que el cambio más significativo lo presentó el concreto (38.1%), el cual se utiliza en la construcción de cimientos, castillos, bardas, pisos y vigas en una gran cantidad de casas que se han construido recientemente. Una fracción mínima de materiales sintéticos como los plásticos también se registraron en algunos hogares.

Desafortunadamente no existen datos en el censo anterior sobre la sustitución de los materiales utilizado en la confección de los techos de las casas de esta comunidad, sin embargo observaciones realizadas a lo largo de este estudio, demuestran que una situación muy semejante a la anterior se ha dado en los materiales utilizados en los techos. En la

figura 95 se concentra la información disponible del censo de 1997, sobre los materiales utilizados en los techos de las casas. Tres materiales sobresalen por su cuantía en la comunidad: láminas de cartón, teja y palma, en el primer caso un 38% de los techos están recubiertos por láminas de cartón reforzadas con aceite y alquitrán, si bien la duración no es larga, el precio es relativamente bajo. El uso de la teja de barro, cocida en hornos locales, ha experimentado una gran demanda. En esta comunidad 28% de las casas están recubiertas con este material, principalmente en aquellas construidas recientemente (**Fig.95-.**).

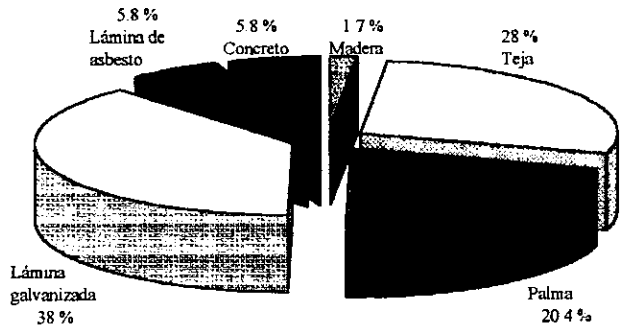


Fig. 95 Utilización de diferentes materiales para la construcción del techo de casas-habitación en 1997.

Un 20.4% de los hogares siguen utilizando la palma, la cual si bien tiene menor duración que la teja, es fresca, barata y abundante en el humedal. Tres materiales se ubicaron por abajo de los anteriores: la lámina de asbesto, concreto y madera. En el primer caso el asbesto (5.8%) se prefiere debido a su resistencia y durabilidad, sin embargo a últimas fechas debido al incremento de precios de este material ha mermado su uso; en el caso del concreto, aun cuando los costos son notoriamente elevados, éste ha aumentado paulatinamente su utilización (5.8%). Finalmente la madera (1.7%) es un material de relleno en algunos techos de las casas, como se observa en **figura 95.**

DISCUSION

1.-Marco histórico. Desde 1887 hasta la década de los 40's se estableció un pequeño puerto en la desembocadura del Río Quetzala (SF, 1900;1902). Debido a la falta de carreteras este puerto era el punto de intercambio de mercancías y pasajeros para la Costa Chica de Guerrero y Oaxaca. Dos veces por mes un barco hacía escala en este puerto dejando pasajeros y mercancías hacia Acapulco, Santa Cruz de Huatulco y Salina Cruz (SF,1902, Higueras, 1933). Su importancia fue decayendo a medida que se construyeron los primeros tramos de la carretera costera que comunicaban a estas poblaciones con el Puerto de Acapulco.

En 1896 el estuario y la desembocadura eran más anchos y profundos; además de la desembocadura actual, existía otra llamada Barra Antigua, ubicada a un kilómetro al SE de la actual, con aproximadamente 60m de anchura y unos 6m de profundidad, la cual se cerró hacia 1900(Secretaría de Fomento 1900; 1902). Esta boca se conectaba con el curso del río a través de dos canales: el más largo "El Chorro", se internaba al interior del sistema lagunar-estuarino a lo largo de unos tres kilómetros, separando una porción de tierra llamada Ysla de la Ceniza. El otro canal llamado Del Biri comunicaba al río con esta boca, separando otra isla llamada de los Pelícanos, ambos canales tenían un promedio de 25 metros de ancho y unos 5m. de profundidad (SF, 1900;1902). En el centro del río un canal de navegación permitía penetrar al puerto. En el extremo del río un gran banco de arena cerraba la cabeza del estuario, el cual se extendía hasta unos 400m del sitio actual, como se observa en la figura 97A. Tres fotografías oblicuas de 1945-46 (Fuerza Aérea de los Estados Unidos 1946) indican que en este tiempo el río y la desembocadura alcanzó su máxima anchura (unos 320m), el canal del Chorro en 50 años derivó hacia el sur convirtiéndose en una corriente somera e interrumpida por la vegetación del manglar. También el canal Del Biri se había desviado hacia el mar reduciendo la extensión de la isla, haciéndose más ancho y profundo al cerrarse la Barra Antigua. En el río una serie de bancos de arena eran visibles desde la cabeza del estuario hasta la desembocadura, donde dos islas dividían la desembocadura en tres canales, frente la desembocadura había un gran banco de sedimentos (Fig. 97 B) (Higueras, 1933; Fuerza Aérea de los Estados Unidos 1945-46)

En 1975, 30 años después, el río disminuyó su caudal como se observa en la figura 98A. Los canales situados en el margen derecho habían derivado más hacia el mar y el antiguo canal Del Biri, sólo separaba una angosta barra arenosa con un manglar. En el estuario se habían formado algunos bancos de sedimentos, mientras que el río había derivado hacia la izquierda formándose dos bocas separadas por una isla. En 1979, una de las bocas se obstruyó regresando el río a su antiguo cauce, mientras que la punta izquierda de la barra se orientaba hacia el interior del estuario, al centro de la desembocadura existían bancos de arena que reducían más la desembocadura (Fig. 98 B).

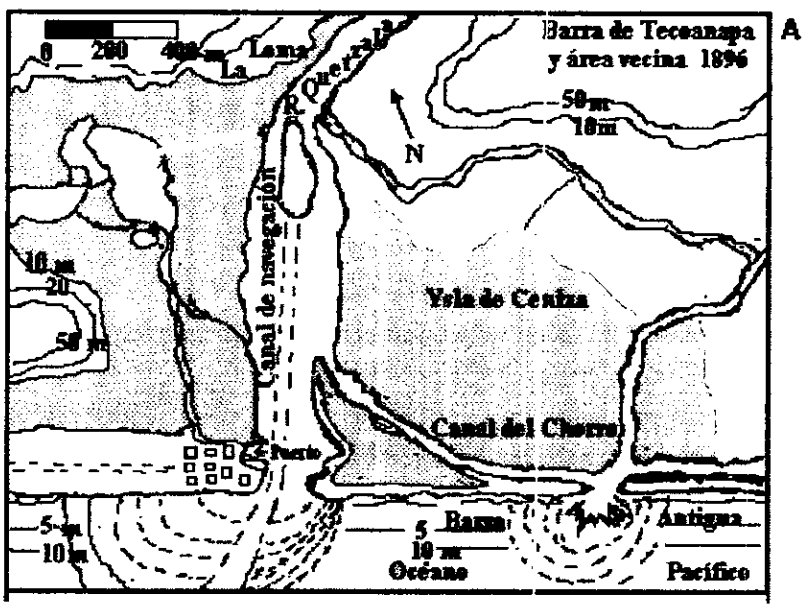


Figura. 97A. Características topográficas e hidrológicas del área de Barra de Tecoanapa en el año de 1902, cuando el puerto estaba en funcionamiento. Los colores indican las áreas cubiertas por el manglar, la barra y los bancos de arena sobre el estuario.

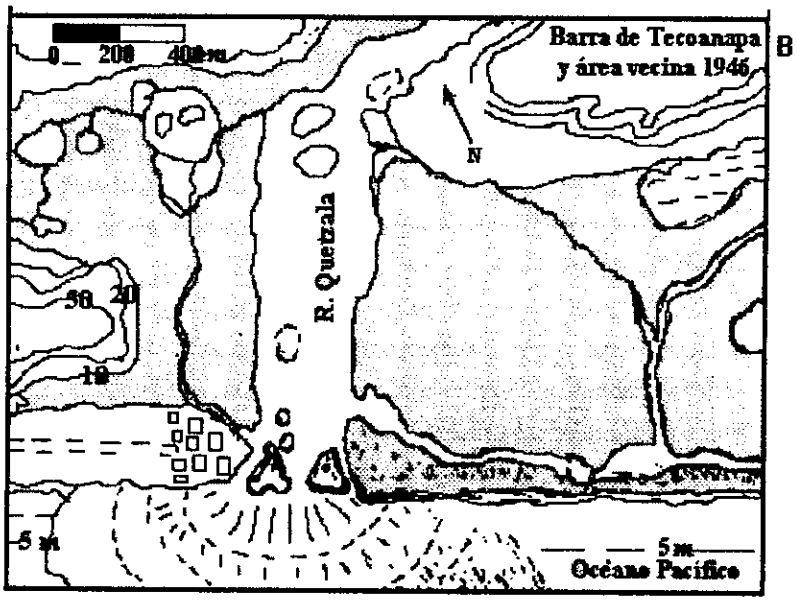


Figura 97B. Reconstrucción del área hacia 1946 por medio de fotografías oblicuas. Modificaciones en el sistema al cerrarse el Canal del Chorro y la antigua Boca. En este tiempo es cuando el río alcanzó la máxima anchura, debido a un gran caudal.

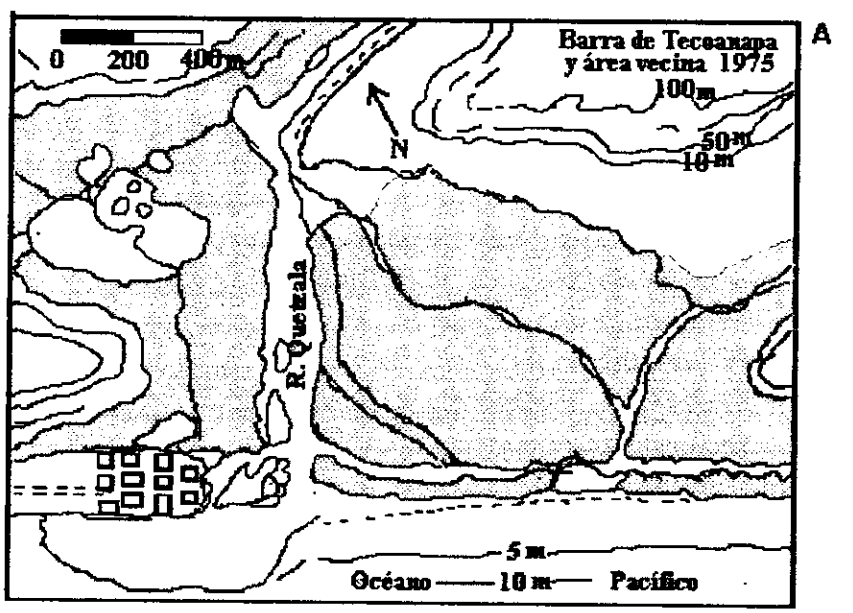


Figura 98ªA. Al construirse ocho años antes, una represa en la cuenca media del río el volumen disminuyó en forma considerable en los siguientes años. La desembocadura se volvió más errática y sobre el curso del río aparecieron gran cantidad de bancos de arena.

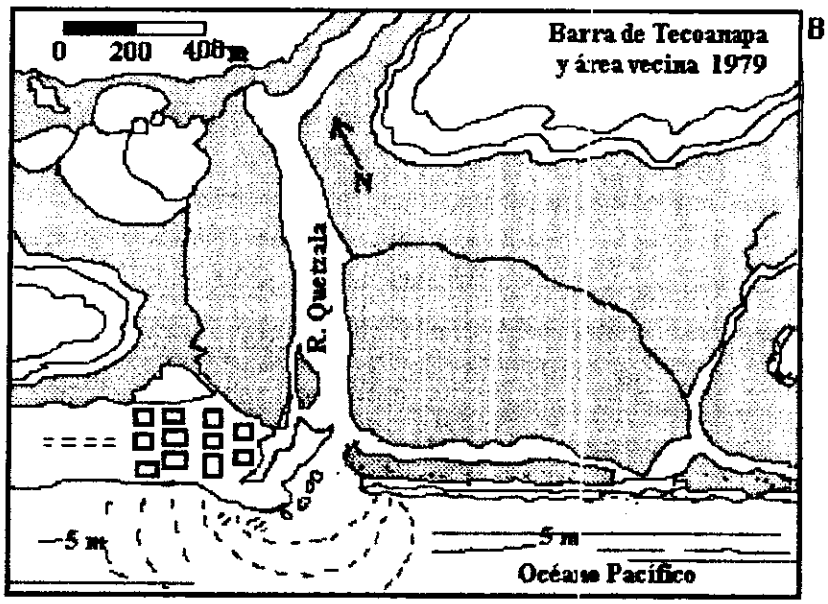


Figura 98 B. Nuevos cambios se registraron a partir de 1979, la disminución del volumen y anchura del río se hicieron más evidentes, consolidándose la anchura de la boca.

Para el año de 1986 el río había disminuido aún más su cauce y la desembocadura no superaba los 40m de anchura, una gran cantidad de bancos de arena se habían depositado a lo largo de todo el estuario reduciendo la profundidad de este (Fig. 99 A). En junio de 1990 se inició el presente trabajo, de acuerdo a las crónicas de los habitantes, tres meses antes un sismo muy fuerte había provocado una transgresión de unos 30m del mar hacia la tierra, este proceso fue más intenso 10km al sur. En el año de 1993 se presentaron algunas tormentas tropicales que pasaron cercanas al área de estudio, una de ellas, el huracán "Calvín" provocó en septiembre una gran erosión sobre la zona de playa en ambos lados del río, incluso el oleaje arrasó las casas más próximas al mar. En el lado derecho del río, el mar eliminó una franja de unos 30m de bosque de manglar como se observa en la Fig. 99 B.

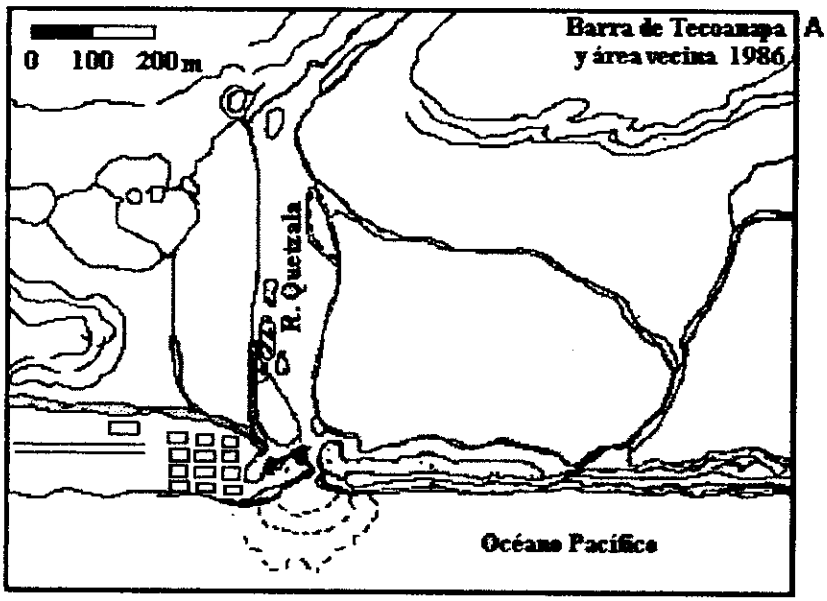


Figura 99ªA. Durante la década de los 80´s el área de Barra de Tecoanapa se caracterizó por presentar años muy secos, lo que disminuyó aún más la anchura del río y sobre el estuario aparecieron gran cantidad de bancos de arena como se observa en la figura.

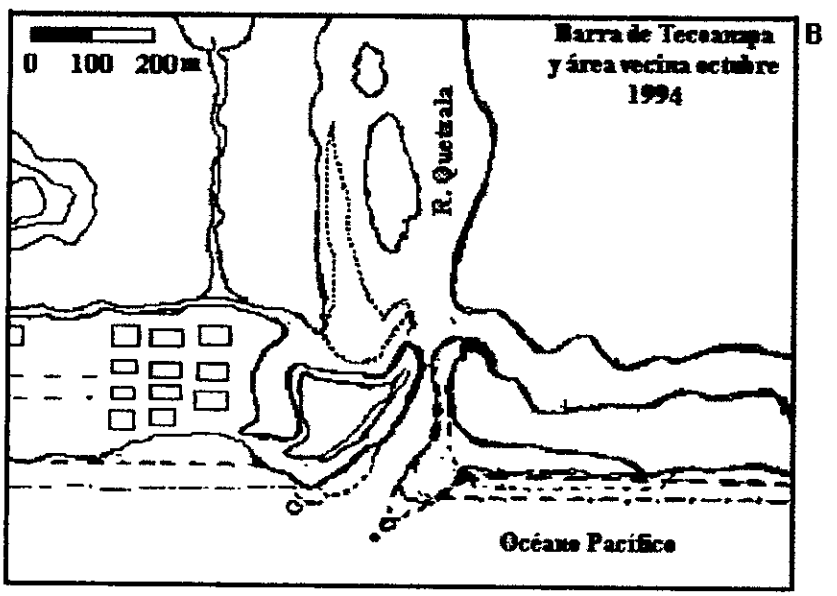


Figura 99B. A partir de 1990 se incrementó la cantidad de precipitaciones, situación que permitió recuperar parcialmente el volumen del río; sin embargo durante los últimos siete años debido a la presencia de algunas tormentas tropicales y huracanes se ha iniciado un proceso erosivo en ambos lados del río, como se observa en la figura.

Hacia 1994 lo largo de unos 3.5km, toda la zona costera en ambos lados del río presentaba un agudo proceso erosivo, en algunos sitios el mar eliminó parte de la playa cortando antiguos bancos de arena en vertical. Este proceso se intensifica durante las lluvias (Fig. 99 B). En los últimos años (1995-98) el proceso ha continuado en ambos lados del río, la boca se ha extendido hacia la derecha, eliminando parte de la barra arenosa. En 1997, en los meses de octubre y noviembre fueron muy lluviosos, debido a la presencia de los huracanes Paulina y Rickie; el río se desbordó hacia ambas márgenes provocando que los habitantes que ocupaban las partes más cercanas al río tuvieran que desalojar el área. Después de estos meteoros en 1998, el cauce del río se ha ensanchado en unos 100m hacia ambos lados del río, mientras que la desembocadura se ha orientado hacia el lado izquierdo, formando una barra arenosa de 120m de largo en el lado contrario.

I. Factores hidrológicos y su importancia sobre el sistema.

2.- Aportes de agua dulce. El Río Quetzala nace en el límite del estado de Guerrero con Oaxaca, sus tributarios en la cuenca alta son los ríos Las Juntas y Arroyo Hondo, que forman el Río Santa Catarina, principal afluente del sistema, que en su cuenca media se une con el Río Quetzala; 17km más al SW se une con el Río Cortijo formándose el Río Grande o Quetzala, el cual recorre los últimos 8km y desemboca en una Bahía abierta llamada Barra de Tecoanapa (Tamayo 1968, SRH 1976). En la cuenca alta y media se ubican unas 10 poblaciones de más de 2500 habitantes; mientras que en la cuenca baja existen unas 12 comunidades de menos de 1000 habitantes (INEGI, 1996). De acuerdo a Tamayo (1968) la cuenca tiene una extensión de 13, 105 km^2 y es la tercera en importancia en el estado. El flujo del río ha variado constantemente a lo largo de los últimos 36 años, estas modificaciones han sido provocadas por el uso del agua por la agricultura y el abastecimiento de las poblaciones asentadas en sus márgenes. El caudal máximo del que se tiene referencia fue de 156.8m^3/s, estimado durante los primeros años de registros (1959-1968)(SAG, 1971). A finales de la década de los 60´s, se construyeron dos pequeñas represas: San Juan sobre el Río Quetzala y el Capricho sobre el Río Santa Catarina, la construcción de estos embalses disminuyó las avenidas del río en forma significativa (115.4m^3/s) (SRH, 1978,1979). Posteriormente a principios de la década de los 80´s sobre

el curso del Río Cortijo se construyó la represa del mismo nombre con lo cual el caudal se redujo aún más (98.9m^3/s). En la actualidad la media anual es de 311.8x10^7m^3, perdiéndose durante 36 años hasta el 38.1% del caudal original del río.

De acuerdo a dos planos de deslinde realizados en 1900 y 1902 (SF,1900, 1902) que delimitaban la anchura y profundidad del río y el canal de navegación, éste se ha a reducido fuertemente en un periodo de 101 años, como los demuestran algunas mediciones realizadas en la boca del río, el estuario y hasta dos kilómetros río arriba en 1994 (Tabla 53). De acuerdo con estos registros, el río ha reducido la anchura de la cabeza del estuario en 32.9%, la parte media en 24.7% y la desembocadura en 64%; si bien la disminución del ancho es crítica, más dramática ha sido la reducción de la profundidad del estuario para estas mismas áreas. Datos adicionales se obtuvieron de dos juegos de fotografías aéreas 1:75,000 de 1975 y 1979 (Detenal, 1979), en las cuales se determinó el ancho del río para las áreas anteriormente descritas. Estas fotos corroboran que este proceso ha sido constante y más acelerado durante los últimos 20 años.

Tabla 53. Ancho y profundidad del Río Quetzala, durante el periodo: 1900-1994.

Año/Estuario	1900-1902	1975-79	1994**	1998***
Cabeza del estuario*	372/ 429**	241	221/316	282
Centro del Estuario	598/674	446	409/546	471
Desembocadura	210/260	66	58/259	55
4 Km. Río arriba	278/308	128	109/121	126
Profundidad* /cabeza	5.5/7.0	-	1.6/2.3	2.1
P. centro estuario	6.0/7.0	-	1.8/2.7	2.6
P. desembocadura	8.5/10.5	-	2.4/3.8	4.4
P. 4km, río arriba	4.0/5.0	-	1.1/1.85	1.6

*Anchura y profundidad del río en(m) **época de secas y lluvias, ***abril

También se ha visto limitado fuertemente el acarreo de sedimentos como sucedía en el pasado, donde se depositaba una gran cantidad de terrígenos, materia orgánica y restos de árboles en ambos lados del río, lo que dificultaba la navegación, por lo que era necesario delimitar constantemente el canal de navegación (SF, 1902). En la actualidad una moderada

acumulación de sedimentos y restos de árboles se deposita en el margen izquierdo cada año. Esta área se ha ido colmatando de sedimentos, posteriormente sobre estos depósitos se inician sucesiones de comunidades vegetales, que principian con *Tipha domingensis;* actualmente en su fase más avanzada está representada por arbustos como *Prosopis juliflora*, *Acacia riparia* y *Guazuma ulmifolia.*

Este proceso se inició en la década de los 70's, como consecuencia de la disminución del caudal, como lo demuestran las primeras fotografías aéreas que existen del área (Detenal, 1975, 1979; INEGI, 1986; 1994). Sin embargo han existido años en los cuales las avenidas del río han desbordado su cause y han duplicado el ancho de la desembocadura, como sucedió 1992, 1996 y 1997.

Day (1988), afirma que cuando los río son controlados por obras hidráulicas como sucedió en este río, la corriente río abajo se vuelve muy errática y con frecuencia durante las grandes avenidas se desbordan y rompen los diques y bordos naturales, este proceso se incrementa a medida que el nivel de la corriente disminuye. Glooschenko (1988) y Coleman y Roberth (1989) afirman que el represamiento de río jóvenes cuyo origen se sitúa muy cercano al mar pueden tener efectos devastadores sobre los humedales costeros, como sucedió en la década de los 70's con algunos ríos del SW de Canadá.

Los ejemplos anteriores se están llevando a cabo en la cuenca baja del Río Quetzala, debido a que durante los últimos años el régimen pluvial se ha vuelto errático de un año a otro, como sucedió de 1991 a 1993 donde se presentaron lluvias intensas, seguido por tres años secos (1994, 1995 y 1996) y uno con lluvias copiosas (1997), provocadas por el paso de huracanes. En estos años la temporada de lluvias y secas se ha extendido hasta ocho y nueve meses. Los años lluviosos representan un gran aporte de agua dulce y sedimentos al estuario y la zona marina inmediata, esto se debe a que el río introduce al mar un volumen anual de $311.8 \times 10^7 m^3$ de agua, así como 3.7×10^7/ton/año de sedimentos (SARH, 1987). Por el contrario, en los años secos se han presentado modificaciones en el proceso de erosión litoral que padece la barra arenosa. Años secos consecutivos pueden tener efectos desastrosos sobre la zona del manglar y la desembocadura, debido al incremento en la demanda de agua en la cuenca media por el desarrollo de diferentes actividades y el crecimiento de las poblaciones humanas. A nivel hidrológico al disminuir el volumen del río

se rompería el equilibrio con el mar, aumentando el ingreso de agua marina. También disminuiría el aporte de sedimentos terrestres sobre la zona del estuario y la desembocadura, los cuales posteriormente son redistribuidos por las corrientes equilibrando el transporte litoral entre época de secas y lluvias. El rompimiento de este equilibrio, permitiría la apertura de nuevas bocas sobre la barra arenosa y al incrementarse el nivel medio del mar, podrían presentarse transgresiones marinas sucesivas hacia las partes más bajas del sistema estuarino.

3. Modificaciones en las precipitaciones. Los registros de la precipitación para la cuenca baja son reducidos (783.6mm/año, durante los últimos 27 años) (SAG, 1971; SRH, 1976), por el contrario, para la cuenca alta son notoriamente más elevados (1569mm/año); incluso, en la cuenca alta por arriba de los 1800m.s.n.m, las primeras lluvias se inician a finales de abril (SARH,1987), el río comienza a registrar las primeras crecidas con arrastre de sedimentos a principios de mayo; ayudando a mitigar la sequía y la elevación de la salinidad en el área del estuario, tiempo antes del inicio de lluvias en la zona costera. En la cuenca baja las lluvias se inician a mediados de junio, y se intensifican en la primera quincena de julio, disminuyendo posteriormente hacia la última semana de éste mes y primera de agosto, debido al fenómeno de "canícula intraestival", Reyna-Trujillo et al (1989) afirman que este fenómeno es intenso en toda la costa del Pacífico, desde Cabo Corrientes hasta Oaxaca; sin embargo, no siempre se presenta. Durante los años de 1990, 1991 y 1994, este fenómeno fue muy marcado, mientras que en 1992 y 1993, las lluvias fueron ininterrumpidas en esos meses. Las mayores precipitaciones se registraron a finales de agosto, septiembre y parte de octubre (1110mm/anuales durante los años de 1991 a 1993). Este patrón de lluvias se ve reflejado en el caudal del río; los meses más lluviosos coinciden con las más grandes avenidas del río, como se observa en la figura 100. De acuerdo a SRH (1976), para el periodo de 1941 a 1970, el Río Quetzala presentó el mayor caudal en septiembre, seguido por julio y octubre; por el contrario; en abril y marzo el río registró el mínimo.

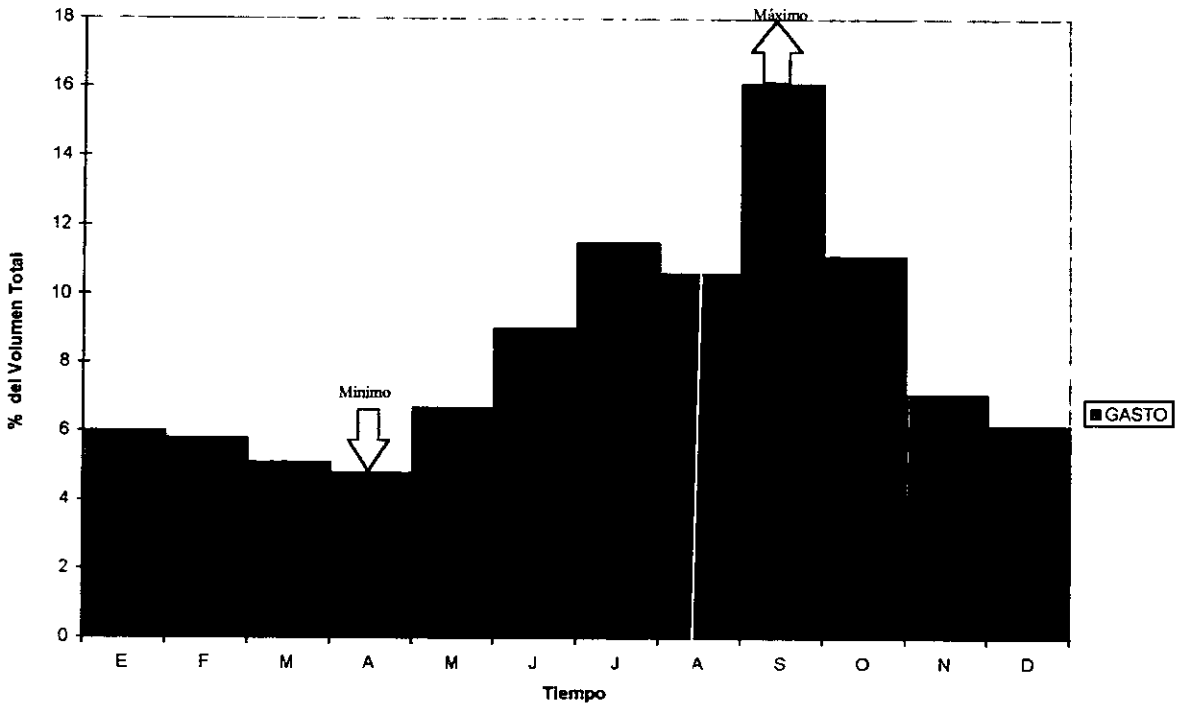


Fig. 100 Variación anual del volumen del Río Quetzala.

4. Modificaciones en la temperatura. De 1971 a 1989 en el área se presentaron precipitaciones reducidas, y un promedio de temperatura de 27.9°C; esta situación se modificó en forma sustancial durante los últimos años; toda la costa de Guerrero y Oaxaca mostró incrementos en la temperatura (CNA, 1995). En los últimos cinco años (SMN, 1996), se registró un incremento de 0.5°C en la temperatura promedio, pasando de 27.9°C a 28.4°C; el mayor incremento se registró en el promedio anual de las temperaturas mínimas. SRH (1976) y Engracia-Hernández (1992), afirman que la marcha de la temperatura anual y su incremento son una respuesta al grado de insolación que recibe la zona a lo largo del año, con un promedio de insolación de 2800 horas/año, registrándose el mínimo en septiembre con 180 y el máximo en mayo con 240 horas de insolación/mes: el número de días despejados por año (185) es alto tomando en cuenta la ubicación latitudinal del área de estudio, por el contrario se han registrado hasta 110 días/año con una elevada nubosidad, esto corresponde a un promedio de horas de sol entre días despejados y nublados de 10.5/4.5 horas/sol (Engracia-Hernández 1992). Incrementos en la temperatura promedio

como los registrados durante los últimos 15 años pueden aumentar el nivel medio del mar en los próximos años, con la consiguiente transgresión del mar hacia el sistema de estuario.

5. Influencia de las tormentas tropicales y huracanes. La frecuencia e intensidad de huracanes y tormentas tropicales se ha dejado sentir con más intensidad durante los últimos seis años en las costas del Pacífico Sur de México. SRH (1976) estimó que en el periodo de 1952 a 1988, las costas de este litoral presentaron una incidencia media de huracanes, debido a la ausencia de centros de baja presión en la zona oceánica menores a 990Mb. Los centro de presión durante la época de lluvias fluctuaban de 1010.6 a 1011.9Mb en julio y de 1011.9 a 1013.9 Mb en octubre. En este periodo de 877 huracanes que se generaron, la mayoría pasaron a más de 600 km, de la costa; sólo tres fueron considerables en este lapso por su trayectoria: En la década de los 80's sólo el huracán Adriana incidió sobre la costa provocando gran cantidad de lluvias sobre el área de estudio, con excepción de este último meteoro, el resto estuvieron acompañados por fuertes vientos y lluvias moderadas.

De acuerdo a Prieto (1993) y el Servicio Meteorológico Nacional (1996) a partir de 1989 el número de tormentas tropicales y huracanes en toda la costa del Pacífico registró un incremento significativo, pasando de un promedio de 18 meteoros/año a 24, además de aumentar el número también se ha incrementado la fuerza de los vientos y el número de días de incidencia, algunos han desarrollado trayectorias erráticas muy complejas. El SMN (1996) indica que de los 36 meteoros que incidieron sobre las costas de México de 1990 a 1995, un 67% estuvieron acompañados por abundantes lluvias; 42% registraron magnitudes de 3 a 4 con vientos de 150 a 220 km/hora, un 21% registró una duración de hasta 5 días desde su formación hasta el fin. También se ha observado un corrimiento en la temporada de los huracanes hacia finales de octubre y noviembre. Ejemplos de estos meteoros especialmente violentos fueron "Vance" en 1990; "Kevin" en 1991; "Celia", "Tina" y "Virgil" en 1992; "Calvin e Irvin" en 1993, en 1994 y 95 ninguna de las tormentas tropicales fue significativa sobre el área de estudio, debido a que fueron años secos. En octubre y noviembre de 1997 se registraron fenómenos violentos como "Paulina" y "Rickie". Todos se caracterizaron por pasar cercanos a la costa de Oaxaca, Guerrero y Michoacán y en el caso de Kevin, Celia, Calvin, Paulina y Rickie, tocaron tierra sobre una gran franja costera de

Oaxaca y Guerrero y provocaron cuantiosos daños. En la Tabla 54 se han ordenado los meteoros más importantes y sus características, para el periodo de 1990-1997.

La modificación del régimen de lluvias en toda la costa del Pacífico es una consecuencia directa del cambio climático mundial, la cual se manifiesta periódicamente con gran severidad durante el Fenómeno del Niño; éste ha sido estudiado desde la década de 1950, en este periodo se han presentado periodos con gran abundancia de lluvias alternados con otros muy secos; de acuerdo a Kerr (1990), de 1947 a 1969 los seis eventos del Niño registraron abundancia de lluvias; por el contrario, de 1971 a 1989, los cuatro eventos del Niño se caracterizaron por presentar años secos, donde las precipitaciones no excedieron a la media anual. Los eventos más severos de este fenómeno en la presente década (1992-1993 y 1997-1998), todos han estado acompañados por incrementos en las lluvias, y una mayor cantidad de huracanes en toda la costa, desde Centroamérica hasta Baja California.

Tabla 54. Tormentas tropicales y huracanes de 1990 - 1997. Ordenados de acuerdo a la escala de Saffir-Simpson (velocidad sostenida vientos, potencial destructivo, número de días de incidencia, tipo de meteoro y distancia de deriva frente a las costas del estado de Guerrero.)

Nombre del meteoro	Categoría S-S	Vel. Viento sostenida m/s.*	Potencial destructivo	Días de incidencia	Presión atmosférica Mb**	clase	Distancia de deriva (km)
1990							
Genevieve	2	46-50	4	4	970	T	200-250
Rachell	1	28-31	2	4	994	T	200-300
Vance	2	44-52	4	6	975	H	200-250
1991							
Delores	2	38-44	2	4	979	H	100-200
Guillermo	2	36-40	2	3	983	H	100-200
Ignacio	1	28-30	1	2	994	T	100-200
Kevin	4	64-72	16	5	935	H	100-200
Marty	2	36-42	1	4	979	H	100-200
1992							
Agatha	1	30-36	1	3	994	T	00-00
Celia	4	65-70	16	4	936	H	100-200
Derby	2	44-48	4	4	970	H	00-00
Georgethe	2	48-50	4	5	965	H	100-200
Tina	4	68-74	16	6	930	H	200-300
Virgil	4	60-64	9	3	950	H	50-100

1993							
Beatriz	3	55-58	9	3	958	T	50-100
Calvin	4	60-64	16	4	934	H	00-00
DT-930BE	4	64-68	16	2	935	H	100-150
Hillary	3	50-58	9	4	946	H	200-300
Irvin	3	50-58	9	3	950	T	00-00
1996							
Alejandra	3	56-60	12	6	934	H	100-200
Roxana	4	62-68	16	7	930	H	150-250
1997							
Olaf	3	52-56	9	6	934	H	50-100
Nora	3	56-60	16	5	932	H	50-100
Paulina	4	78-86	24	6	928	H	00-00
Ricki	3	60-68	16	5	932	H	00-00

* Velocidad promedio a lo largo de toda su trayectoria. **Mb, milibarios.

6.Importancia del agua dulce. El sistema lagunar estuarino es alimentado por dos canales de agua dulce. Además de estos canales, cuatro arroyos también aportan agua al sistema, tres son temporales, mientras que uno es permanente. Los resultados indican que el volumen anual que el río aporta hacia el mar es de $311.8x10^7m^3$, mientras que el aporte de agua del río hacia el humedal es $31.4x10^6m^3$/año (Tabla 55), éste presenta grandes fluctuaciones a lo largo del año debido a la disminución de las avenidas del río (Fig. 100). Aun cuando el volumen total aportado por el río hacia el manglar es bajo (menos del 3% del volumen total del río), la importancia de estos subsidios hacia el manglar son muy grandes, debido a que es un sistema abierto que depende de los flujos materia y energía representado por el agua dulce, para el transporte de nutrientes, sedimentos, intercambio de material genético a través de la multitud de organismos acuáticos y semiacuáticos que utilizan al río y estuario como nicho ecológico, así como regulador de la salinidad y temperatura, como se observa en la (Figura 101). Se han realizado algunas investigaciones que demuestran el papel que desempeña el agua dulce en las planicies costeras y en especial sobre los manglares (Pool et al, 1975; Snedaker et al 1977; Lugo 1978; Brinson 1990; Lugo et al 1990; Wolansky 1995).

De acuerdo con Snedaker et al (1977) y DCEDC(1986) los aportes de los ríos y corrientes secundarias de agua dulce a las zonas de manglares en los trópicos cumplen algunas de las siguientes funciones:

A nivel fisicoquímico.

a). El agua de los río y arroyos regula el régimen hídrico de las cuencas bajas, debido a que ejerce una acción amortiguadora y disolvente sobre áreas donde existen intrusiones de agua marina. En Barra de Tecoanapa este fenómeno es muy evidente en las partes más alejadas de los canales de marea donde el proceso de recambio de agua es menos activo y la evaporación más vigorosa en la época de secas. En estos sitios, con la llegada de las lluvias y al incrementarse el aporte de agua por el río la salinidad disminuye rápidamente durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre.

b). El agua de los río y arroyos permite modificar la temperatura del agua del mar.

c). Ayuda a mantener una cuña de sal y una zona de mezcla moderada principalmente en épocas de estiaje prolongado. En Barra de Tecoanapa, el volumen de agua dulce supera a la del mar y permite mantener una cuña de sal reducida en la zona del estuario (5 a 25‰), la cual nunca penetra más allá de 650m sobre el cauce del río.

d). Regula la erosión e incrementa la fertilidad de las cuencas bajas a través del transporte de gran cantidad de sedimentos y nutrientes provenientes de las cuencas medias y altas.

e) Regula la distribución de los sedimentos en la parte posterior de los humedales.

f). La entrada de agua dulce sirve como vehículo de eliminación de muchos metabolitos y sustancias nocivas que se generan dentro de los manglares. Este beneficio será discutido ampliamente en el punto de exportación de detritus.

B. nivel biológico.

a). Las corrientes de agua dulce facilitan el intercambio de material genético a través de la multitud de organismos acuáticos y semiacuáticos que utilizan las aguas de los ríos para vivir. Sin duda estos procesos biológicos se realizan en este humedal, desafortunadamente entre los objetivos de este trabajo no se contempló su estudio.

b).Mantienen la regulación de la presión osmótica de muchos animales que viven en los estuarios y bosques de manglares.

c). Ayudan a regular la distribución vertical y horizontal de los organismos dentro de los estuarios.

d). En algunas zonas delimitan la llegada y partida de muchos organismos migratorios. En este estuario, el final de las lluvias marca la llegada de algunas aves acuáticas migratorias del género *Annas* y *Sterna*, las cuales anualmente permanecen en cantidades considerables hasta finales de abril de cada año.

Además de esta funciones, las corrientes fluviales de ríos y arroyos sirven para modificar y conformar constantemente las desembocaduras, debido a la depositación de cargas de sedimentos; estos es especialmente crítico en costas erosivas y de colisión. También son las vías principales de transporte de diversos contaminantes (plaguicidas, hidrocarburos, fertilizantes, etc.), hacia los humedales y el mar como se demostró en el punto 12 de este trabajo. Abernethy (1980), demostró que el río Brahmaputra en los últimos 70 años ha depositado una capa de sedimentos en el área de su desembocadura de un espesor de 2m. sobre la cual se has establecido nuevas comunidades vegetales, lo que ha permitido la expansión constante del delta del río. Este fenómeno también se ha observado en el margen izquierdo del Río Quetzala, con las comunidades de *C. erectus*, *P. juliflora* y *G. ulmifolia*..

Las funciones anteriormente enlistadas se hacen más notables cuando el tamaño de la cuenca y los volúmenes de descarga de agua dulce son mayores, como sucede en los grandes ríos, que tienen en su desembocadura importantes áreas bosques de manglares, como sucede con el río Ganges, Brahmaputra, Amazonas, Mekon y Niger (Snedaker et al, 1977; Welcome, 1979; Abernethy 1980; Moffat y Linden, 1995). En el primer río, cuyas aguas antes de ser vertidas en el Golfo de Bengala, atraviesa Los Sunderbans, una de las áreas de manglares y pantanos más grandes a nivel mundial. Snedaker et al (1977), demostraron que sin las grandes avenidas de agua dulce y sedimentos que este río transporta, la región de los Sunderbans, hubiera desaparecido desde hace mucho tiempo.

Tabla 55 Volumen de agua dulce y salobre introducida al sistema por el río, los arroyos y el mar en cada época del año.

Año	1991	1992	Vol. total 1991	Vol. total 1992
Río				
Epoca de secas	$8.5x10^6m^3$	$7.8x10^6m^3$	$29.3x10^6m^3$	$25.6x10^6m^3$
Epoca de lluvias	$20.8x10^6m^3$	$17.7x10^6m^3$		
Arroyos, lluvias	$3.4x10^6m^3$	$4.5x10^6m^3$	$3.4x10^6m^3$	$4.5x10^6m^3$
Aporte total del río			**$32.7x10^6m^3$**	**$30.1x10^6m^3$**
Mar	1992	1993	Vol. total 1992	Vol. total 1993
Epoca de secas	$14.0x10^6m^3$	$12.7x10^6m^3$	**$29.4x10^6m^3$**	**$27.6x10^6m^3$**
Epoca de lluvias	$15.3x10^6m^3$	$14.9x10^6m^3$		

7. Importancia del agua marina.

El intercambio de agua del mar hacia el sistema fue de $28.5x10^6/m^3$/año, volumen ligeramente inferior (9.2%) que el agua dulce aportada por el río(Tabla 55). Contrariamente al aporte del río y los arroyos que presentan variaciones significativas a nivel estacional, el aporte de agua marina es más homogéneo a lo largo del año. Esta situación originó que, en todos los años estudiados la salinidad predominante en la masa de agua del estuario y al interior del manglar haya sido menor que el agua marina entrante, por lo que se presenta una circulación estuarina y una condición oligohalina durante unos 8 meses del año y mesohalina en los meses restantes. Se registraron diferencias significativas en el volumen introducido por las mareas en cada uno de los años estudiados, y entre una estación y otra. Para el año de 1992, se registró una diferencia en el volumen de $1.3x10^6m^3$ entre la época de secas ($14.0x10^6m^3$) y lluvias ($15.3x10^6m^3$), mientras que en 1993 esta diferencia fue más notable al pasar de $12.7x10^6m^3$ en el estiaje, a $14.9x10^6m^3$ durante las lluvias.

En Barra de Tecoanapa la influencia de las mareas se deja sentir hasta una distancia de 3.8km. en el margen izquierdo del río y en el lado contrario hasta 6.5km. El volumen de agua marina introducido por las mareas es baja en comparación con otros sistemas estuarinos de México como Laguna de Mecoacán y Laguna de Términos (Gómez-Angulo 1977; Graham et al 1981; Kjerfve et al 1988), esto se debe a que el flujo de agua introducido hacia el mar por el río domina, al proceso oceánico principalmente durante la época de lluvias, así como a la reducida amplitud de la boca, la altura reducida de las mareas (0.63 a 0.96m. durante el año) y a lo reducido de la planicie costera (Fig. 101).

Los aportes de agua marina son de gran importancia para este sistema de manglar. Además del volumen de agua a través de ésta se introducen nutrientes, sedimentos, materia orgánica y una cantidad de energía, la cual es proporcional a la masa de agua, altura de la marea y frecuencia de éstas (dos pleamares y dos bajamares/24 horas) (Fig. 101). Desde el punto de vista geológico la conformación de los sistemas estuarinos en las regiones tropicales como Barra de Tecoanapa, está dado por la descargas de los ríos y por la dinámica oceánica producida por el oleaje y la amplitud de las mareas como ha sido demostrado por Pritchard, (1967) en estuarios del Golfo de México. De acuerdo a la amplitud de las mareas una masa mayor de agua puede ser introducida en los estuarios y con ella una mayor carga de sedimentos pueden ser redistribuidos, tanto los que provienen del mar como los que constantemente son arrastrados por el río, este proceso construye el sustrato adecuado para el establecimiento de las comunidades vegetales como los manglares y tulares que aquí existen.

A nivel fisicoquímico, las mareas son el mecanismo principal que permite la introducción de agua salada al interior de las planicies. La amplitud y fuerza de las corrientes de mareas permitirá la renovación constante del agua superficial e intersticial del piso de los bosques de mangle. De acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1983), el flujo y reflujo vigoroso de la masa de agua durante los ciclos de marea permite, mantener bien oxigenada la columna de agua así como el sustrato, evitando la formación de gases como el H_2S, CH_4 y otros desechos metabólicos. Sobre el particular existe una gran cantidad de investigaciones (McKee et al 1988; Mohammed y Johnstone 1995; Rivera-Monroy et al 1995; Sylla et al 1995; Skelton y Allaway 1996).

A nivel biológico, las mareas permiten el intercambio genético de algunas poblaciones e incluso excluir a otras poblaciones de plantas y animales que no presentan adaptaciones para tolerar la sal. La ventilación del sustrato permite a los organismos como crustáceos y moluscos construir sus madrigueras, en algunas zonas la marea ayuda a establecer gradientes que determinan la zonación del establecimiento de los manglares y otros vegetales (Cintrón y Schaeffer 1981), Chapman (1944) encontró que la distribución de las diferentes especies de mangles está asociada al número de veces que un área es lavada por la marea durante el año, como se demostró en el punto cuatro de este estudio.

Finalmente las mareas juegan un papel muy importante en el transporte, selección y arraigamiento de las semillas y propágulos de tres especies de mangle, las semillas de mayor tamaño (*R. mangle*) son dispersadas por las corrientes más fuertes generalmente cerca de los canales de marea, mientras que las semillas más pequeñas se dispersan más lejos y al interior por los flujos más débiles(*L. racemosa y A. germinans)*, como se demostró en la producción estacional de semillas e hipocótilos en los diferentes bosques de mangle. Well y Coleman (1981) afirman que el proceso anterior también puede influir en la zonación de los bosques a nivel de ciclos más largos de tiempo.

8. Balance y Presupuesto de nutrientes en el sistema. Al cuantificar la entrada y salida de nutrientes, se observó que durante la época de lluvias, este sistema recibe mayor cantidad de nutrientes(33.76ton/nutrientes) que durante el estiaje (14.45ton/nutrientes) (Tabla 57), debido al volumen de agua introducido por el río, arroyos y las precipitaciones, lo que aumenta la carga de materia orgánica e inorgánica que es acarreada hacia los manglares. La cantidad de nutrientes exportada por el manglar es superior, a la cantidad recibida tanto en secas(31.39ton/nutrientes) como en lluvias(55.14ton/nutrientes), por el contrario, todo el año el manglar mantiene el envío de cantidades mayores de nutrientes de las que recibe; esta situación es muy semejante a la observada por Rivera-Monroy et al (1995a y b) en Laguna de Términos.

Durante la época de lluvias de 1993, el margen izquierdo del humedal recibió 21.18 ton/NO_3+NO_2 y 0.88 ton/NO_3+NO_2 en secas. El manglar generó 33.78 ton/NO_3+NO_2 en lluvias contra 24.41 ton/NO_3+NO_2 en el estiaje. Analizando las entradas y salidas para cada época, se observa que la diferencia entre ingresos y egresos en lluvias fue de 12.6ton/NO_3+NO_2 y de 15.54ton/NO_3+NO_2 en secas. Esta situación se repitió con ligeras variantes entre una época y otra en el resto de los nutrientes a lo largo del periodo estudiado (Tabla 57). Restando los ingresos de los egresos anuales, el manglar presentó una exportación neta hacia la zona marina 28.14ton/NO_3-NO_2. Flores-Verdugo (1985) determinó en Estero "El Verde" Sinaloa, valores de 487kg/día de NO_3+NO_2, exportados en agosto desde el río hacia la zona marina, cuando la boca se abre, estas cantidades de NO_3+NO_2 registradas a principios de las lluvias llegaron a ser ocho veces más elevadas

(72.5: 9.25µg-at/l) con aquellas introducidas a finales octubre. De la Lanza y Rodríguez-Medina (1990) en Laguna de Huizache-Caimanero cuantificaron 3.0kg /N-NO_3/día; en ambos casos los registros son semejantes a los obtenidos en Barra de Tecoanapa, sin embargo aquí, debido al reducido intercambio de agua con el mar, la cantidad de nutrientes exportados durante el año más baja.

El promedio de amonio ingresado durante la época de secas representó el 40.3% del ingresó durante las lluvias (4.36/10.8ton). Durante la época de secas se generaron dentro del manglar 5.33 ton/NH_4, exportándose 0.97ton, mientras que en las lluvias a partir del subsidio recibido se generaron 10.8 ton./NH_4, exportándose hacia la zona marina 7.3ton/NH_4 (Tabla 57). Las concentraciones de amonio aquí registradas (0.7-14.8 µg-at/l) son semejantes a las obtenidas en algunas lagunas y estuarios del país, como Laguna de Tamiahua, Laguna de Mar Muerto y Laguna Buenavista-La Joya, y por abajo de lagunas con fuerte impacto humano como Laguna de Alvarado, Ostión, Sontecomapan, Yavaros y Laguna de Términos como se observa en la Tabla 58. Casos extremos de acumulación de amonio en agua (92.5-182.2 µg-at/l) se han registrado en el Río Calzadas y Laguna del Ostión, ambos cuerpos de agua son receptáculo de descargas industriales y fertilizantes (Vazquéz-Botello et al 1988).

Tabla 57. Importación y exportación de nutrientes por el manglar en 1993.

	E. Secas	E. Lluvias		E. Secas	E. Lluvias
NO_3+ $NO_{2(ton.)}$			**P-PO_4**		
Importación	8.87	21.18	Importación	1.22	1.78
Exportación	24.41	33.78	Exportación	1.66	3.26
Diferencia E.*	15.54	12.60	Diferencia E.*	0.44	1.48
E. neta anual	28.14		E. neta anual	1.92	
NH_4					
Importación	4.36	10.8			
Exportación	5.33	18.1			
Diferencia E.*	0.97	7.3			

Diferencia E* = Diferencia entre la cantidad de un compuesto importado y su exportación.

El balance de P-PO_4 registró las siguientes variantes. Durante la época de secas el manglar importó 1.22ton/P-PO_4 contra 1.78ton./P-PO_4 en lluvias, mientras que exportó 0.44 ton/P-PO_4 durante el estiaje y 1.48ton/ortofosfatos durante las lluvias. Este incremento en este nutriente representa el 26.5% más de P-PO_4 a partir de los ingresos durante la época de

sequía y 45.3% más durante las lluvias, para una exportación anual de 1.92 toneladas de ortofosfatos en 1993.

De acuerdo con Sarala Devi et al (1983), las mayores variaciones de este compuesto se dan entre el estiaje y las lluvias, durante estos periodos se pueden dar concentraciones elevadas en la columna de agua de $P\text{-}PO_4$, las cuales pueden decaer rápidamente debido a florecimientos del fitoplancton, o bien por captura en el sedimento por medio de arcillas (Viner 1982). Flores-Verdugo (1985) en Estero el Verde registró cambios significativos en la concentración de $P\text{-}PO_4$ en el agua del río y el canal de mareas al inicio de la época de lluvias (7.97 y 5.5 µg-at $P\text{-}PO_4$/l), y al finalizar ésta (2.96 y 1.79 µg-at $P\text{-}PO_4$/l; afirmando que las principales modificaciones en la concentración de este compuesto son debidas a los aporte del río. Conde-Gómez (1992) observó en La Ensenada del Pabellón Sinaloa, una marcada variación espacial y temporal en la concentración de este compuesto, en agosto las concentraciones variaron de 1.2 a 7.6µg-at $P\text{-}PO_4$/l, mientras que en abril del siguiente año los niveles se elevaron de 3.1 a 25µg-at $P\text{-}PO_4$/l, esta diferencia es producto de las actividades agrícolas; por el contrario Arenas (1979) y Rodríguez-Medina (1989), no registraron variaciones importantes en la concentración de $P\text{-}PO_4$ a lo largo de 10 años de registros en las aguas del sistema lagunar de Huizache-Caimanero, a pesar de que el área está rodeada de extensos campos agrícolas cuyos drenes van a dar a la laguna.

Tovilla y Orihuela (en prensa) observaron fuertes modificaciones de este compuesto en Laguna de Pastoría Oaxaca entre lluvias y secas; la concentración varió de 0.0 a 4.4µg-at $P\text{-}PO_4$/l en agosto y hasta 28.2 y 46.2 µg-at $P\text{-}PO_4$/l en enero; la elevada concentración observada en enero se debieron a un gran movimiento del agua de la laguna provocado por el viento.

Las concentraciones de $P\text{-}PO_4$ obtenidas en este estudio se ubican por abajo de los registros obtenidos en la mayoría de las lagunas costeras del país así como registros en el agua de canales de mareas al interior de bosques de manglares, estuarios y lagunas costeras de algunas localidades de zonas tropicales como se observa en la Tabla 58,.

Tabla 58. Concentración NH_4, NO_2+NO_3 y PO_4 (µg-at/l) en canales de marea, manglares y lagunas costeras de zonas tropicales.

Localidad	NH_4	NO_3	PO_4	NOD[1]	POD[2]	Referencia
Vatuwaga, Fiji	0.60	0.65	1.02			Nedwell 1975
Estuario Kerala India	5.5-13.5	4.3-6.2	1.1-3.1			Sarala Devi et al 1983
Estuarios (varios) Malasia	1.5-24.7	0-13.8	1.9-17.9	20-50	0-0.8	Nixon et al 1984
Kedah Malasia	0-50	0.1-6	0.1-6			Wong 1984
Hinchinbrook Estuario Australia	0.1-0.6	0-0.2	0-0.4	2-8	0.1-0.6	Boto y Wellington 1988
Galley Reach, Nueva Guinea	0-5.0	0-1.0	0-3.9			Liebezeit y Rau 1988
Fly River Nueva Guinea	0.1-1.4	1.9-11.7	0.5-5.2	11-45	9-14	Robertson et al 1992
Estuarios y lagunas costeras del Golfo de México y costas del Pacífico						
Laguna Tamiahua	3.6-8.6	0.7-5.8	0.5-2.0	4.3-13.9	1.2-7.7	Contreras 1991
Laguna Sontecomapan	6.8-24.6	2-14.7	0.3-3.9	17.3-31.9	2.19.5	Contreras 1991
Laguna Ostión	4-33.1	0.9-4.5	1-32.6	9.8-35	4.5-9	Contreras 1991
Laguna Alvarado	0.8-23.4	0-23	0-36.9	11.0-16.5	6.2-14.2	de la Lanza et al 1989
Laguna Términos	0.1-23	0.1-3.6	0.1-0.6	12-15	1.1-2.2	Vázquez-Botello 1978.
L. Yavaros	3.2-45.4	49.6-90	6.7-21.0			Ortega y Stephenson 1976
Estero El Verde	0.2-1.9	0.3-6.4	7.97-1.79			Flores-Verdugo 1985
L. Huizache-Caimanero	1.4-2.7	0.4-2.3	0.3-1.5			de la Lanza y García 1993
Bahía Magdalena	2.1-4.5	0.2-1.9	0.7-1.5	5.8-11	2.1-5	Alvarez-Borrego 1974
L. Apozahualco	0-18.7	0-7.9	0.5-7.7			Mandelli y Botello 1976
Laguna Mar Muerto	3.6-7.4	0.8-1.5	4.1-5.3	4.2-6.7	5.5-10.6	Contreras 1988
Laguna. Buenavista la Joya	4.2, 8.9	9.1-13.8	2.5,7.4	12.4-16.2	3.6-5.9	Contreras 1988
Laguna. Pastoría	0.01-6.6	0.4-10.5	0.0-46.2			Tovilla y Orihuela (en prensa) 1997
Barra Tecoanapa	0.7-14.8	1.9-21	0.09-2.9			Este trabajo

1Nitrógeno orgánico disuelto total, 2 Fósforo orgánico disuelto total.

Modelo de subsidio de materia y energía al sistema lagunar estuarino de Barra de Tecoanapa. De acuerdo a Odum (1967) los sistemas biológicos son sistemas abiertos que necesitan materia y energía para funcionar, este sistema es un ejemplo, cuyas características están dadas por los subsidios de materia y energía que recibe desde la zona terrestre, marina y la atmósfera, como se observa en la figura 101. La cuantificación de cada uno de estos subsidios permitió conocer su funcionamiento y la representación de estos subsidios en un modelo. Para elaborar este modelo se han utilizados los criterios establecidos por Odum(1967) y Lugo(1980). El sistema lagunar estuarino de

Barra de Tecoanapa recibe de la zona terrestre $31.3x10^6 m^3$/año de agua dulce, a través de este flujo ingresan 48.21ton de nutrientes(NO_3, NO_2, NH_4 y PO_4), así como sedimentos ($3.7x10^7$/ton/año) y organismos; por otro lado, el sistema exporta 86.53 ton de nutrientes hacia la zona marina, mientras que de esta zona ingresa un promedio de $28.5x10^6/m^3$/año de agua marina, con una carga no estimada de nutrientes, materia orgánica, organismos y sedimentos. De su interacción con la atmósfera recibe $2.9x10^6/m^3$ de agua de lluvia. Las principales modificaciones ambientales en el sistema son provocadas por la lluvia y la radiación solar, las lluvias hacen variar el gasto del río, arroyos y modifican el balance de agua en el sistema, estableciendo una estacionalidad marcada y aumentando la humedad del aire y la cantidad de agua en los mantos freáticos. Las lluvias durante algunos años son especialmente copiosas (1110mm/año) alternadas con otros con lluvias escasas y estiajes de hasta 8 meses de sequía, en la cual ésta se reduce a menos de 200mm/año (Fig. 101). Las modificaciones provocadas por la radiación solar en el sistema se producen en dos escalas: a microescala en el gradiente de radiación recibido entre el día y la noche, el cual provoca cambios en la temperatura entre el mar y la tierra generándose patrones de vientos y brisas locales de diferente magnitud entre el día y la noche (5 a 7m/s); a macroescala el gradiente de radiación solar anual provoca la generación de centros de baja y alta presión entre el mar y la tierra a nivel regional lo que constituye el patrón de vientos estacionales, tormentas tropicales y huracanes con rachas > 30m/s.

Los principales subsidios de energía al sistema de manglar están representados por la radiación solar (2800 horas/año) y 185/110 días despejados y nublados, lo que permite una temperatura promedio de 28.4°C, otros subsidios están representado por la fuerza de las mareas (0.76cm) la cual penetra hasta 6.5km al interior del sistema; la fuerza de los vientos y tormentas tropicales y huracanes (3/año) que durante los últimos años han modificado fuertemente la morfología del área de estudio; incluso las olas y corrientes marinas que modifican constantemente la zona de playas. A mediano plazo las modificaciones en la precipitación, temperatura y el nivel medio del mar deberán provocar cambios acelerados en la dinámica del sistema. Sin embargo los cambios más inminentes en el sistema lagunar estuarino de Barra de Tecoanapa estarán determinados por el uso del agua en la cuenca media y alta del río, así como por la deforestación de los bosques, ambas actividades provocarán una disminución del volumen de agua y un mayor arrastre de sedimentos y nutrientes hacia la zona estuarina. Estos subsidios de materia y energía ayudan a constituir las características fisicoquímicas y biológicas del manglar, las cuales son únicas. La primera parte del modelo de funcionamiento está representado en la figura 101.

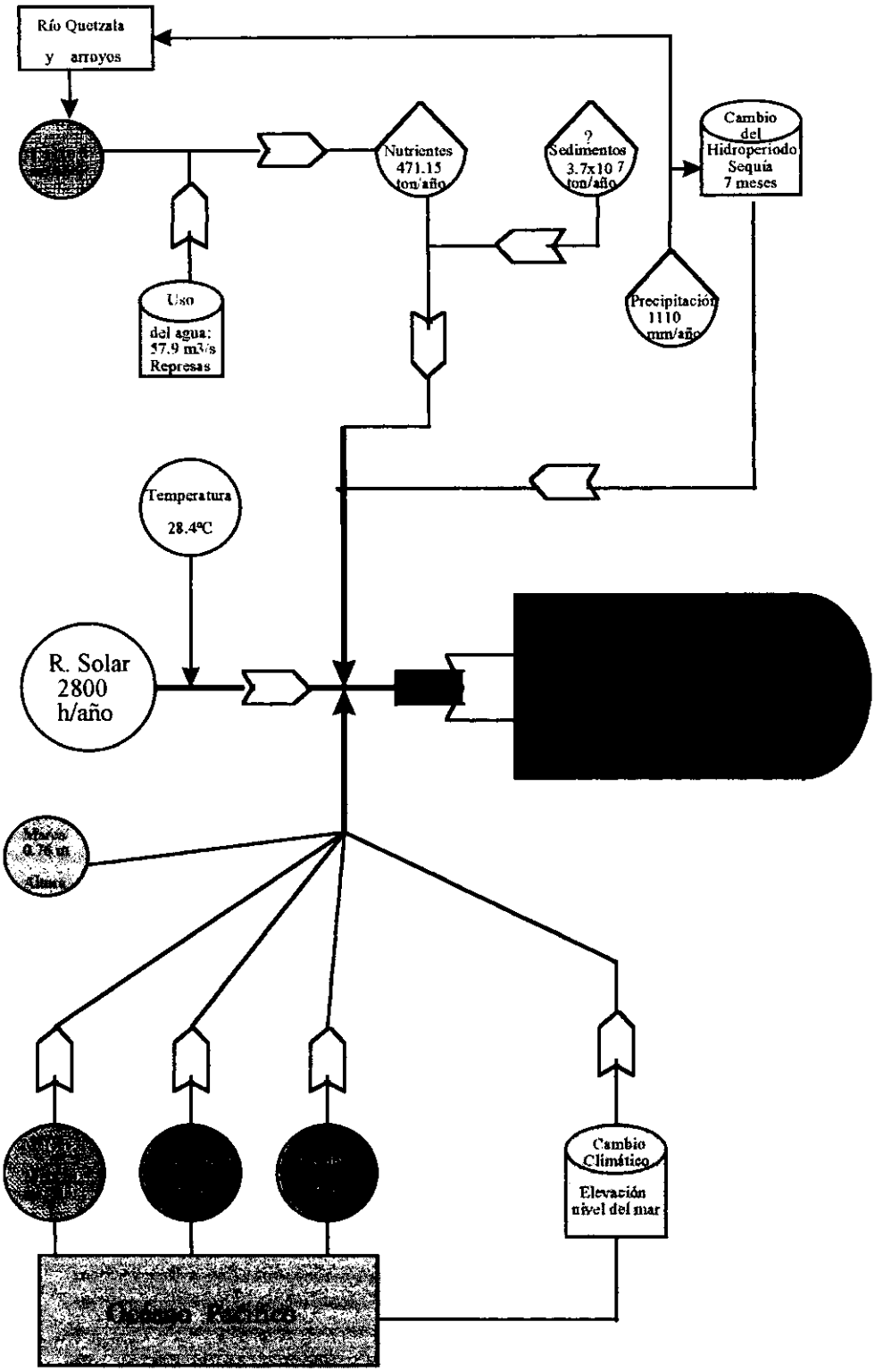


Fig. 101 Principales subsidios de materia y energía que recibe el sistema lagunar de Barra de Tecoanapa.

II. Importancia de los factores ecológicos.

1. Importancia de la fenología reproductiva de los mangles. Los mangles están constituidos por plantas exitosas a nivel evolutivo, durante los últimos 50 millones de años, han dejado un registro fósil enorme (Crowley et al 1994; Hoorn 1994; Rodgers y Hoorn 1996). Algunos factores han asegurado su permanencia, como es la capacidad de tolerar salinidad en el suelo y la viviparidad en los propágulos, capacidad que ha permitido excluir a otros vegetales en los mismos sitios; así como tener una capacidad amplia de dispersión; algunas investigaciones afirman que el factor que más ha favorecido su permanencia y distribución en tiempo y espacio es la de poseer un amplio espectro de polinizadores (Davey 1975; Start y Marshall 1976; Tomlinson et al 1979; Primack et al 1981; Chai 1982; Tomlinson 1986), desafortunadamente aún se desconoce gran parte del proceso reproductivo y evolutivo de los mangles.

En el continente americano, existen muy pocas investigaciones sobre la fenología de los manglares (Gill y Tomlinson 1971, Rabinowitz 1978a y b; Jiménez 1988). Fuera de estas referencias, información somera y fragmentada sobre la reproducción proviene de los estudios sobre caída de hojarasca (Bunt 1982; Rico-Grey y Lot 1983; López-Portillo y Ezcurra 1985). De acuerdo a Jiménez (1988), el estudio de la fenología reproductiva de una comunidad de plantas provee información de la interacción de las plantas con el medio y ayuda a comprender sus procesos de regeneración evolutiva. Los resultados obtenidos en esta localidad sobre la fenología las especies de mangles, indican que cada especie despliega una serie de estrategias para asegurar su descendencia en el espacio y tiempo.

Fenología de la floración. *R. mangle* es una especie con una tasa de conversión de flores a hipocotilos muy alta (5.1:1). Para la floración la época de secas es crítica principalmente abril, donde el número de flores se reduce (51flores/m^2), por el contrario en lluvias la floración se intensifica (197 flores/m^2); Existen años (1991 y 1994) donde éste fenómeno es muy abundante; mientras que otros (1992 y 1993) la producción disminuye en forma considerable. Este descenso esta relacionado con la frecuencia de vientos fuertes y tormentas tropicales en el área, la cual desprende una gran cantidad de flores de las ramas. En Florida Gill y Tomlinson (1971) registraron la máxima floración en esta especie en mayo-

julio (28 flores/m^2), esta producción representa menos de la cuarta parte de la floración observada en Barra de Tecoanapa.

La eficiencia en el proceso de floración está relacionada con otros factores ambientales tales como la presencia de lluvias, vientos, insolación, sequía y temperatura, como se demostró en el área de estudio. En noviembre al inicio de la época de secas, con una salinidad de 10-12‰; 28°C; 10.5 horas de insolación/día; 79% de humedad y ausencia de vientos, se registró la tasa de conversión más alta 3.8 flores por cada hipocotilo, por el contrario en abril cuando la salinidad es de 24-28‰, 31°C, 10.5 horas/día de insolación, 55% de humedad y vientos moderados, la tasa de conversión fue baja 8.6:1. Gill y Tomlinson (1971) con 18-20‰/22°C /8.5horas de sol, 95% de humedad y vientos débiles, sólo registraron un 6.6% de flores polinizadas en *R. mangle* y de éstas, sólo el 35.8% se convirtieron en hipocotilos maduros, esto representa una tasa tan baja de 49.4 flores a 1 hipocótilo. En esta especie el mecanismo de polinización es el viento, incluso las flores cuando se abren tienden a orientarse en dirección del viento, como se observó en este estudio. De acuerdo a Tomlinson (1986), en una buena cantidad de especies de la familia *Rhizophoraceae*, la carencia de colores atractivos a los insectos, la colocación invertida de las flores al abrirse, así como la carencia de un estigma adaptado para recibir polinizadores es indicativo de que el único mecanismo de transporte del polen es el viento. En algunos meses se observó sobre las flores gran cantidad de hormigas, si bien estos organismos no poseen capacidad de dispersión de granos de polen, por carecer de cerdas y vellosidades en el rostrum, este es un registro novedoso del proceso de polinización en esta especie.

Con una producción mensual promedio de 2.1hipocotilos/m^2 y tomando en cuenta la cobertura foliar y la densidad promedio de árboles en los bosques de manglar (9.8m^2)x (122 arboles), se calculó una producción de hipocótilos mensual y anual de:

19 hipocótilos/árbol /mes: árboles >8.5cm DAP

228 hipocótilos/árbol/año y 278,169 hipocótilos/año/h.

Esta cantidad producida por árbol, es 50% superior a la observada en Laguna de Alvarado y Términos (Tovilla inédito), sistemas con mayor abundancia de precipitaciones y

aportes de agua dulce. Esta producción asegura una tasa de regeneración durante el año más que sobrada. Esto es más significativo entre la época de lluvias y secas donde existe una proporción de 3.1:1 hipocotilos, situación que no tiene una explicación fácil, debido a que en la literatura no existen registros sobre el particular. Una explicación es que la elevada producción de hipocótilos durante la época de lluvias no se queda en los bosques y es exportada hacia otras áreas del humedal y la zona marina, esto se debe a que buena parte de los hipocótilos no alcanzan a insertarse en el suelo, debido a que este se encuentra inundado (>20-45cm), quedando a la deriva, de donde son removidos por las mareas. En la época de lluvias se observó una gran cantidad de hipocótilos flotando hacia la desembocadura del río, de donde son redistribuidos por las corrientes a lo largo de las playas. La mayoría de los hipocótilos producidos durante las lluvias son más grandes y pesados, por lo que el embrión disponen de mayor reserva nutritiva, que permite flotar durante más tiempo. Sobre el particular La Rue y Muzik (1954) mantuvieron 100 hipocotilos almacenados durante 68 días, al cabo de los cuales habían perdido el 30% del peso; al plantarlos 89% de ellos germinaron.

Por el contrario, los pocos hipocótilos producidos durante la época de secas, aún cuando son más pequeños y con menores reservas, pueden fácilmente germinar cuando caen, debido a que la altura de la columna de agua en el bosque es menor a 10cm. Este proceso es visible al interior de los bosques en noviembre y diciembre, donde gran cantidad de propágulos germinan formando la cohorte de plántulas más importante del año.

Al analizar la relación longitud-peso de los hipocotilos de *R. mangle* durante el año, se observó una relación directa entre la abundancia de hipocotilos, la estacionalidad y la caída de estos. Los hipocótilos en Barra de Tecoanapa son más grandes y pesados que los observados por Gill y Tomlinson (1971); Smith y Snedaker (1995); Lin y Sternberg (1995) en Florida, Rabinowitz (1978) en Panamá; McKee (1995b) en Belice y Tovilla y Orihuela (en prensa) en Oaxaca, como se observa en la Tabla 59.

Tabla 59. Longitud y peso de los hipocótilos y semillas de mangles en localidades de Panamá, Florida, Belice y México .

Especies	Longitud(cm.)	Peso(g.)	Tamaño muestra
R. mangle			
Panamá	22.1±1	14.0±1.1	50
Florida	16.5±1	12.3±1.2	50
Belice	23.5±0.6	20.2±0.3	97
L. Pastoría Oax.	19.2±0.05	15.8±0.06	100
B. de Tecoanapa	24.6±2.3	38.2±1.8	2631
A. germinans			
Panamá	1.83±0.05	1.10±0.1	50
Belice	1.80±0.04	1.05±0.01	117
L. Pastoría Oax.	1.81	0.94	100
B. de Tecoanapa	1.98±0.05	1.3±0.2	500
L. racemosa			
Panamá Atlántico	2.19±0.05	0.41±0.02	50
Costas Pacífico	1.98±0.04	0.39±0.03	50
Belice	1.76±0.03	0.30±0.01	51
L. Pastoría Oax.	2.31	0.45	100
B. de Tecoanapa	2.1±0.05	0.45±0.04	400

A. germinans, en esta especie como en *R. mangle*, la etapa más crítica de la floración se presenta antes y después de la polinización. La floración es sumamente intensa y se inicia con las lluvias, por lo que las condiciones de rigor ambiental en que se lleva a cabo el fenómeno son muy benignas, tomando en cuenta la salinidad que esta especie soporta durante la época de secas:

- salinidad en el suelo 12-16‰ -Temperatura 27°C
-salinidad en el agua 7-5‰ -Insolación mayo-octubre 9-6.5horas/día
-humedad 70-95% -Vientos de moderados a fuertes.
-Suelo inundado>10cm.

La polinización es realizada por insectos y puede realizarse de día como de noche. La diferencia de polinizadores es la razón de que el máximo de la floración en *A. germinans* coincide con uno similar de *R. mangle*. Jiménez (1988) observó en Costa Rica, que existe un desfasamiento de un mes entre la máxima floración de *Avicennia bicolor* y *A. germinans*,

esto permite una polinización oportuna de las dos especies por los mismos polinizadores. Por el contrario Opler et al (1976) y Ausgspurger (1985), relacionaron el pico de floración de *A. bicolor* con la máxima insolación de enero en Costa Rica. La competencia por polinizadores puede ser determinante en sitios donde una gran cantidad de plantas florecen en la misma época del año como sucede en la zona NW de este país, Frankie et al (1974) encontraron que de 113 especies de árboles y arbustos que existen cercanos a los manglares, 107 florecen de abril a julio, muy semejante a lo que sucede en el área de estudio. En México *A. germinans* presenta periodos de floración ligeramente diferentes en el Golfo de México y las Costas del Pacífico, López-Portillo y Ezcurra (1985) observaron que la floración en Laguna de Mecoacán se inició a principios de mayo, mientras que Tovilla y González (1994) registraron periodos semejantes en dos sistemas lagunares de Campeche y Veracruz. En las costas de Oaxaca y Nayarit se ha observado que el periodo se inicia en julio y se prolonga hasta diciembre.

Tabla 60. Producción mensual promedio de semillas en *A. germinans*.

Mes	M	J	J	A	S	O	N
Semillas/m2*	30	24	36	46	76	60	22

*Promedios mensuales obtenidos durante cinco años de registros

Semillas/m^2/temporada = 294

Semillas/árbol /temporada = 8,290; para árboles >10cm de DAP.

Semillas/ha. = 7,295,904±401,125.

La producción de semillas sucede de mayo a noviembre y el máximo entre agosto y octubre8Tabla 60). Las semillas de esta localidad son de mayor tamaño y peso que las observadas en Panamá (Rabinowitz 1978); Belice (McKee 1995b) y en Oaxaca (Tovilla y Orihuela en prensa), como se observa en la Tabla 59. De acuerdo a Jiménez (1988), el periodo de floración y fructificación de *A. germinans* en Costa Rica comprende 10 meses de duración; mientras que en Guerrero es de siete, y los frutos maduros sólo se presentan de agosto a octubre mientras que en Tecoanapa aparecen de mayo a noviembre, por lo que en

las costas de este estado, el proceso de floración es discontinuo a lo largo del año; Rabinowitz (1978) observó, el mismo patrón en la caída de frutos de esta especie en ambos litorales de Panamá.

En Barra de Tecoanapa la dispersión y arraigo de las semillas es favorecida por la extensión del periodo de madurez de las semillas. La producción es muy grande comparativamente con las plantas que logran sobrevivir de una año a otro (Tabla 60), registrándose una densidad muy baja de plantas de más de un año de edad bajo el bosque (2-3/m^2). La producción de propágulos aquí, es mayor a la observada en Nueva Zelanda, por Burns y Ogden (1985) en un manglar de *A. marina* (16semillas/m^2), así como a la registrada por Jiménez (1988) en *A. bicolor* en Costa Rica. *A. germinans* en este sitio es una especie oportunista cuyas semillas colonizan rápidamente espacios abiertos en el bosque cuando la salinidad es elevada, desplazando al resto de las especies.

En L. *racemosa* el mecanismo de polinización está representado por insectos y el viento y los periodos de floración están adelantados un mes con respecto *A. germinans*, esto inhibe la competencia por lo polinizadores entre las especies. Otro mecanismo que inhibe la competencia es la ubicación de ambas especies en los bosques; mientras que el mangle negro esta en la parte posterior, el mangle blanco aparece en la parte frontal y media de estos. En este sitio los periodos de producción de semillas suceden de diciembre a abril y de junio a noviembre, siendo este último el más fecundo, como se observa en la Tabla 61.

Tabla 61. Producción anual de semillas en *L. racemosa.*

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Semillas/m^2	8	82	14	48		98	381	999	884	621	28	4
S./m^2 primer periodo = 156						S./m^2 segundo periodo = 3011						
S./árbol/temporada = 1590						S./árbol/temporada = 37,636						
S./h = 1,131,000						S./h = 21,828,880±1455,000						

Rabinowitz (1978) y Jiménez (1988) registraron en Centroamérica sólo un periodo de producción de semillas (agosto-octubre) en el mangle blanco. En esta localidad las semillas son más pequeñas que en Panamá (Rabinowitz 1978); Belice (McKee 1995b) y en

Oaxaca (Tovilla y Orihuela en prensa) como se observa en la Tabla 59. A diferencia de las especies anteriores, en *L. racemosa* las semillas se arraigan en cualquier tipo de sustrato, por lo que las semillas se establecen tanto al interior como al exterior del manglar. Por esta razón durante todo el año se registran diferentes cohortes de semillas germinando en sustratos de arena y limo-arcilla. Las semillas del mangle blanco poseen mayor tiempo de viviparidad y pueden mantenerse flotando hasta 38 días sin llegar a germinar. Rabinowitz (1978) observó que las semillas de *L. racemosa* pueden sobrevivir hasta 35 días a 25‰, mientras que en agua dulce este tiempo puede duplicarse. Se considera al mangle blanco una especie pionera de rápida germinación y de vigoroso desarrollo; razón de la masiva producción de semillas registradas cada año.

C. erectus especie de floración continua; con dos picos producción de semillas durante el año: a principio de lluvias y estiaje (Tovilla y de la Lanza en prensa). El número de semillas por cabezuela en este manglar es similar a los registros obtenidos por Mizrachi et al. (1980) en el Caribe de Venezuela. De acuerdo a estos autores el proceso de dispersión de las semillas es mediado por el agua; las cuales poseen dos cámaras de aire a cada lado del material nutritivo, que permite poder ser dispersadas, en este estudio no se pudo observar éste proceso debido a que los árboles se localizaban en tierra firme. Su estrategia reproductiva es parecida a la de *L. racemosa*, dada su gran producción de semillas durante el año.

2. Fenología de la germinación y sobrevivencia de *R. mangle*. Esta especie posee propágulos cuyo desarrollo embrionario se inicia antes de desprenderse de los árboles, condición que permite asegurar una germinación elevada. En este bosque el arraigo y germinación de los hipocótilos se realizó a los 17±5 días, mientras que Rabinowitz (1978) observó que en Panamá se realizaba en agua dulce en nueve días y en agua salada en 30. McKee (1995c) indica que el proceso de arraigo y germinación temprana de los hipocotilos en esta especie está más relacionado con la disponibilidad de nutrientes en el medio que con la luz. En Barra de Tecoanapa se registra una elevada germinación (97%), este porcentaje puede ser mayor (99.5%) eliminando el consumo de los cangrejos *Goniopsis pulchra*. La

mayor mortalidad en las plantas se registró al sol, relacionada con la frecuencia de lavado y humedad que ejercen las mareas a lo largo del año. Ellison y Farnsworth (1993) en Belice, observaron que *R. mangle* presentaba mayor sobrevivencia mientras más influencia de las mareas presentaba cada el sitio, indistintamente si las plántulas estuvieran bajo el dosel del bosque o al sol. En Tecoanapa las plantas de sol desde muy temprana edad iniciaron una fuerte competencia por espacio y después de 18 meses la mayoría de las plantas sobrevivientes eran más altas y esbeltas que las de sombra; a los 20 meses aparecen las primeras ramas aumentando la competencia por espacio, al final las plantas sobrevivientes fueron aquellas que ganaron rápidamente altura. En Belice *R. mangle*, presenta una elevada flexibilidad a tolerar una gran iluminación cuando las plantas son jóvenes, posteriormente cuando las plantas se vuelven adultas sus requerimientos de luz son menores (Farnsworth y Ellison 1996), incluso Ball (1980) considera que en agrupaciones masivas de plantas expuestas a la luz, la competencia se establece por espacio, más que por luz. En Tecoanapa a los 23 meses aparecieron las primeras raíces aéreas y las únicas plantas que murieron fueron las que no desarrollaron raíces aéreas. En plantas expuestas al sol la floración sucedió a los 58 meses. Contrariamente a este tiempo, en condiciones de invernadero y fertilizando las plantas cada dos semanas la floración en *R. mangle* se ha obtenido a los 18 y 26 meses; este registro es sorprendente debido a las condiciones de temperatura (10-20°C) y salinidad(35‰) tan estrictas en que se llevó a cabo el experimento(Ellison y Farnsworth 1997). En plantaciones de mangles en el sudeste asiático se ha registrado la floración después de 75 meses (FAO, 1982, 1994).

En Barra de Tecoanapa, la mortalidad a la sombra es menor durante los dos primeros año. Con una mortalidad elevada después de 34 meses de desarrollo. Las raíces aéreas aparecen hasta los 43 meses; cuando aparecen la mortalidad disminuye, aunque su crecimiento es muy lento. Una situación semejante fue observada por Rabinowitz (1978) y McKee (1995b) con plantas desarrolladas a la sombra en Panamá y Belice, donde más del 60% de plántulas de *R. mangle* murieron después de 30 meses de desarrollo; McKee (1994, 1995c) afirma que la elevada mortalidad de plántulas bajo el dosel del bosque, puede estar relacionada con un proceso de competencia por nutrientes, más que por espacio y luz

En la figura 102 se propone un esquema de la historia de la vida temprana de *R. mangle;* que comprende desde la floración y fructificación y caída de propágulos; la germinación y desarrollo de las plántulas hasta la primera floración de éstas; la cual fue obtenida en este experimento; las características más notables son: es una especie de floraciones continuas y reducidas, polinizada por el viento. Después de la formación del fruto, se presenta una fase prolongada de maduración de los hipocótilos, éstos son vivíparos con etapa de latencia larga, que les permite una gran dispersión. *R. mangle* se desarrolla mejor en zonas de influencia continua de la marea y, no tolera solapamiento de luz y nutrientes en su desarrollo temprano, por esta razón prospera donde el número de especies a su alrededor es muy pobre. Estas características deben ser tomadas en cuenta cuando se realizan experiencias de reforestación en áreas alteradas.

Importancia de la germinación y sobrevivencia en *L. racemosa.* Las diferencias más significativas se registraron en la altura alcanzada por las plantas y en el número de plantas sobrevivientes al sol y sombra. Registrándose tres etapas en el desarrollo: arraigo de las semillas, ramificación y floración. La primera etapa comprende 11±3 días, semejante a los registros obtenidos por Rabinowitz (1978) en Panamá y McKee (1995) en Belice. En Barra de Tecoanapa la germinación es semejante tanto al sol como a la sombra (98.5%). El grado de humedad e inundación en el suelo determina mayor mortalidad. Las plantas bajo el bosque presentan hojas pequeñas y un menor número de ellas, es posible que esta reducción este relacionada con una menor cantidad de nutrientes en el suelo, como lo han demostrado Boto y Wellington (1984) y Clarke y Allaway (1993) en *A. marina* en bosques de Australia. A diferencia de *R. mangle*, el mangle blanco presenta gran tolerancia a la competencia por espacio lateral no así al sombreado, la mayoría de las plantas expuestas al sol desarrollan estructuras esbeltas y coronas reducidas, esta es la razón de la elevada sobrevivencia de las plantas al sol (51%). La rapidez en la aparición de las flores en *L. racemosa* es indicativo de especies pioneras, capaz de colonizar área abiertas y dejar descendencia varias veces al año.

La historia de la vida temprana de *L. racemosa* indica que es una especie de floración estacional masiva, con maduración rápida de las semillas, las cuales presentan menor densidad que el agua lo que facilita su dispersión más allá de la línea media de las mareas.

Las semillas se arraigan rápidamente con una elevada germinación, lo que permite formar varias cohortes de plantas durante el año, tanto a la sombra de los bosques como en zonas abiertas, donde predominan salinidades de 10-20‰, como se observa en la figura 102.

Importancia de la germinación y sobrevivencia en *A. germinans*. Especie de germinación rápida, con diferencias marcada entre la cantidad de semillas germinadas a la sombra y al sol en favor de las primeras. De todas las especies *A. germinans* presenta la menor velocidad de crecimiento durante el primer año; esta condición también se ha observado en áreas pristinas de manglares de Colombia (Nolla-Pinto et al 1995). Las plantas expuestas al sol desarrollaron formas arbustivas y un desarrollo desigual de las ramas. La cantidad de flores producidas es mínima, y los frutos diminutos, McKee y Feller (1994) afirman que *A. germinans* presenta poca tolerancia a la exposición directa a la luz, debido a que la fotoinhibición provoca daños en el desarrollo foliar de las plantas.

En las plantas bajo el dosel se registró un gran crecimiento, una estructura alargada y presencia de hojas grandes, la floración no se registró después de tres años; de acuerdo a Nolla-Pinto et al (1995) *A. germinans* se desarrolla mejor bajo el dosel del bosque, siempre y cuando la densidad sea mínima ya que no tolera competencia lateral. La historia de la vida temprana en el mangle negro se puede observar en la figura 102. Especie de floración estacional, con producción masiva de flores y propágulos, los cuales poseen un corto periodo de latencia, situación que limita su distribución. Se arraiga rápidamente a cualquier sustrato y presenta una baja sobrevivencia; bajo condiciones de estress ambiental la floración se inicia en una etapa temprana, mientras que cuando las condiciones ambientales le son propicias el periodo reproductivo sucedió después de cinco años. En este humedal *A. germinans* alcanza su mejor desarrollo entre 15-30‰.

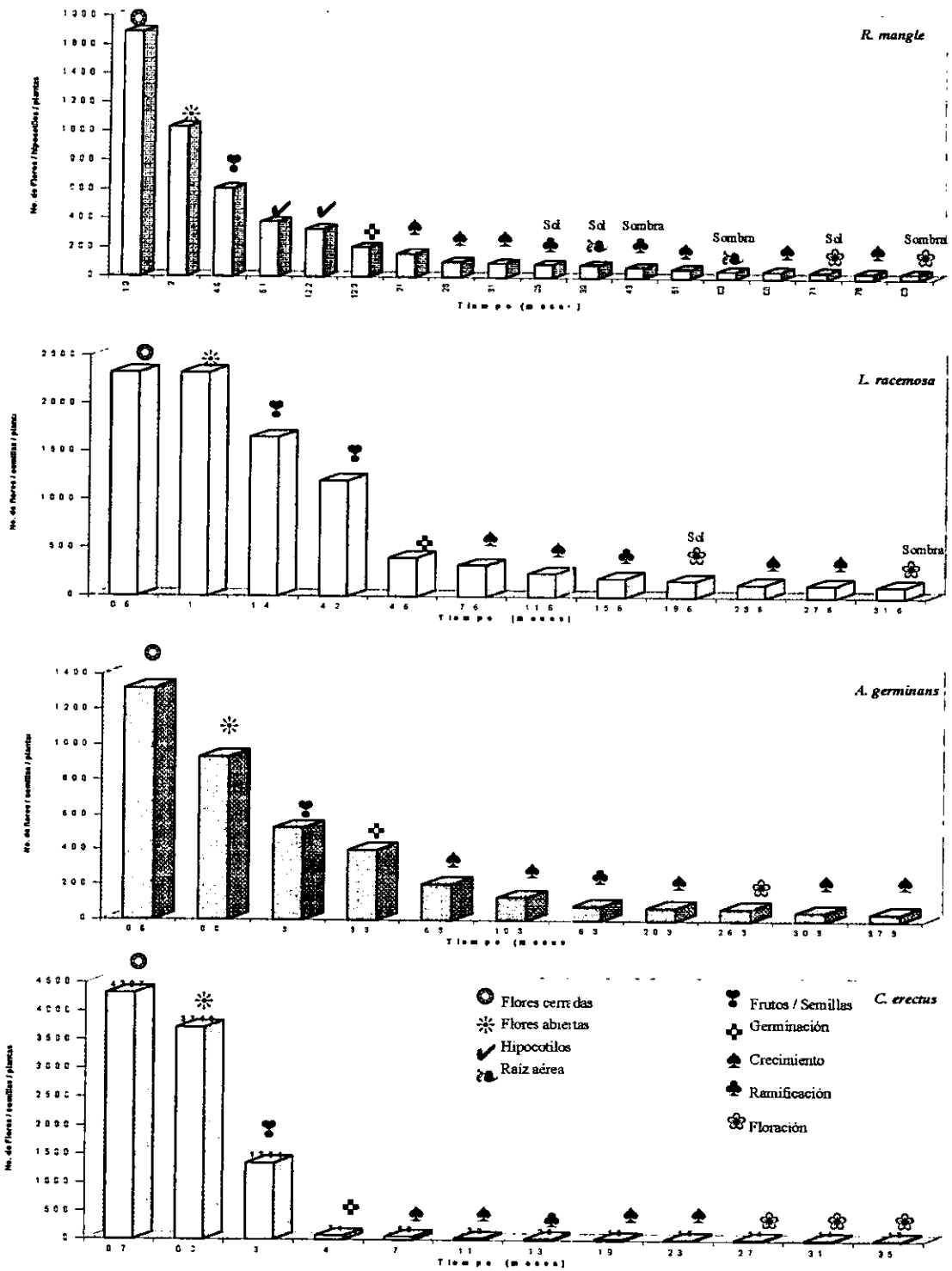


Figura 102. Historia de la vida temprana hasta la primera floración para las cuatro especies de mangle.

Fenología de la germinación y sobrevivencia de *C. erectus*. A diferencia de las especies anteriores *C. erectus*, presenta semillas típicas y reproducción vegetativa. En Tecoanapa la mayor mortalidad de las plántulas se registró en el primer año de vida; por el contrario la mortalidad en plantas germinadas en la época de lluvias, fue moderada y constante a lo largo del tiempo (Tovilla y de la Lanza, en prensa).

El desarrollo y la primera floración es más rápida en las plantas sembradas durante las lluvias (Tovilla y de la Lanza, en prensa). La reducida germinación y sobrevivencia de *C. erectus*, es indicativo de que la reproducción sexual sólo es uno de los mecanismo reproductivos, preferentemente desarrollado por la vegetación joven, donde los árboles más jóvenes presentan una gran abundancia de flores y frutos, esta cantidad disminuye a medida que los árboles envejecen, muchos tiende a inclinarse sobre el suelo introduciendo parte de las ramas en la arena, donde a partir de ellas se generan brotes nuevos cada año.

La historia de la vida temprana de *C. erectus*, responde más al modelo de plantas terrestres que al modelo clásico de los manglares. Presenta bajos porcentajes de germinación y sobrevivencia. Tolera insolación directa, temperaturas elevadas en el suelo, limitados niveles de nutrientes y humedad en el suelo(Fig. 102).

Crecimiento de las hojas en los mangles. Existen muy pocas referencias sobre la fenología de las hojas en los mangles, que permitan estimar la velocidad y estacionalidad del recambio de las hojas en los árboles, así como la duración y los factores que modifican la producción de hojas a lo largo del año. Las pocas investigaciones que existen provienen de estudios en el sudeste asiático y Florida sobre producción de hojarasca (Gill y Tomlinson 1971b; Christensen y Wium-Anderson 1977; Wium-Anderson y Christensen 1978; Chistensen 1978; Wium.Andersen 1981; Duke et al 1984; Tomlinson 1986).

Los manglares registraron tiempos variables de las hojas en los árboles, desde un máximo de 340 días en *R. mangle* hasta un mínimo de 136 en *C. erectus*. En las cuatro especies se observó un crecimiento muy rápido en la primera etapa; este desarrollo es más visible en *R. mangle y L. racemosa, e*species que presentan absición tardía en las hojas. El desarrollo de las hojas respondió a tres tipos de modelos de crecimiento: exponencial(*R.*

mangle y *L. racemosa);* lineal(*A. germinans*) y polinomial (*C. erectus*), resultado de las diferencias morfológicas que existen en las hojas de las cuatro especies.

La tasa de recambio foliar de cada una de las especies durante el año se vio reflejada en la cantidad de hojarasca que cada especie aporta. De acuerdo a las velocidad de recambio foliar, el mangle blanco y botoncillo aportarían cantidades más elevadas de hojarasca durante el año, como así sucede, sin embargo esto no se reflejó en la producción total del manglar, debido a que la extensión y densidad de árboles de estas especies en los rodales es mínima; también el tamaño y peso de las hojas en *L. racemosa* y *C. erectus* es pequeño y liviano.

Se ha observado que la formación de nuevas hojas puede ser constante o estacional en los bosques dependiendo de cada especie y latitud. Gill y Tomlinson (1971b,c) registraron una estacionalidad marcada en verano e invierno en la formación de hojas nuevas en *R. mangle* en Florida, mientras que la permanencia de éstas en los árboles fue de 180 hasta 510 días, siendo la temperatura el tensor ambiental predominante al inicio de la formación de las hojas lo que determinó su mayor o menor permanencia en los árboles, las hojas formadas en invierno permanecieron menos tiempo que aquellas formadas en verano. Una explicación es que, en el desarrollo temprano de las hojas, estas son más vulnerables a los cambios de temperatura, como sucede en latitudes >25°N y S en ambos hemisferios, contrariamente a esto, Wium-Anderson (1981) registró en un manglar de Tailandia, la formación constante de hojas a lo largo del año en *R. mucronata* estimando en 330 días el tiempo de permanencia de éstas en los árboles. También en los trópicos se ha observado estacionalidad en la formación de las hojas, Wium-Anderson y Christensen (1978) y Wium-Anderson (1981) observaron en *Scyphiphora hydrophyllacea* y *Lumnitzera littorea*, durante el periodo más lluvioso, un pico elevado en la formación de hojas durante el año, mientras que en *R. apiculata, Ceriops tagal* y *A. marina*, cuantificaron una elevada producción de hojas durante dos épocas del año en manglares de Tailandia ubicados a 10° de latitud N. El tiempo de permanencia de las hojas en *L. littorea* fue de 270 días y hasta 730 en *A. marina*. De acuerdo a Tomlinson (1986) en latitudes ecuatoriales, la salinidad es el factor determinante debido a que la temperatura es más estable. De acuerdo a este autor, la estacionalidad en la producción de hojas es resultado de las modificaciones de la salinidad provocadas por las precipitaciones y aportes de agua dulce. Duke et al (1984) estimó en un

bosque de mangle de Qeensland Australia (15° latitud N), un periodo anual de producción de hojas nuevas en *Bruguiera gymnorrhiza* y *C. tagal;* dos en *R. stylosa* y *R. lamarckii* y hasta tres en *R. apiculata.* Para ello contabilizaron el número estípulas que se desprenden constantemente de los árboles, tomando en cuenta que cada una de estas estructuras desprendida representa una hoja nueva formada en las ramas, en las especies de la familia *Rhizophoraceae* esta es una forma adecuada de conocer la formación de hojas nuevas a lo largo del año. En Barra de Tecoanapa en *R. mangle* los resultados indican que en 1991 y 1994 el número de hojas nuevas superó a las hojas perdidas por los árboles, mientras que en 1992-93 esta condición se invirtió. Es posible que esto sea una consecuencia de la defoliación provocada, por algunas de tormentas tropicales y huracanes(Tabla 54). Se registraron tres picos anuales de máxima producción de hojas nuevas en esta especie: marzo, mayo-junio y octubre-noviembre, como se observa en la figura 103. Las evaluaciones corresponden a un manglar maduro donde las pérdidas por caída de hojas son equiparables a las ganancias por generación de hojas nuevas. La proporción entre hojas nuevas/hojas senescentes fue de 1:1.04.

En *R. mangle* se registró una diferencia notable entre la permanencia de las hojas de sombra y sol, en el primer caso las hojas completaron su ciclo en 340±71 días, contra 214±44. La exposición al sol provoca un rigor ambiental más severo sobre estas hojas, siendo la temperatura, fuerza del viento, evaporación y fotoinhibición algunos de los factores que provocaron mayor estress e hicieron que el tiempo de permanencia de las hojas expuestas al sol fuera 37% menor. De estos parámetros sólo la temperatura y salinidad se midieron en ambos grupos de hojas, como se observa en la **Tabla 62.**

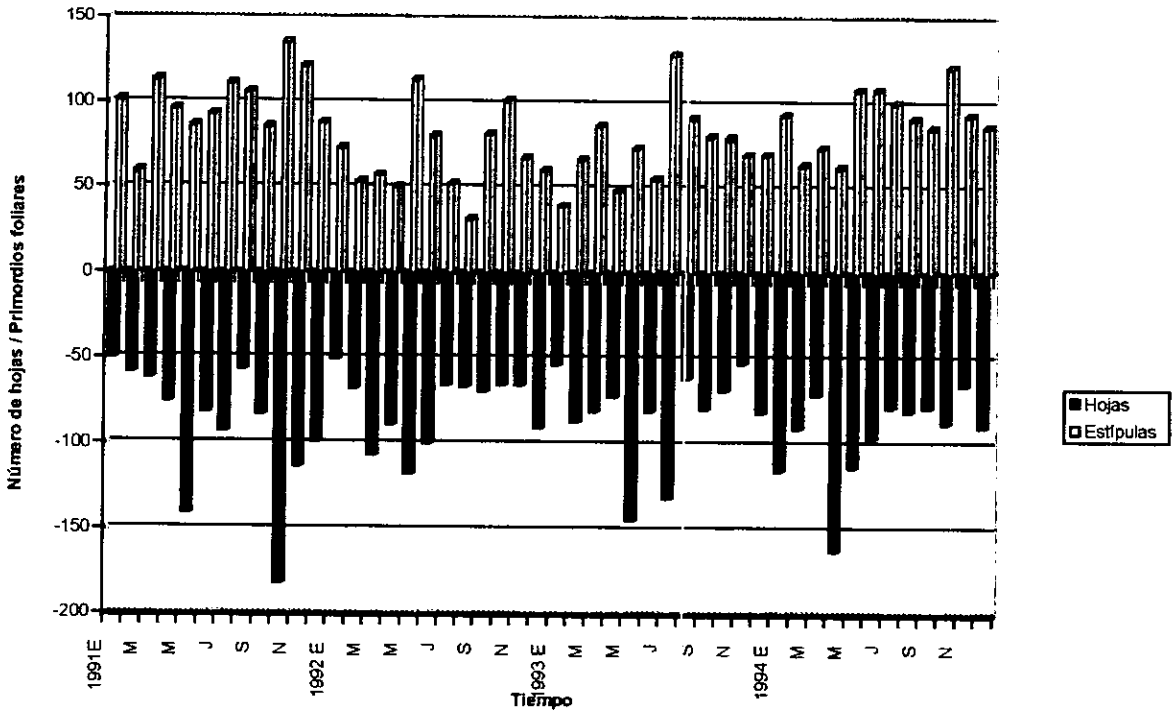


Figura 103 Número de hojas / estípulas de *R. mangle*.

Tabla 62. Variación de la temperatura en el aire y salinidad en el suelo en hojas expuestas a la sombra y sol en *R. mangle*, durante 1991-1994.

Mes	F	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
T°C h. sol*			34	32	33	33	31	33	33	33	33
T°C h. s.**	26	26	27	26	24	23	23	24	24	24	25
Salinidad	13	22	17	0	0	3	0	4	8	9	14

*Temperatura en hojas expuestas al sol; **Temperatura en hojas a la sombra.

Mientras las hojas expuestas al sol se desarrollaron durante su ciclo de vida a una temperatura promedio de 32.7°C, las de sombra lo hicieron a 24.7°C, esta diferencia de 8.05°C, fue un factor de alteración crítico; asociado con una salinidad elevada cuando estas hojas iniciaban su desarrollo. Entre estas hojas el tamaño promedio fue muy diferente:

hojas desarrolladas a la sombra 25.3 cm de largo x10.3cm. de ancho.

hojas desarrolladas al sol 15.6 cm de largo x 6.9cm de ancho.

En todas las especies de mangles se observó un tamaño mayor en las hojas creciendo a la sombra.

Ball et al (1988), estudió las estrategias que despliegan las hojas expuestas al sol y sombra para seleccionar condiciones de luz y temperatura adecuadas para mantener el balance de calor necesario durante la fotosíntesis en los mangles; de acuerdo a estos autores existen tres condiciones que deben reunir las hojas para tolerar la radiación solar:

a) Angulo de inclinación. b)Tamaño de las hojas c) Calor específico superficial

a) Angulo de inclinación. Un incremento en el ángulo de inclinación de las hojas con respecto a la horizontal puede provocar pérdida de intensidad en la radiación y ésta se transformará en calor sobre la superficie de las hojas. Este ángulo está en relación a la luz requerida y a la temperatura a la cual funciona el aparato fotosintético (Ball y Farquhar 1984b). Andrews et al (1984), mencionan que el ángulo de inclinación en las hojas tiende a incrementarse desde 0° en las hojas expuestas a la sombra hasta un máximo de 75° en las hojas expuestas al sol. Una hoja de sol con este ángulo sólo expondría menos del 3% de superficie al sol. Farnsworth y Ellison (1996) registraron diversos ángulos de inclinación en hojas de *R. mangle, A. germinans y L. racemosa* en Belice, es probable que este ángulo también esté determinado por la salinidad, el uso del agua y su tolerancia a niveles de radiación más prolongados. En Barra de Tecoanapa, la mayor cantidad de hojas expuestas al sol en *R. mangle* y *A. germinans* registraron entre las 09:00 y 10:00AM ángulos > 35°; después de las 13:00PM éste fue > 60°.

b)Tamaño de la hoja. El tamaño influye de manera directa en la temperatura que una hoja puede tolerar. La convección del calor sensible y latente entre una hoja y su medio depende de la resistencia del calor a poder ser transferido a través de una barrera como es la cutícula de la epidermis de cada hoja (Ball et al 1988). La transferencia de calor está en función de la velocidad del tiempo de exposición, así como de la geometría de la hoja. La reducción en el tamaño de las hojas aumentan el grosor de la cutícula, dando como resultado una atenuación entre la temperatura del aire circulante y la superficie de las hojas. El área promedio expuesta al sol del conjunto de hojas por cada roseta de hojas y cada hoja, se reduce conforme incrementa el grado de exposición, desde las hojas de sombra hasta el pleno sol, incluso esto se reduce más en especies que toleran mayor salinidad, como ha sido

demostrado por Ball et al (1988) y Björkman et al (1988). Por ejemplo, *A. germinans* especie que tiene mayor tolerancia a la salinidad, es sumamente sensible a variaciones en la exposición directa a los rayos solares, como se registró en las plantas desarrolladas al sol; todas las plantas desarrollaron hojas pequeñas y angostas, en este sistema lagunar se ha observado que árboles en ambientes con salinidad >30‰, presentaron hojas menores a 5.5cm x 3.1cm de largo y ancho. Soto y Jiménez (1987) registraron reducciones en el tamaño de las hojas de hasta una sexta parte y un decrecimiento de 50 a 15mm, conforme se incrementaba el grado de exposición en salinidades >50‰ Las hojas son más pequeñas cuando la radiación es mayor aunado a los problemas de ventilación. La reducción en el tamaño de las hojas provoca un incremento notable en el número de las hojas, lo que aumenta la superficie foliar fotosintética en las hojas de sol. En Barra de Tecoanapa se cuantificó en abril de1994, el número de hoja de sol y sombra/m^2/ de superficie foliar en cada una de las especies. Los resultados indicaron una reducción sustancial en el tamaño de las hojas expuestas al sol en relación a las hojas del mismo árbol creciendo a la sombra, esta reducción se vio compensada con un aumento notable en el número de hojas expuestas al sol, como se observa en la Tabla 63.

Tabla 63 Cantidad de hojas de sol/sombra/m^2 de superficie foliar en especies de mangles expuestas a diferente salinidad.

Especie	*R. mangle*	*A. germinans*	*L. racemosa*	*C. erectus*
No. hojas sol	96	265	161	219
No.hojas sombra	37	81	93	106
Salinidad	17	34	24	2

La reducción en el tamaño de las hojas expuestas al sol facilita la ventilación, lo que permite disminuir la temperatura sobre la lámina de las hojas. A mayor conductividad estomática existe una tasa de evaporación específica, la disminución de la temperatura favorece una mayor conductividad, lo que facilita la absorción de CO_2. La reducción en el tamaño de las hojas tiene un límite, debido a que una hoja muy pequeña al elevarse el ángulo de inclinación reduce en forma drástica la cantidad de luz disponible para la fotosíntesis (Ball et al 1988). Por esta razón la presión de selección para reducir el tamaño de las hojas en

áreas abiertas, se puede reconocer como un proceso selectivo evolucionado. Esta es la estrategia que siguen las especies de mangles que toleran elevadas salinidades y excesos de luz como *A. germinans* y *L. racemosa*, que pueden sobrevivir sobre especies dominantes como *R. mangle* en algunas zonas (Lugo et al 1975).

c). Calor específico superficial. La capacidad de calor por unidad de área sobre las hojas aumenta con el incremento en el peso seco y contenido de agua (suculencia) por unidad de área. Ball et al (1988) y Turner et al (1995) afirman que existe una tendencia a un incremento en el número de hojas suculentas, conforme se incrementa el grado de exposición en todas las especies, así como se incrementa la tolerancia a mayor grado de insolación. La capacidad de absorber más calor se debe a un aumento en la suculencia de las hojas, esto permite reducir las fluctuaciones de la temperatura, debido a variaciones en la radiación, viento y presión de vapor, por lo tanto reduce variaciones drásticas de la temperatura desfavorables durante la fotosíntesis. El incremento en el contenido de agua puede estar asociado con la dilución de la sal acumulada en las hojas, sin embargo la gran capacidad calorífica por unidad de área puede ser un factor determinante para comprender el régimen térmico que se observa bajo la cobertura foliar de los manglares (Ball et al 1988).

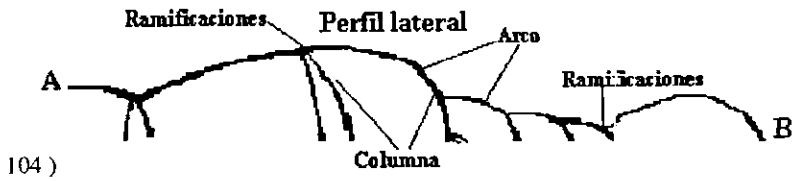
En todas las hojas de las especies de mangles se observó que al detenerse el crecimiento de las hojas aumentó el grado de suculencia, a partir de que éstas entran en la etapa senescentes esta suculencia se incrementa, aún cuando las hojas reduzcan su tamaño, en *R. mangle* y *L. racemosa* este proceso fue más notable. El inicio del periodo de senescencia en las hijas de los mangles, es una consecuencia del rompimiento de los cloroplastos y la degradación de la clorofila, esto reduce la fijación del CO_2 y disminuye la cantidad de proteínas, almidones y azúcares en las hojas. La duración de este proceso puede ser muy breve en algunas especies con hojas pequeñas como *L. racemosa* (26 días), y muy largo en las hojas de la familia Rhizophoraceae, como se observó en *R. mangle* en esta localidad, en las hojas de sombra y sol se registró una duración de 90 y 62 días, en el resto de las especies se registraron tiempos más breves. Diversas investigaciones han demostrado que las hojas de los manglares en la etapa senescentes concentran mayor cantidad de algunos compuestos y minerales así como rescatan o removilizan otros hacia otras partes del vegetal

(Karmarkar 1982; Camilleri y Ribi 1983; Soto 1992). Esta es una estrategia de tipo evolutivo que permite eliminar algunos compuestos potencialmente tóxicos y recuperar otros necesarios y necesarios para el vegetal. Soto (1992) cuantificó la concentración y removilización de ocho nutrimentos en hojas verdes y senescentes de seis especies de mangles de Costa Rica. Los resultados indican que el nitrógeno y el fósforo son removidos de las hojas viejas antes de caerse, en *A. germinans* se registró una tasa de remosión de 11.6% y 72.2% en *C. erectus* para el nitrógeno, mientras que en *L. racemosa* se removió hasta 12% de fósforo(Soto1992). Elementos requeridos en la síntesis de proteínas y escasos de obtener por los vegetales por lo que su pérdida significa un gasto energético adicional en el medio donde viven, por lo que deben ser recuperados, como sucede con *C. erectus*, el cual se desarrolla en sedimentos arenosos muy pobres en materia orgánica, limitada humedad y alta temperatura en el suelo.

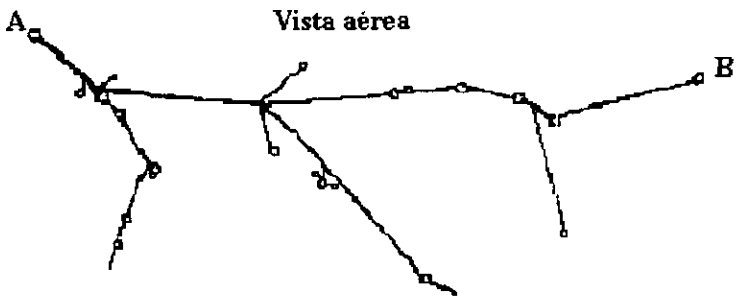
Importancia del desarrollo de las raíces aéreas. El crecimiento longitudinal de las raíces es explicado por un modelo de crecimiento lineal, debido a que mientras las raíces se mantienen en el aire, el crecimiento es a favor de la gravedad, el incremento en longitud es de muchos ordenes de magnitud comparado con el aumento de grosor, esta situación se invierte en el momento que éstas penetran en el sedimento, debido a que las raíces comienzan a servir de sostén, el incremento en grosor es más acelerado mientras la carga que soporta la raíz es mayor, por ello existe más simetría entre el incremento de grosor de las raíces en relación al de longitud.

Anatomía y arquitectura de las raíces de *R. mangle*. Las raíces aéreas estudiadas fueron de dos tipos: raíces aéreas que crecen en forma lateral a los troncos y las que se desprenden de las ramas de los arboles, ambas de raíces presentan dos zonas distintivas, la parte más prominente llamada ápice o cofia, la cual es una cubierta de 3-4 mm espesor y de 5-6 cm. de largo, inmediatamente por atrás de esta zona se ubica la zona de elongación, responsable del incremento en longitud, esta zona en esta localidad posee una longitud promedio en las raíces aéreas laterales de 39.5cm y de 25.1cm en las raíces aéreas superiores. Gill y Tomlinson (1971b) en Florida registraron un promedio de 23cm. para la zona de elongación de las raíces de *R. mangle;* ésta longitud es menor a la registrada en este

estudio. En Tecoanapa, estas raíces al desarrollarse hasta en un 90% de las veces se orientaron hacia la zona inundada de los canales, formando una arquitectura muy compleja de arcos y columnas como se observa en la figura 104A. La anchura de cada arco está determinado por el grosor y peso de cada raíz, raíces gruesas y con abundante vascularización dan lugar a arcos mayores de 1.5m de ancho; mientras que en raíces delgadas y flexibles los arcos son menores de un metro (Gill y Tomlinson 1971b). En los manglares estudiados se registró una constancia en el ancho de los arcos (105-108cm) formado por las raíces de crecimiento lateral, seguido por otro de 122-128cm.cm, la parte distal de cada raíz mientras más se desarrollaba más tendía a curvarse hacia el sedimento, en ocasiones esta se doblaba, formándose en este lugar un punto de debilidad o nudo de ramificación, en este punto siempre aparecían dos raíces laterales y una horizontal que sigue creciendo en línea recta, mientras que las otras se orientan hacia el sedimento, cuando estas raíces alcanzan el sedimento se forma el primer par de columnas, la altura total del arco formado al insertarse las raíces en el sedimento está determinado por el nivel de inundación diario y estacional de cada sitio, como ha sido demostrado por Gill y Tomlinson (1971b). En Barra de Tecoanapa, la altura promedio de cada arco fue de 78cm, en la zona menos inundada y de112cm.en las áreas cercanas a los canales. Entre la línea de máxima inundación diaria por la marea y la raíz eje se registró una altura de 23-27cm., esta zona de la columna está cubierta de una gran cantidad de lenticelas y es la zona de máxima ventilación del sistema radical de los manglares de este sistema. En algunas ocasiones en un nodo llegaron a desarrollarse hasta cuatro yemas nuevas, dos que formaban columnas y dos que se bifurcaban como raíces principales en ángulos de 45 a 60° entre ellas, este proceso es frecuente cuando el suelo está inundado, formándose un entramado de raíces principales entrecruzadas y multitud de columnas de hasta 43 raíces en columna/m^2, las cuales vistas desde arriba se observan como la figura 104B.



104)



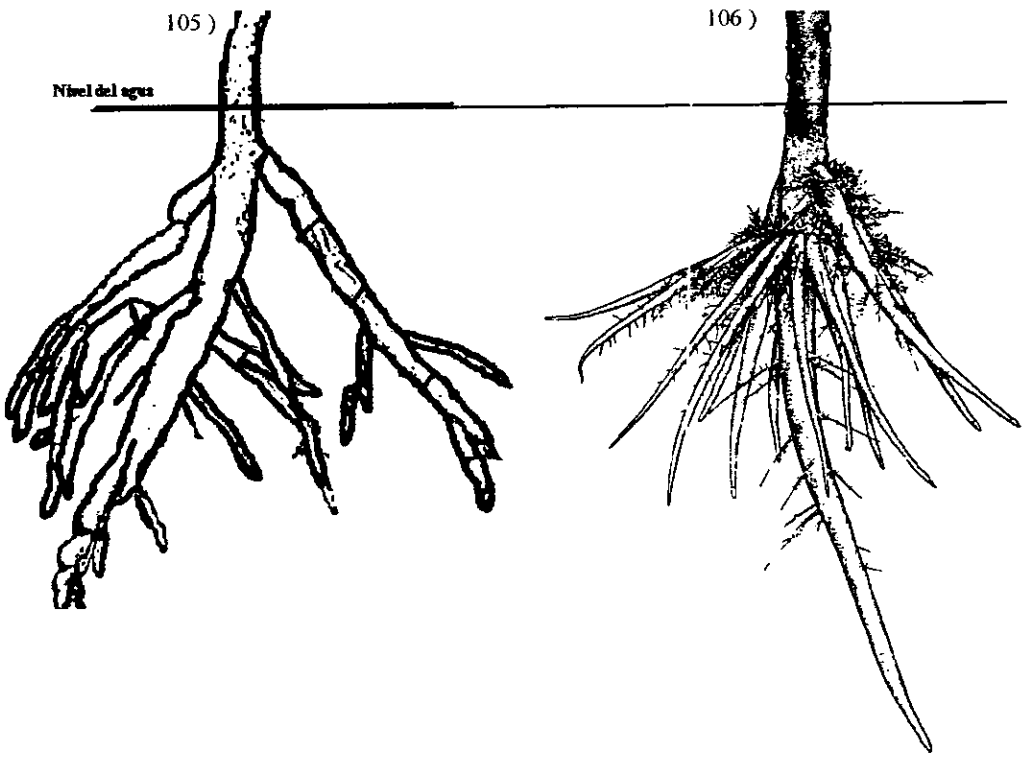


Figura 104) Arquitectura y desarrollo de las raíces aéreas de *R. mangle*
Figuras 105 y 106 Morfología de raíces desarrolladas en sedimentos de 105) arena y 106) limo arcilla.

En las raíces aéreas que se originan a partir de las ramas, la zona de elongación es muy pequeña (8-10cm) con un ápice de 2-3cm., con un desarrollo muy lento. Hasta un 70% de las raíces a una altura de 2.5 y 1.5m de la superficie del agua se dividieron entre tres y seis raíces secundarias muy delgadas, penetraron al sedimento en forma de un ramillete de raíces, principalmente en las áreas con sedimentos de limo/arcilla, mientras que las raíces que se desarrollaron en sedimentos de arena, sólo se dividieron en dos partes. Una característica de estas raíces fue la elevada vascularización que poseían, por lo que presentaron menor flexibilidad y fácilmente se rompían figura 105.

De acuerdo al tipo de sedimento donde penetraban las raíces modificaron fuertemente su morfología; en sedimentos de arena y grava ligeramente consolidado, a partir de cinco centímetros de profundidad de la raíz principal se desarrollan raíces secundarias y terciarias engrosadas y con entrenudos continuos como se observa en la figura 105, este sistema radical casi no desarrolla raíces capilares o rizoides y por arriba de la superficie del agua la cantidad de lenticelas es muy baja, debido a que el sedimento esta bien oxigenado. Debido al grado de compactación del suelo el sistema radical no alcanza a penetrar profundamente en el sedimento. De 54 raíces después de 8 meses de iniciado el anclaje 37, penetraron 34cm.y el resto un máximo de 62cm.; estas raíces fácilmente son erosionadas por las corrientes o afectadas por la fuerza de las tormentas tropicales. Contrariamente, en las localidades constituidas por limo-arcilla, el sistema radical fue muy ramificado y la densidad de raíces capilares elevada. Las raíces presentan un color blanco mientras más oscuro es el sedimento. El sistema radical en estos sitios penetra profundamente en el sedimento. El 76% de las raíces penetró más de un metro después de 8 meses; aún bajo estas condiciones el sistema radical en los mangles es muy superficial (Fig. 106).

En Barra de Tecoanapa aproximadamente cada 303 días una raíz alcanza el sedimento y en este proceso avanzó aproximadamente 78.5cm.alrededor del árbol Tomando en cuenta las raíces producidas anualmente por un árbol (59 raíces, con una longitud de 81cm y un peso seco aproximado de 43.7g) en teoría, anualmente las raíces de un árbol si se desplazaran radialmente podrían cubrir una superficie de 33.3m^2; en la practica la velocidad de cobertura fue mucho más lenta, debido a que muchas raíces no se desarrollan, otras

fueron dañadas por algunos organismos; incluso una buena cantidad no avanza más allá de un arco (Fig. 104A). Para conocer el área colonizada anualmente y el número de raíces nuevas y pneumatóforos en junio de 1991 se delimitaron tres áreas bajo bosques de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*, en estos sitios se eliminaron todas las raíces aéreas y pneumatóforos de un área ligeramente inundada(5cm.)de 3x3m cada año se contabilizó el número de pneumatóforos, altura y peso promedio. En mayo de 1995 cuatro años después, ésta área estaba colonizada por 68 raíces primarias de *R. mangle* con 121 raíces columnares, dentro de éste sitio adicionalmente se habían establecido 234 plántulas. En las parcelas de *L. racemosa* y *A. germinans* el número de pneumatóforos desarrollados por año fue de 277 y 298, con una altura de 6.8 y 11.4cm respectivamente, mientras que el peso promedio de cada estructura fue de 7.2 y 6.7gr. Al final del experimento registró un total de 371 y 406 pneumatóforos por parcela, con una mortalidad anual de 13%. En la mayoría de las veces el avance de las raíces y pneumatóforos no se realizo en línea recta debido a limitaciones de nutrimentos en el sedimentos, humedad y presencia de suelos con sustancias tóxicas. Ocasionalmente el conjunto de raíces de varios árboles saturaban áreas pequeñas del terreno donde se daban las mejores condiciones para su supervivencia,. La saturación de estas áreas permitió retener una gran cantidad de sedimentos, esta retención de sedimentos permitió conformar nuevos sustratos para nuevas raíces, como ha sido demostrado en muchos bosques de manglares (Young y Harvey, 1996).

4. Importancia de la producción de hojarasca en Barra de Tecoanapa.

De acuerdo a Lastres y Aymerich (1992) la evaluación de la producción de un bosque por medio del método de colecta de hojarasca puede ser afectada e inducir errores graves debido a uno o más de los siguientes factores: nivel de inundación estacional, velocidad de degradación, velocidad del viento, número de colectores y forma de éstos, distribución de los colectores; así como a la frecuencia de colectas y el método de procesamiento de las muestras, independientemente de las pérdidas debidas a la sustracción de las canastas y su reemplazo constante. Uno de los factores que más ha sido cuestionado, es el número de colectores adecuados para cada tipo de bosque; de acuerdo a Newbould

(1967) se necesitan no menos de 20 trampas de hojarasca por parcela para disminuir el error estandar, cuando la riqueza de especies en la parcela es elevada, como en los bosques semideciduos de las zonas tropicales. Por el contrario UNESCO/FAO (1980) recomienda el uso de 6-10 colectores de un m^2 distribuidos al azar en ¼ de hectárea, otros registros indican desde cuatro colectores hasta 362 (Leigh Jr. et al 1982). De acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1981), debido a la pobreza de especies y cobertura arbórea de los bosques de mangles, un muestreo adecuado puede lograrse con 4-6 canastas, distribuidas al azar en parcelas de $2500m^2$, en México, se han utilizado: 2, 4, 6, 8 y10 canastas/por parcela (Espinosa 1981; Rico-Gray y Lot 1983; Flores-Verdugo 1985; López-Portillo y Ezcurra 1985; Jardel et al 1987; Day et al 1987; 1996; Tovilla y González 1994).

Los manglares ribereños y de cuenca maduros y mejor conservados fueron los más productivos(Tabla 64). La elevada producción observada en éstos, resulta de las condiciones ambientales propicias, como el nivel de agua en el piso del rodal a lo largo del año y grado de salinidad mínimo en el suelo. En los rodales ribereños la mayor producción (82%), es aportada por *R. mangle* cuyos óptimos suceden con el suelo inundado y salinidades menores a 12‰; en las cuencas la mayor producción corresponde a *A. germinans*, especie que requiere menor cantidad de agua en el suelo y salinidades mayores a 15‰; estas condiciones también han sido registradas en otras localidades (Pannier 1959; Connor 1969; Bowman 1971; Lugo y Cintrón 1975, Cintrón et al 1978).

Desafortunadamente en pocas investigaciones sobre producción de hojarasca se han obtenido los parámetros de salinidad y nivel de inundación, lo que dificulta una comparación más precisa de los resultados obtenidos en Barra de Tecoanapa (Lugo y Cintrón 1975; Nolla-Pinto et al. 1995, Day et al. 1996).

Tabla 64. Producción de hojarasca en tres tipos de rodales, estacionalidad de la producción, nivel de inundación, salinidad y estado de madurez.

Rodales ribereños							
Estación	P. anual[1]	% secas	%.lluvias	%componente[2]	Nivel agua[3]	‰	Estado Seral [4]
1	1563.6	42.7	57.3	59.3	15.9	14.6	B. mixto: R, L.
3	1377.6	37.4	62.6	77.3	10.9	10.9	B. joven L.
4	1586.4	45.4	54.6	69.6	2.0	18.9	B. maduro L,A
6	2334.0	46.9	55.1	54.1	24.3	11.2	B. maduro R, L
7	1759.2	44.9	56.5	44.1	20.8	10	B. mixto R,L,C
8	1381.2	34.5	65.4	71.4	47.9	18.2	B. joven L
13	909.6	35.1	64.9	78.3	17.9	23.5	B. joven L
14	1494.0	45.0	55.0	62.7	24.8	18.5	B. mixto R.
Prom.	1550.7	42.1	57.9	66.1	23.2	15.5	
Rodales de borde							
5	1020.0	47.7	52.3	72.2	-	-	B. joven C.
9	837.6	62.3	37.7	59.9	-	27	B. joven R, N
10	550.8	47	53	59.1	-	33	B. maduro L
11	777.6	43.6	56.4	83.4	-		B. maduro C
Prom.	796.5	50.1	49.8	68.6	-		
Rodales de cuenca.							
2	1887.6	54.5	45.5	63.6	9.2	20.3	B. maduro A, L
12	835.2	51	48	82.3	7.3	23.9	B. joven A.
Prom.	1361.4	52.7	47.3	72.9	8.2	22.1	

1 Producción en gramos de peso seco/m^2. 2 porcentaje del componente principal. 3 Nivel de inundación en cm. 4 Especies en la parcela: R. *mangle*, A. *A. germinans*, L. *L. racemosa* y C. *C. erectus*.

Los rodales ribereños son los más productivos, con un promedio diario y anual de 4.3 g/m^2/día y 1550.7±49.44 g/m^2/año. La mayor producción sucede a principios de las lluvias, siendo mayo y junio los más productivos y septiembre el más pobre, una explicación es que aún cuando *R. mangle* requiere de baja salinidad, un periodo prolongado de agua dulce así como uno similar de salinidad excesiva pueden ser factores capaces de disminuir la producción, como sucedió durante los meses de mayor intensidad de las lluvias, la salinidad

en los manglares desapareció durante tres a cuatro meses, siendo septiembre el mes en que el nivel de agua es mayor y la salinidad desapareció desde julio; contrariamente durante marzo y abril la salinidad se eleva más de 20‰, lo que también provoca una merma en la producción, como se observa en la Tabla 64. La producción de los rodales ribereños en este sistema es mayor a los registros obtenidos en otros manglares similares de otras localidades del País; Jardel et al (1987) registraron 3.7g/m^2/día en un manglar de Laguna de los Negros y Boca de Atasta Campeche, siendo *A. germinans* la especie más productiva, seguida por el mangle blanco y rojo. Tovilla y González (1994) obtuvieron una producción diaria de 3.9g/m^2/día, en un rodal de este tipo en Laguna de Alvarado. La producción obtenida en Barra de Tecoanapa es comparable con los manglares más productivos a nivel ecuatorial, como se observa en la Tabla 65, con una producción de materia orgánica anual/hectárea de 15.5 toneladas, esta producción transformada a unidades de carbono orgánico, de acuerdo al factor de conversión de Brow y Lugo (1981) de 2g/materia orgánica/1.8. =1.1g C, es igual a 9.12 tonC./año/h. Mientras que la producción total en las 349.5h de rodales ribereños estimada de éste sistema fue de 3188.05 tonC./año/

Los manglares de cuenca de Barra de Tecoanapa se ubican en segundo lugar por su producción de materia orgánica con 3.7 g/m^2/día y 1361.4± 151.18 g/m^2/año, éstos registraron una gran variación en la producción. La mayor producción se cuantificó en el estiaje (marzo); por el contrario la menor en lluvias (julio). En estos rodales *A. germinans* aporta la mayor cantidad. La producción de hojarasca obtenida en las cuencas fue muy superior a aquella reportada en otras localidades del país. Rico-Gray y Lot (1983) registraron una producción diaria y anual de 2.5g/m^2 y 905 g/m^2, en un manglar semejante en la Mancha Veracruz, siendo *R. mangle* y *A. germinans* las especies más productivas, y los meses de lluvias donde se registró la mayor caída de hojas. López-Portillo y Ezcurra (1985), registraron una producción de 1.6 g/m^2 y 614.4g/m^2, en un manglar de cuenca de *A. germinans* en Laguna de Mecoacán Tabasco, de abril a septiembre se registró la mayor producción. En Estero Pargo Campeche Day et al (1987, 1996) registraron tasas de producción de 0.8 a 1.2g/m^2/día en un bosque de cuenca, siendo mayo y octubre los más productivos. La producción de los manglares de cuenca es de 13.61ton/h/año, igual a

8.09tonC/h/año. La producción total obtenida en las 392.5h. de bosques de este tipo fue igual a 3175.32 tonC/año.

La producción en los rodales de borde fue de 2.1 g/m^2/día y 796.5±27g/m^2/año, estos bosques registran mínimos de variación en la producciór durante el año. La mayor producción se registro en mayo. En estos rodales además de los factores anteriores, la temperatura y la limitada existencia de materia orgánica en el suelo fueron factores adicionales que determinaron merma en la producción. El suelo esta constituido hasta en un 95% por arena, la cual se calienta hasta 34°C durante el día.

La producción aquí, es menor a la obtenida en otras localidades con menor y mayor cantidad de precipitaciones. Espinosa (1981) cuantificó valores desde 2.5 a 4.4 g/m^2/día en dos managlares de *R. mangle* de Ensenada de la Paz, Baja California, con 250 mm/año de lluvias. Flores-Verdugo(1985) estimó hasta 2.8g/m^2/día en un manglar de borde dominado por *L. racemosa* y con precipitaciones de 683mm/año. Day et al (1996) han registrado a lo largo de siete años variaciones notables en la producción desde 1.09 en la época de nortes(enero-febrero) a 2.9g/m^2/día en la época de secas (abril y mayo) en rodales de borde dominados por mangle negro. La producción total obtenida en los manglares de borde fue 4.68tonC/h/año, producción que en las 173.0 h alcanza 809.64 tonC/año.

En los manglares ribereños el comportamiento de la producción anual responde al modelo de producción de *R. mangle*. Con un incremento constante en la producción en los años lluviosos(1990 a 1993), siendo este último año el más productivo de todo el ciclo; mientras que la producción disminuye fuertemente en los años secos (1995). En estos roddales debido a la duración del ciclo de vida de las hojas (340días), a un incremento en la cantidad de agua dulce y nutrientes en un ciclo, corresponde un incremento en la producción de hojarasca en el año siguiente, como sucedió en el año de 1993, caracterizado por ser moderadamente lluvioso. Esta situación se ha observadc tanto en plantas de mangle silvestres como desarrolladas en laboratorio, a las cuales se ha enriquecido el sustrato en el que viven (MacKee 1995a y b; Ellison y Farnsworth 1997). Otro factor que aumentó la producción de hojarasca en estos años, fue la presencia de algunas tormentas tropicales que pasaron cercanas al área de estudio (Fig. 107A), las cuales provocaron una gran

defoliación en estos años. Diversos estudios se han realizado en el Mar Caribe, desafortunadamente ninguno ha evaluado el incremento de la producción de hojarasca provocada por la influencia de los vientos (Boucher 1990; Tanner et al 1991; Berke et al 1993; Blair et al 1994; Imbert et al 1996; McCoy et al 1996)

En las cuenca los años de 1991 y 1993 fueron los más productivos; es posible que la elevada producción sea consecuencia de un reciclamiento rápido de la materia orgánica, fenómeno que sucede casi de inmediato debido a que la velocidad de degradación de la hojarasca de *A. germinans* se lleva a cabo en menos de 90 días(Fig. 107B).

En los rodales de borde la fluctuación anual de la producción respondió al modelo de *C. erectus*. Durante los primeros años se observó un incremento constante en la producción, la cual pasó de 55.9g/m^2/mes hasta 100.9 g/m^2/mes, mientras que en el último año ésta se redujo a 61.6, como se observa en la figura 107C. Esto se debe a un proceso muy lento de degradación de la materia orgánica al caer al suelo de arena donde se desarrollan estos rodales, por esta razón, aún cuando en los primeros tres años hubo un incremento de lluvias, la degradación del material fue muy lenta, por lo que la respuesta de la vegetación a un incremento de nutrientes se prolongó dos años después que sucedió el fenómeno más cuantioso.

De acuerdo con Hicks y Burns (1975) la producción del mangle rojo tiende a decrecer conforme la salinidad aumenta, mientras que la producción del mangle negro y blanco aumenta en los mismos sitios; esta afirmación en éste manglar sólo es parcialmente válida. De acuerdo a Miller (1972), Carter et al (1973) y Lugo y Snedaker (1974), el mangle negro y blanco presentan tasas más elevadas de respiración, baja productividad neta y un cociente bajo de producción bruta/respiración, esto se debe al estress provocado por la salinidad, aumentando el trabajo osmótico lo cual obliga a un gasto energético más severo.

La mayor producción de los manglares en ambos hemisferios tiende aumentar en un gradiente térmico desde las zonas templadas hasta la línea ecuatorial.

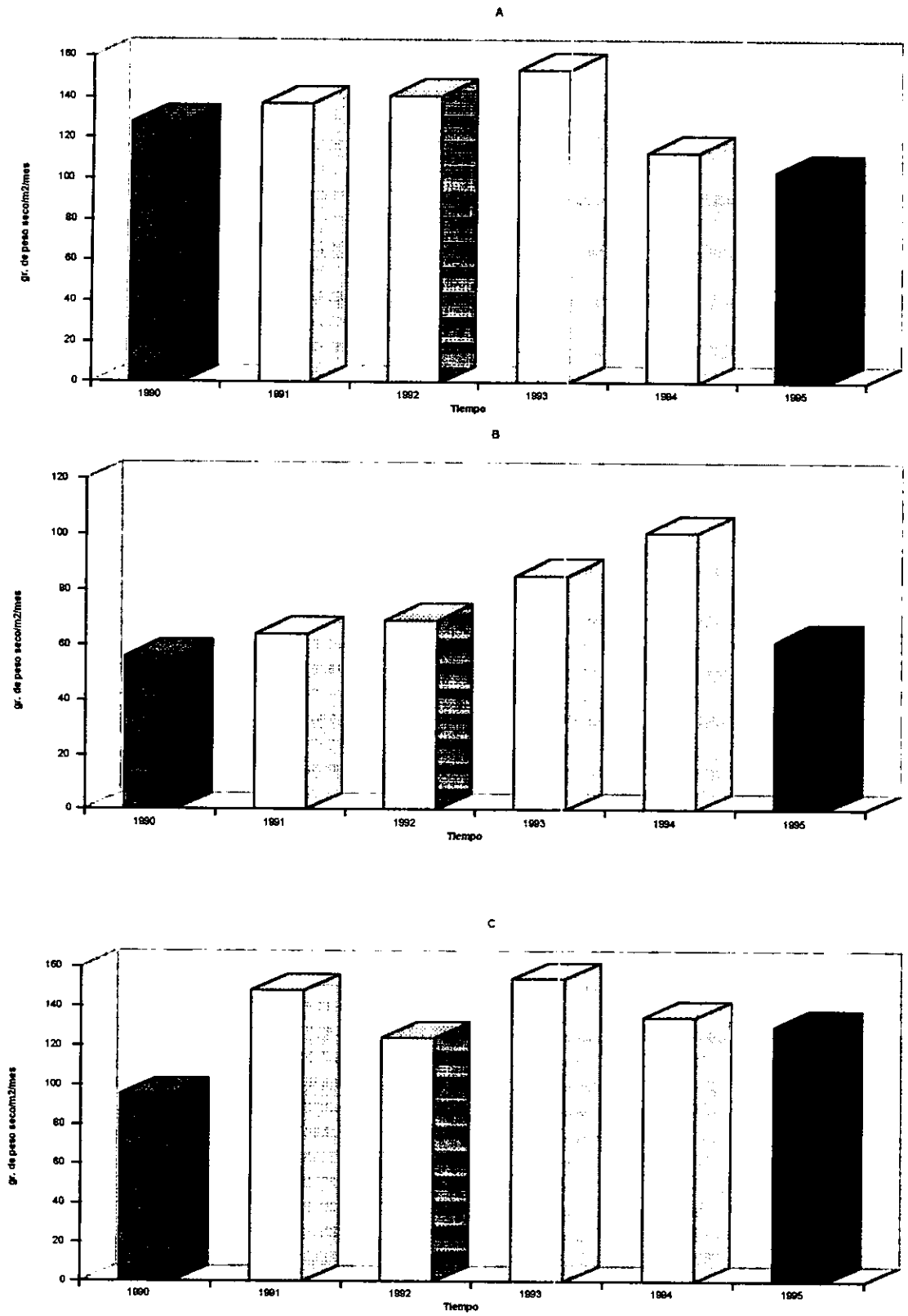


Fig. 107 Producción anual de hojarasca en los manglares A) Ribereños, B) Borde, C) Cuenca durante el periódo 1990-1995, en Barra de Tecoanapa.

Se ha observado que ciertas especies son ampliamente dominantes en algunas regiones del planeta, como sucede con *R. mangle* y A. *germinans* en las costas del continente americano y *A. marina, Soneratia alba, Bruguiera gymnorrhiza* y *Rhizophora stylosa* en el Indopacífico como se observa en la Tabla 65, donde se han ordenado algunos valores de producción de diferentes especies de mangles, a diferentes latitudes y bajo regímenes de precipitación variados. La producción obtenida en Barra de Tecoanapa ubicada a 16° 26′ de latitud N, es comparable con aquella registras en bosques más lluviosos ubicados a menor latitud como en Colombia, Ecuador y Malasia.

Tabla 65. Producción de hojarasca en diferentes tipos manglares a nivel mundial, a lo largo de un gradiente latitudinal y su relación con la precipitación y temperatura.

Localidad	Latitud	Producción	T. bosque	Especie	Lluvias /T°C	Referencias
Hemisferio Sur						
Australia	38° 05′	200	C	A. marina	978/18	Clough y Attiwill 1975
N. Zelandia	37° 05′	365	B	A. marina	1611/18	Woodroffe 1988
Australia	35° 07′	210	B	A corniculatum	1256/19	Clarke 1994
Australia	34° 05′	580	B	A. marina	1300/20	Goulter y Allaway 1979
Australia	33°05	689	B	R. stylosa	1210/21	Briggs 1977
Sudáfrica	29° 48′	715	C	A. marina	1109/22	Streinke y Charles 1984
Sudáfrica	29° 48′	861	B	B gymnorhiza	1109/23	Streinke y Charles 1984
Australia	27° 00	642	B	A. marina	1489/24	Davies 1984.
Brasil	25° 00′	800	B	R. mangle	1400/25	Cintrón y Schaeffer 1983
Australia	18° 15′	981	B	R. apiculata	2127/25	Duke et al 1981
Australia	18° 15′	1260	B	R. stylosa	2127/25	Duke et al 1981
Australia	12° 26′	1250	R	A. marina	1580/27	Woodroffe 1988
Nueva Guinea	09° 31′	1430	R	R. stylosa	1200/30	Leach y Burgin 1985
Vaitupu S. Paci.	07° 28′	777	B	R. stylosa	3000/29	Woodroffe 1984
Ecuador	03° 00	1680	R	R. mangle	3600/30	Cintrón et al 1978.
Hemisferio Norte						
Colombia	02° 20′	1689	R	A. nitida	3800/30	Hernández y Mullen 1971
Malasia	03° 15′	1540	R	B gymnorhiza	3881/30	Sasekumar y Loi 1983
Paramá	08° 30′	1670	R	R. mangle	3668/30	Golley et al 1962
Sri Lanka	08° 15′	644	B	R. mucronata	1050/29	Amarasinghe et al 1992
Islas Guadalupe	13° 00′	1580	R	R. mangle	2110/29	Febray y Kermarrec 1978
México	16°26	1550	R	R. mangle	1100/28	Tovilla Hernández 1998
Puerto Rico	18° 00′	1503	R	R. mangle	1235/28	Negrón 1980
México	18°40′	793	B	A. germinans	1680/27	Day et al 1996
Florida	25° 10′	834	B	A. germinans	1500/26	Twilley et al 1986
Florida	26° 14′	292	C	A. germinans	1500/26	Pool et al 1975

Al ordenar la producción de los todos rodales estudiados en Barra de Tecoanapa con respecto a la distancia al mar sobre una línea perpendicular a la línea de playa, se obtuvo una figura tipo campana de Gauss, con una tendencia polinomial y representada por la ecuación:

$$Y = -40.55X^2 + 535.33X \qquad R^2 = 0.755$$

Sobre esta figura y su expresión matemática se pueden hacer las siguientes consideraciones. Existe un gradiente en la producción determinado por la dilución de las dos masas de agua que entran en contacto en el área del estuario (Fig. 108). Los sitios más productivos se ubicaron hacia la parte central del estuario donde la salinidad es moderada (10 hasta 15‰), todos estos sitios están cercanos a canales de marea y agua dulce donde se garantizó una dilución permanente y un aporte de nutrientes y sedimentos continuos durante el año: En estas áreas existen bosques monoespecíficos y mixtos de *R. mangle* y *L. racemosa*. En la cabeza del estuario y alejados de las márgenes del río existen bosques de cuenca aislados de los canales de marea donde la salinidad es mayor a 20‰ debido a una excesiva evaporación. En la parte superior del estuario, si bien el aporte de nutrientes es más elevado, la amplitud de la marea es mínima y la salinidad baja (5‰) esto también se convierte en un factor estresante para las especies de mangles que aquí prosperan, incluso el dominio del agua dulce sobre la masa salina favorece una competencia más cerrada con las plantas terrestres en el borde del humedal y la zona terrestre, como se observa en la figura 108. Del lado del mar la salinidad es relativamente alta, la amplitud de marea relativamente grande, la concentración de nutrientes baja y los sedimentos arenosos suelen ser pobres en materia orgánica y se calientan con facilidad durante el día.

Estas condiciones determinan una producción baja a lo largo del año, aquí predominan rodales de borde mixtos de *L. racemosa* y *A. germinans* así como asociaciones arbustivas de *R. mangle*. En las partes más altas de las dunas se desarrollar manglares achaparrados de *C. erectus*. *Prosopis juliflora*, *Hibiscus tiliaceus* y algunas gramíneas, con un sistema radical poco profundo y casi horizontal, el cual no penetra mucho en el sedimento, debido a la presencia de agua marina con salinidades mayores a la del mar a partir de 1.5m de profundidad, en ambos lados del gradiente la producción, corresponde a bosques de *C. erectus*.

En ambos lados del gradiente los costos energéticos son elevados, por lo que una gran parte de la producción bruta es utilizada en el mantenimiento de las comunidades. Carter et al (1973) propuso este modelo basado en tres comunidades de manglar tipo ribereño, cuenca y borde de la costa oeste de Florida, la falta de mayor número de puntos de muestreo, la elevada salinidad en el área y la baja producción determinó una campana casi aplanada.

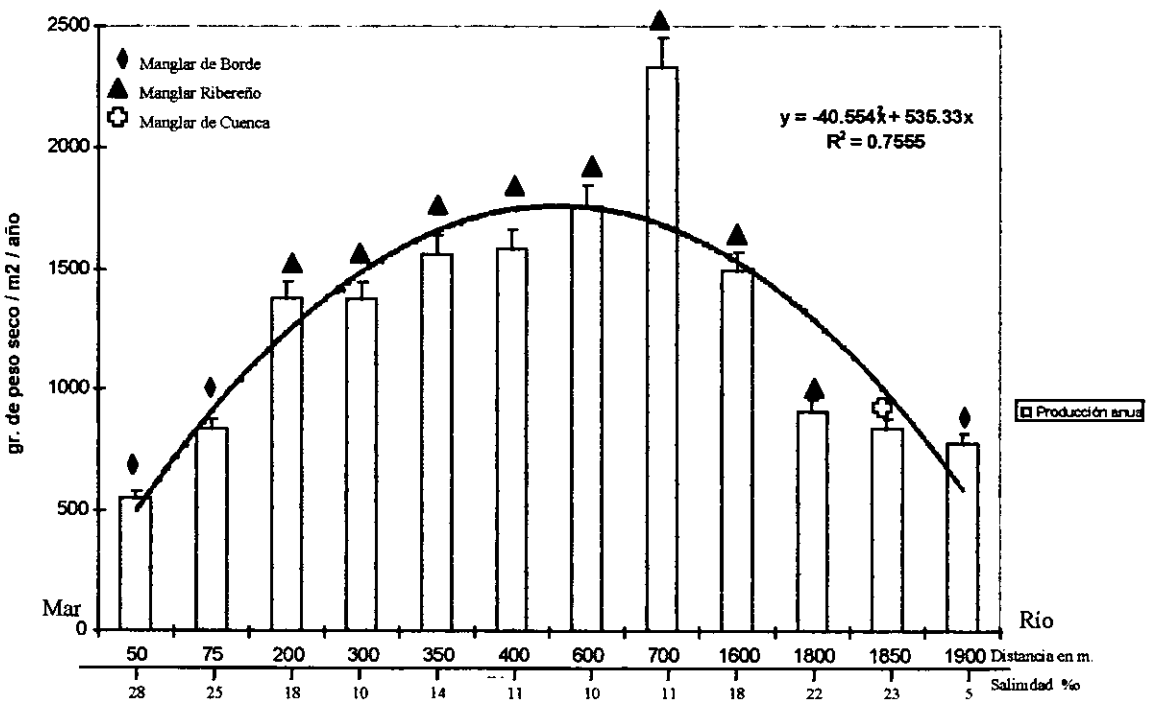


Fig. 108 Producción de hojarasca en diferentes tipos de manglares, a lo largo de un gradiente salino perpendicular a la linea de playa en Barra de Tecoanapa, Guerrero, Mexico.

5.0. Importancia de la herbivoría sobre las hojas del mangle.

Contrariamente a las primeras investigaciones realizadas por Heald (1969) y Onuf et al (1977), quienes registraron tasas de consumo sumamente bajas sobre los manglares de Florida, en este estudio y otros que se han realizado recientemente se ha observado que el consumo puede ir desde muy bajo en algunas especies de mangles hasta muy elevado en otras. La herbivoría realizada por los organismos sobre las hojas de las cuatro especies de mangles en esta localidad se puede clasificar de acuerdo a la escala de Robertson y Duke (1987) como de consumo medio-alto en *A. germinans* (10.8%), Consumo medio-bajo en *L. racemosa* (8.4%), consumo muy bajo en *C. erectus* y *R. mangle*.

En el mangle negro el mayor consumo se produjo durante enero, febrero, agosto y septiembre. Con excepción de febrero cuando la producción de hojarasca fue elevada, este fenómeno sucedió en el resto de los meses cuando la producción de hojarasca en los bosques de *A. germinans* fue muy reducida (Fig. 109). Analizando la producción de hojarasca/el forrajeo sobre las hojas, temperatura, salinidad y altura de la columna de agua, se hicieron las siguientes consideraciones: mientras que la temperatura se mantuvo homogénea durante el año, en la época de secas se observó un incremento en el forrajeo, con la salinidad en ascenso y el suelo completamente seco, por el contrario durante los meses más lluviosos, cuando el nivel de inundación en el suelo es elevado y la salinidad muy baja, se presentó otro incremento en la herbivoría. Los extremos en salinidad e inundación del suelo favorecieron la herbivoría, debido a que algunas plantas son más vulnerables al ataque de los herbívoros cuando uno o varios factores ambientales modifican el estado fisiológico del vegetal. Johnstone (1981) registró en un manglar de Nueva Guinea un consumo ligeramente menor pero muy semejante a este estudio a nivel estacional en las hojas de *Ceriops tagal*, valores menores de forrageo fueron determinados en *A. marina, A. officinalis* y *A. rumphiana*. En un manglar de Australia, Robertson y Duke (1987) encontraron tasas de herbivoría muy elevadas(71-89%) en las hojas de *A. marina* durante los meses de noviembre a febrero,. Ochoa et al (1988), obtuvo un promedio de 15.06% de área pastoreada sobre las hojas de *A. germinans*, en un bosque del Caribe colombiano, observando que la herbivoría aumentaba en los sitios donde la salinidad era menor a 12‰. Los últimos dos registros son más altos comparativamente con los resultados obtenidos en esta localidad. Mientras que Farnsworth

y Ellison (1991) en manglar continental e insular de Belice, cuantificaron porcentajes de forrageo de 7.7 a 36.1% en el mangle negro, las diferencias más significativas se registraron entre árboles y plantas ubicados en sitios con diferencias de mareas, así como un mayor consumo sobre las plántulas expuestas a la radiación solar. Los principales herbívoros que registraron pastoreando sobre las hojas de *A. germinans* fueron larvas de las familias de homópteros como: *Blattidae, Cicadellidae, Cercopidae, Aphididae* y *Diaspididae*, las cuales provocaron hoyos y daños de consideración en la epidermis de las hojas. Pinto-Nolla et al (1995) observaron en Colombia, valores desde 0.48% hasta 5.24% en las hojas del mangle negro, observando una relación inversa entre la salinidad y el nivel de herbivoría.

El mayor consumo en *L. racemosa*, se registro durante julio, agosto y noviembre y correspondió con los niveles de producción de hojarasca más elevados del año, situación que disminuyó el efecto del forrageo sobre las plantas, además de que esta es baja. Este fenómeno también sucedió cuando temperatura y salinidad en el bosque fueron bajos. Contrariamente durante los meses de secas, cuando las condiciones ambientales se hacen más severas, el forrajeo disminuye en forma notable, como se observa en la figura 109. No existen datos en la literatura sobre el pastoreo de organismos sobre esta especie.

En el mangle botoncillo el mayor forrageo de los organismos se presentó durante los meses más críticos de la época de secas y a principios de lluvias, en estos meses este fenómeno fue tan severo que en años anteriores como 1992 y 1993, la mayoría de los árboles perdieron hasta una tercera parte de las hojas en marzo y abril, sin embargo parece que este fenómeno está acoplado a la biología de *C. erectus*, debido a que provocó en mayo y junio la mayor producción anual de hojarasca, como se observó en todos los años estudiados. En el resto del año el pastoreo disminuye en forma notable hasta diciembre. Como en la especie anterior tampoco existen registros sobre este fenómeno y su efecto sobre el mangle botoncillo.

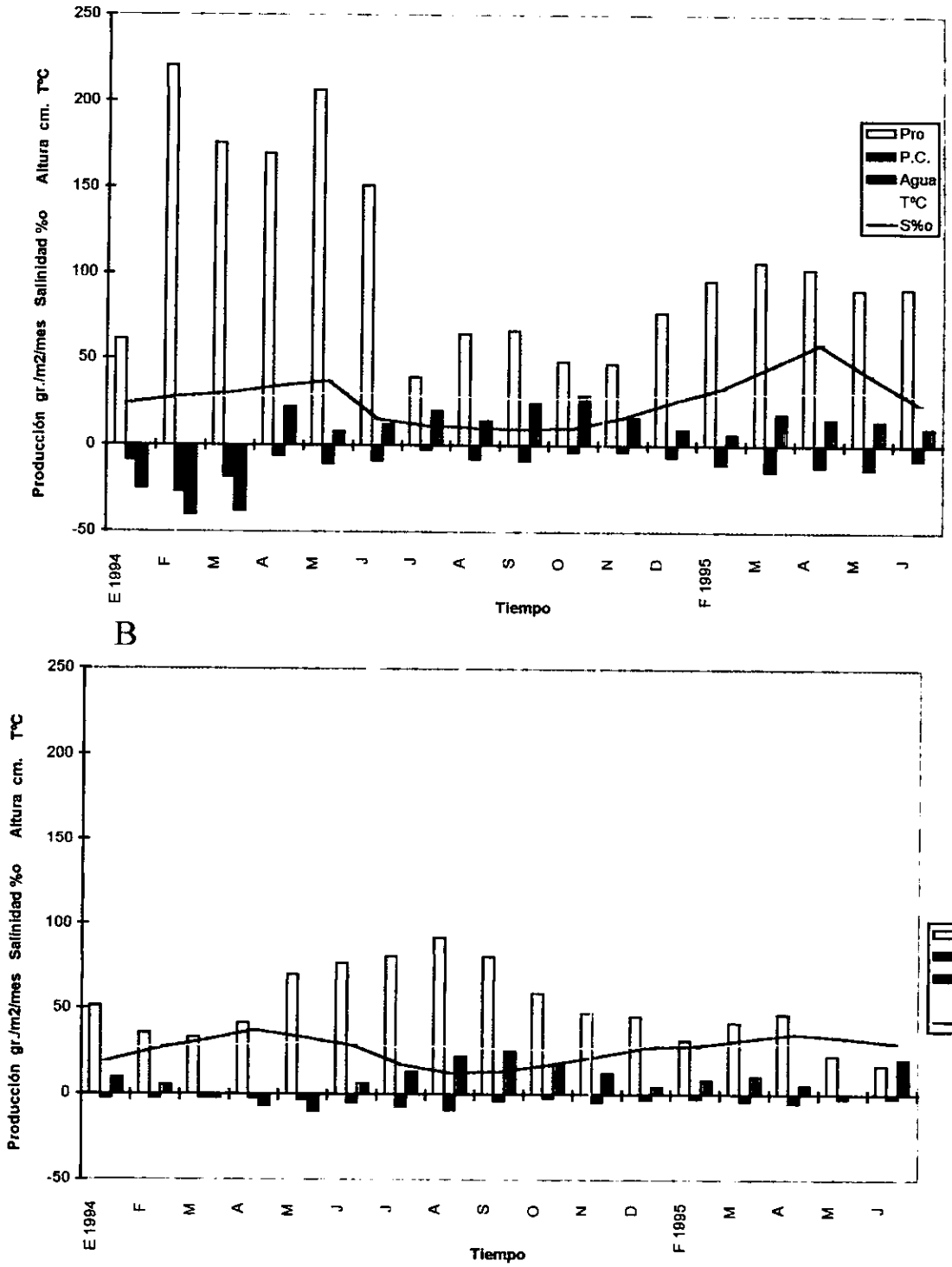


Fig. 109 Producción de hojarasca y herbivoría producida por diferentes organismos y su relación con la temperatura, salinidad y nivel de inundación en el manglar de A) *A. germinans* y B) *L. racemosa.*

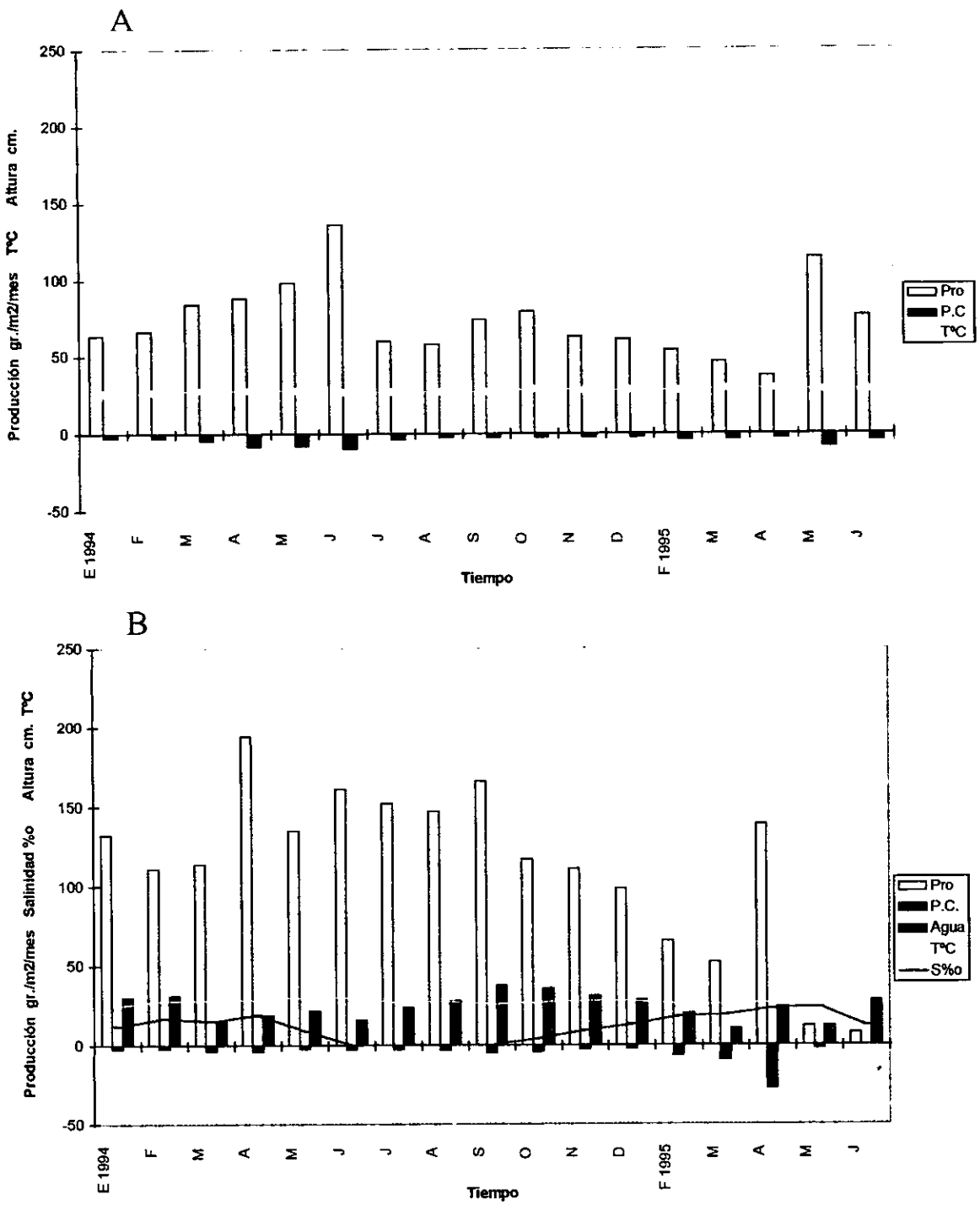


Fig. 110 Producción de hojarasca y herbivoría producida por diferentes organismos y su relación conla temperatura, salinidad y nivel de inundación en el manglar de A) *C. erectus* y B) *R. mangle*

R. mangle fue la menos afectada por el consumo de los insectos y crustáceos, es posible que parte de la elevada producción en esta especies estuvo relacionada con tasas mínimas de pastoreo (Fig. 110). En esta especie se han realizado algunos estudios, la mayoría de ellos en Florida. Heald (1969) estimó tasas de consumo del área foliar desde 0 a 18% sobre *R. mangle* en Florida; posteriormente Onuf et al (1977), registraron hasta cinco especies de larvas de lepidópteros, una de ellas muy abundante *Ecdytolopha* sp., así como todos los estadíos del escarabajo *Poecilips rhizophorae* pastoreando sobre las hojas del mangle rojo en Florida. Por otra parte Beever et al (1979) evaluaron el consumo realizado por el cangrejo *Aratus pisonii*, en hojas de mangle rojo, el consumo más bajo (0.4 a 1.5%) se registró en bosques sobreinundados mientras que valores de hasta 7.1% se encontraron en bosques de borde. En el sudeste asiático también se han realizado algunas investigaciones sobre este tópico, Johnstone (1981) en un manglar de Nueva Guinea, encontró en *R. stylosa* un consumo de 2 a 6.5% a lo largo de un año, con la mayor herbivoría en enero y septiembre; consumos de 1 a 15% registró durante un mes de estudio en otras 19 especies, algunas de ellas del género *Rhizophora* como *R. mucronata, R. apiculata y R. lamarckii*. También Robertson y Duke (1987) registraron tasas de consumo 10 a 30 veces más elevadas sobre 25 especies de mangles en los meses de mayor actividad de los insectos (noviembre a febrero) en localidades de Australia. Los registros más completos sobre herbivoría por insectos en *R. mangle* fueron obtenidos por Farnsworth y Ellison (1991) en Belice, aquí el consumo varió de 4.3 a 25.3% de la superficie foliar de las hojas y hasta el 88% de las hojas en *R. mangle* fueron pastoreadas; este valor es elevado en relación a este estudio donde solo el 31.3% de las hojas resultaron dañadas por los insectos.

Farnsworth y Ellison (1991) identificaron hasta 66 especies de insectos forrajeando sobre las hojas de *R. mangle*, las más comunes fueron las larvas de los lepidópteros *Megalopyge opercularis*, *Automeris* sp. *Phocides pygmalion pygmalion*, también se registraron larvas de coleópteros de las familias *Chysomelidae* y *Lampyridae*, otras larvas menos frecuentes fueron las de Homópteros de las familias *Blattidae*, *Cicadellidae*, *Cercopidae*, *Aphididae* y *Diaspididae*, estas larvas también se observaron en *A. germinans*.

Sobre las hojas de *R. mangle* en Belice también se registró el consumo provocado por *Aratus pisonii* y el molusco *Littorina angulifera.*

El forrajeo cuantificado en esta localidad se puede considerar bajo en relación a otras localidades (Heald 1969; Onuf et al 1977; Beever et al 1979; Lacerda et al 1986; Robertson y Duke 1987; Smith et al 1989; Farnsworth y Ellison 1991), desafortunadamente pocos estudios han cubierto más allá de dos a tres meses (Johnstone 1981), lo que no permite conocer la intensidad y variación del fenómeno a lo largo de un ciclo anual, incluso la herbivoría observada en los manglares es baja comparativamente con aquella observada en plantas terrestres (Burdon y Chilvers 1974; Stanton, 1975; Fox y Morrow 1983; Price et al 1995).

Es indudable que este fenómeno realizado por diversos organismos sobre los manglares al igual que en el resto de los vegetales es parte intrínseca del ciclo de vida de cada planta, el cual estimula el desarrollo, el recambio foliar y la floración en los manglares. En algunas especies es más intenso y continuo como sucede en *Avicennia marina, A. germinans, H. littoralis, L. littorea, A. corniculatum, Soneratia alba, S. Caseolaris* y *L. racemosa,* contrariamente a estas especies existen otras que presentan tasas de forrajeo muy reducidas como en *Excoecaria agallocha, Aegialitis annulata, Lumnitzera racemosa* y *C. erectus,* así como en todos los géneros de la familia Rhizophoraceae. Diversas hipótesis han sido formuladas sobre las causas que provocan mayor o menor pastoreo sobre las hojas de los manglares, como el grado de exposición al sol y sombra, altura del dosel (Johnstone 1931 y Robertson y Duke 1987), la edad de los árboles y grado de enriquecimiento del suelo donde prosperan los árboles (Robertson y Duke 1987; Farnsworth y Ellison 1991; Feller 1995). Una de las hipótesis mejor documentadas afirma que el mayor o menor consumo sobre las hojas depende del contenido de algunas sustancias como taninos solubles y una elevada proporción de C:N, las cuales dificultan la palatabilidad de las hojas (Feeny 1976; White 1978; Lowman y Box 1983; Giddins 1984; Feller 1995). Contrariamente a estas investigaciones Turner (1995) encontró bajos niveles de taninos solubles en hojas jóvenes y viejas de 16 especies de mangles de Singapur; los niveles de taninos encontrados fueron semejantes a los obtenidos en árboles de bosques lluviosos, de acuerdo a Turner(1995), las

hojas jóvenes serían más susceptibles de ser defoliadas por los insectos debido a que contienen menor cantidad que las hojas senescentes.

De acuerdo a Farnsworth y Ellison (1991), posibles diferencias interespecíficas en la composición química de las hojas pueden influenciar en las tasas de herbivoría que cada especies soporta en cada sitio. Lacerda et al (1986) encontraron que las hojas de *Avicennia. schaueriana*, difieren significativamente de las de *R. mangle* en algunos elementos y compuestos como Na, N, fenoles, cenizas, carbohidratos y fibras, así A. *schaueriana* exhibe niveles menores de herbivoría que *R. mangle*. Ghosh et al (1985) evaluaron diferencias marcadas en el contenido de lípidos, esteroles y terpenos entre la familia Aviceniaceae y Rhizophoraceae en manglares de la India. Las observaciones anteriores pueden explicar porqué *R. mangle* y *A. germinans* no comparten los mismos herbívoros en los manglares de Belice (Farnsworth y Ellison 1991).

El fenómeno de herbivoría masiva registrado en 1995 demostró que especies que soportan tasas bajas de herbivoría como *R. mangle* aún cuando presentan defensas formidables ante el ataque de algunos organismos, también pueden ser afectadas más drásticamente por algunos insectos como *D. ingenita*. Estas especies quedan completamente inermes ante el ataque de los organismos al variar algunos de los parámetros ambientales como la salinidad y el nivel de inundación del sitio. Las larvas de *D. ingenita* en otros años no se alimenta sobre las hojas del mangle rojo, como sucedió en 1995. Las marcas características que provocaron estos organismos al alimentarse, nunca fueron identificadas sobre las hojas de *R. mangle* en el año anterior; mientras que este lepidóptero sí se alimenta comúnmente sobre las hojas de *A. germinans* y en mínima cantidad sobre *L. racemosa* y *C. erectus*.

En *R. mangle* el consumo durante marzo, abril y mayo se elevó en más de 800%, pasando de 1.9 a 16.9%, aún cuando esta área consumida sobre las hojas sólo es ligeramente mayor al consumo registrado en *A. germinans* y *L. racemosa* durante cualquier año. *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus* en este humedal son especies mejor adaptadas a cambios bruscos en el proceso de herbivoría que *R. mangle*, mientras que en el mangle rojo

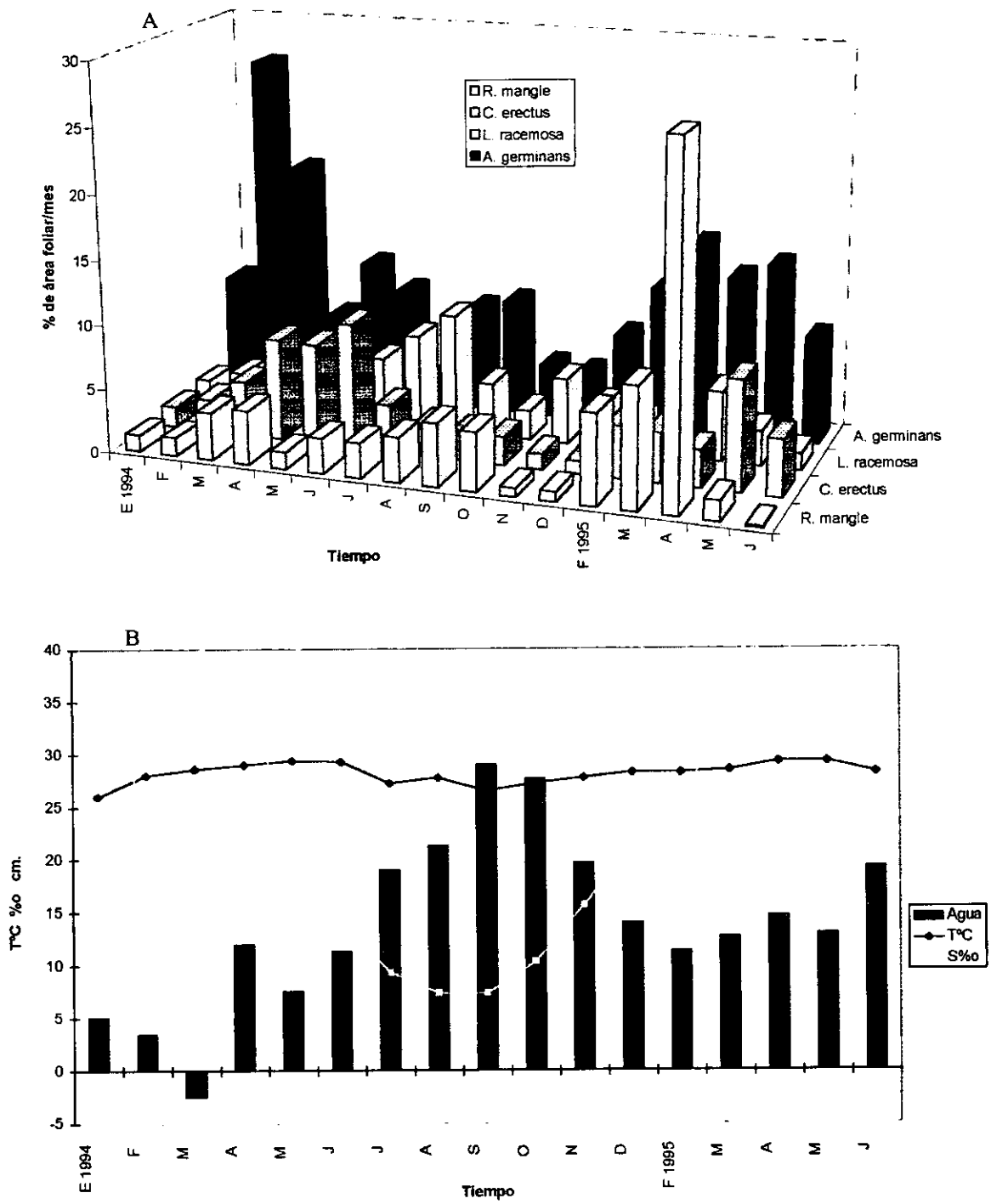


Fig. 111 A)Herbivoría sobre las cuatro especies de mangles a lo largo de un ciclo anual, variación de tres parámetros ambientales. B) Incremento del forrajeo sobre *R. mangle* provocado por *D. ingenita* durante los primeros meses de 1995 y su relación con modificaciones en la salinidad y temperatura.

la totalidad de los árboles perdieron las hojas y algunos perecieron y en *L. racemosa* sólo los árboles asociados a *R. mangle* perdieron en un 40% sus hojas. A fin de comparar los niveles de herbivoría en las cuatro especies, en la figura 111A se han ordenado los valores de este fenómeno para las cuatro especies de mangles a lo largo de 17 meses así como las variaciones más notables de la temperatura, salinidad y nivel de inundación en el piso de los bosques donde se llevó a cabo cada una de las evaluaciones.

Durante la época de secas en que sucedió la herviboría masiva, el nivel de inundación en el piso de los bosques no desapareció, promediando 10cm.durante marzo y abril consecuencia de mareas vivas muy altas. Durante los primeros meses de 1995 la salinidad se incremento hasta 39‰ en abril, una diferencia de hasta 6‰ con relación al año anterior, el máximo nivel de inundación y salinidad registrado en abril de 1995, coincidió con la máxima actividad de *D. ingenita* sobre *R. mangle* como se observa en la figura 111B.

Un registro sobre un fenómeno semejante es el de Anderson y Lee (1995), quienes cuantificaron sobre *A. marina*, un proceso de sobrepastoreo en un manglar de Hong Kong provocado por un lepidóptero: Pytalidae, *Nephopterix syntaractis*, este lepidóptero había defoliado el área de manglar con una sincronía cada diez años, posteriormente a la construcción de un puente, el cual interrumpió el flujo de agua, la defoliación se ha repetido cada año en los meses de secas. Anderson y Lee (1995)determinaron la concentración de taninos en las hojas a lo largo del periodo de infestación, no registrando cambios significativos, lo que indica que las plantas ofrecen poca defensa al pastoreo intensivo de este organismo y por el contrario permite renovar rápidamente las hojas pasado el ciclo de desarrollo de este insecto.

6.0. Importancia de la degradación en los manglares.

Se ha realizado un buen número de estudios para medir el tiempo de degradación de las hojas en cada una de las especies de mangles, utilizando el método de las bolsas de degradación(Heald 1971; Fell et al 1975; Cundell et al 1979; Boonruang 1979; Van der Valk y Attiwill 1984; Flores-Verdugo 1985, 1987; Jardel et al 1987; De´Croz et al 1988; Rodríguez 1989; Kohlmeyer et al 1995; Alvarez y Becerra 1996).

La velocidad de este proceso depende de un gran número de factores, como son: la especie, humedad, contenido de celulosa, lignina, nivel de inundación, salinidad, temperatura, época del año, latitud, movimiento del agua y presencia de micro, macro consumidores, entre otros. El proceso de degradación se inicia con la autólisis del material el cual no está mediado por los microorganismos (Camilleri y Ribi 1986). Mientras que el proceso subsecuente de lixiviación y mineralización del material son altamente dependientes de las bacterias y hongos que abundan dentro de estos ambientes (Fell y Masters 1980; Benner et al 1986; Kohlmeyer et al 1995). Investigaciones diversas han demostrado que durante los primeros 10 a 14 días de iniciada la degradación entre el 80 y 100% de la materia orgánica soluble y carbono se pierden durante el proceso de autólisis y lixiviación(Benner y Hodson 1985; Camilleri y Ribi 1986). De acuerdo a Heald (1969) y Robertson et al. (1992) la autólisis sucede más rápido cuando la salinidad y temperatura son elevadas y cuando el material es depositado en el agua hundiéndose inmediatamente.

En los manglares ribereños de Barra de Tecoanapa hasta el 88% de la hojarasca cayó en sitios inundados y fue ser removida por las mareas; en la época de secas éstos bosques quedaron expuestos en un 29%. Por el contrario, en los bosques de cuenca el área inundada fue menor y durante la época de secas sólo el 18% del material cayó en el agua; mientras que durante 6 a 7 meses el 82% del material quedo expuesto y a la llegada de las lluvias; este material se degradó rápidamente *in situ* y durante agosto y septiembre fue extraída por la marea. En los rodales de borde sólo un 14% del dosel está ubicado en el límite del agua, en el resto el material de estos bosques se depositó sobre la arena donde los procesos de descomposición del material fue muy lento.

En esta localidad las diferencias más importantes se registraron dentro del sitio con gran movimiento de agua y donde éste es muy lento, así como entre la degradación de cada una de las especies sujetas al experimento. En el sitio con gran dinámica, la fragmentación mecánica del material fue el factor que más aceleró la descomposición, más que ningún otro factor ambiental. Sin embargo, también se observó durante los primeros tres meses gran cantidad de cangrejos, isópodos y algunos poliquetos, esto sucedió cuando en las hojas había más del 50% de materia orgánica.

En el ambiente de menor dinámica fueron los organismos adheridos los que mediaron la desintegración del material durante los primeros 136 días, cuando el contenido de materia orgánica en las hojas era mayor de 50%, los organismos adheridos fueron más diversos, los más comunes fueron: poliquetos, anfípodos, tanaidáceos, cangrejos, gasterópodos, isópodos, nemátodos y algunas algas; posteriormente durante los últimos meses cuando la materia orgánica disminuyó a menos del 20% el número de organismos fue mínimo. En este sitio a los 22, 50, 83 y 112 días, el contenido de oxígeno en el agua donde estaban sumergidas las bolsas varió de 1.1 a 2.7ml/l.

En la Tabla 66, se observan diferentes tiempos de degradación obtenidos en hojas de diferentes especies de mangles para diferentes localidades geográficas a nivel tropical y subtropical. Los valores obtenidos en Barra de Tecoanapa se presentan como un promedio entre la degradación en agua corriente y estancada. En todos los casos el género *Rhizophora* mostró los tiempos más largos de degradación, mientras que en *Avicennia* fueron más cortos con 30 y 58 días. *C. erectus* y *L. racemosa* presentan tasas intermedias. La velocidad de degradación del mangle rojo de Barra de Tecoanapa, fue tres veces más lenta (113/285 días, para la descomposición del 50 y 90% del material) en relación con otros manglares de otras latitudes. Es notable el tiempo de degradación del mangle botoncillo en este humedal, ubicado ligeramente abajo de *R. mangle*, indicativo del gran contenido de celulosa y lignina (Tabla 67). Las hojas de *Avicennia*, registraron un tiempo de degradación muy breve(24/93días) debido a un bajo contenido de celulosa.

De acuerdo a Cundell et al (1979) y Robertson (1988), la diferencia en el tiempo de descomposición de *Rhizophora* y *Avicennia* radica en la gran cantidad de taninos y menor cantidad de compuestos nitrogenados en las hojas de *Rhizophora*, el contenido de taninos puede inhibir la acción de los microorganismos. Contrariamente a esto Kohlmeyer et al. (1995) en Belice encontró 20 especies de Ascomycotina, dos de Basidiomycotina y seis de hongos anamórficos que intervenían en la degradación de la madera en las cuatro especies de mangles, 20 fueron localizados sobre la madera de *R. mangle*, 12 en *L. racemosa*, ocho en *A. germinans* y siete en C. *erectus*. Una situación semejante se registró en Belice, con el

ataque a la madera de mangle por el molusco *Teredo bartschi*, el cual en menos de un año destruyó la madera de *R. mangle*, seguido de *A. germinans* (15 meses), mientras que el consumo sobre *L. racemosa* y *C. erectus* se realizó en 17 y 24 meses, en estas últimas especies sólo el 67% del material fue dañado (Kohlmeyer et al. 1995

Tabla 66. Pérdida de peso seco en hojas de diferentes especies de mangle colocadas a degradar en diferentes ambientes de la zona costera.

Especie	50%[1]	>90%[3]	T°/S‰	Localidad	Referencia
R. mangle	45	220	27/33	Florida	Heald 1971
R. mangle[2]	240	420	/27	Florida	Heald 1971
R. mangle	60	187	5/32	Florida	Fell 1974
R. apiculata	40		32/28	Tailandia	Boonruang 1979
A. marina	42	60	27/24	Australia	Goulter y Allaway 1979
A. germinans	42	60	26/30	Florida	Twilley 1982
R. mangle	82	230	30/30	Campeche	Day et al 1982
B. gymnorrhiza	42	189	28/12	Sudáfrica	Steinke et al 1983
A. marina	11	20	30/30	Tailandia	Boonruang 1984
L. racemosa	42	190	27/32	Sinaloa	Flores-Verdugo1985
R. mangle	--	200	28/24	Florida	Twilley 1986
R. apiculata	40	--	27/20	Australia	Robertson 1988
R. mangle	27	96	28/31	Panamá	De´Croz et al 1989
R. mangle	113	285	30/25	Guerrero	Este trabajo
C. erectus	58	183	30/25	Guerrero	Este trabajo
L. racemosa	30	118	30/25	Guerrero	Este trabajo
A. germinans	24	93	30/25	Guerrero	Este trabajo

1.Número de días en el cual se degradadó 50% del material inicial. 2. Degradación al aire libre.

3.Número de días en que se degradadó más del 90% del material inicial.

Durante la descomposición, el material vegetal inicialmente bajo en proteínas, es transformado en partículas de detritos más pequeñas pero con mayores cantidades de proteínas de origen microbiano (Cundell et al. 1979). Durante este proceso los almidones y azúcares se oxidan al mismos tiempo que ocurre un aumento de las proteínas, debido a la colonización de la superficie del detritos por bacterias y hongos, sobre los cuales pastorean poblaciones de ciliados y nemátodos que ingieren las partículas más pequeñas del detritos, éstos a su vez, son consumidos junto con partículas más grandes por detritófagos como anfipodos, gasterópodos, bivalvos y poliquetos (Fenchel, 1970). El núcleo vegetal al pasar por el tracto digestivo de estos organismos no sufre gran alteración, pero puede ser nuevamente fragmentado, los fragmentos no digeridos pueden son defecados y nuevamente son colonizados, tantas veces hasta que el contenido de materia orgánica es totalmente aprovechada. Por esta razón el material foliar como fuente de alimento aumenta su calidad nutricional durante la degradación.

Tabla 67. Variación del contenidos de amonio, fósforo y materia orgánica en hojas de mangles, como consecuencia de la actividad microbiana, en diferentes áreas geográficas.

Especie	NH_4 [2]	PO_4	M. orgánica		Referencia
R. mangle	0.89%(50)	--	--	Florida	Cundell et al 1979
R. mangle	3.45%(36)	22.0%(18)	13.9%(18)	Florida	Heald 1971
R. mangle	9.0%(360)	131%(120)	6.9%(360)	Florida	Newell et al 1984
A. marina	54.8%(40)	-23.6%(12)		Australia	Van der Valk y Attiwill 1984
R. mangle	80.2%(93)	244.2%(93)	--	Panamá	De´Croz et al 1989
*R. mangle**	69.2%(30)[1]	90.0%(45)	6.41%(60)	Guerrero	
*Lracemosa**	38.2%(45)	214.3%(45)	9.09%(60)	Guerrero	
*C. erectus**	32.3%(30)[1]	9.6% (45)[1]	9.29%(45)	Guerrero	
*A germinan**		8.2% (30)[1]	21.1%(30)	Guerrero	

1. Estimación después de 15 días de degradación. 2. Incremento total (%) a partir del contenido inicial de las hojas y número de días en que se alcanzó el máximo. *En este trabajo se determinó como Nitrógeno y fósforo total.

A. germinans se caracterizó por un elevado contenido de N_{total} en las hojas, el cual fue tres veces superior al contenido observado en el mangle blanco y 50% superior al mangle rojo y botoncillo Con excepción de *L. racemosa* en el resto de las especies el contenido de N_{total} inicial en las hojas fue mayor que dentro de los 75 días del experimento. El contenido de proteínas (N_{total} y P_{total}) en las hojas verdes en el mangle negro, rojo y botoncillo de esta localidad es mayor y durante la autólisis gran parte de este material soluble se liberó al medio; Camilleri y Ribi (1986) han demostraron que durante los primeros 10 a 14 días de iniciada la degradación entre el 80 y 100% de la materia orgánica soluble como NH_4, PO_4, carbono y carbohidratos se pierden durante el proceso de autólisis. En Barra de Tecoanapa el aporte de nitrógeno total al sistema fue de 10,263.7μgN_T/g de hoja en el mangle negro; 7,051.4μgN_T/g de hoja en el mangle rojo; 4,770.1μgN_T/g de hoja en el mangle botoncillo y 829.6μgN_T/g de hoja en mangle blanco respectivamente. El aporte de N_{total} de *A. germinans*, además de ser elevado se realiza en tiempos cortos (24días).

Durante la segunda fase del proceso, el incremento de N_{total}, P_{total} y materia orgánica en las hojas verdes está relacionada con el proceso de colonización del material por los microorganismos. Durante los siguientes 45 días el contenido de N_{total} en las hojas de *R. mangle*, *L. racemosa* y *C. erectus* se incrementó en 69.2: 56.6 y 32.3%, mientras que la materia orgánica el aumento fue 7.6: 5.3 y 9.2% respectivamente. La pérdida de este compuesto durante la autólisis logra ser compensada por el incremento bacteriano en el mangle blanco (44.86%), rojo (12.5%) y botoncillo (8%); mientras que la materia orgánica registró 21.1% de incremento durante los primeros 30 días. Los resultados obtenidos en Barra de Tecoanapa son semejantes a los obtenidos en otras localidades (Heald 1969, 1971, Steinke et al 1983; Newell et al 1984, Van der Valk y Attiwill 1984; De´Croz et al 1989), como se observa en la Tabla 67. Después de 75 días en *L. racemosa* el contenido de Nitrógeno total fue mayor que al inicio de la descomposición, mientras que en *C. erectus* y *R. mangle* este compuesto se redujo al 68 y 56% del contenido inicial en las hojas. En el caso de *A. germinans* debido a la rápida descomposición del material el contenido de N_{total} en este tiempo se redujo a 30.6%. Con excepción de *R. mangle* y *A. germinans* donde se registró una pérdida notable en el contenido de materia orgánica en los detritos, en el resto de las especies después de 75 días el contenido fue ligeramente superior a 80%.

Los valores obtenidos de P_{total} en este manglar fueron desiguales; las hojas de *A. germinans* y *C. erectus* son ricas en este compuesto y durante la autólisis ceden hasta 266.3 y 215.5 $\mu gP_{total}/g$ de hoja al medio, como en el caso del nitrógeno la elevada pérdida de este compuesto sólo fue parcialmente restituida en un 8.2 y 9.6% por la población microbiana. En el mangle negro esto se acrecentó como consecuencia de la rápida descomposición y pérdida de materia orgánica observada en las hojas. En esta especie después de 75 días de desintegración, aún existía un 30% de la concentración inicial de P_{total} en los detritos. En el mismo tiempo en el mangle botoncillo aún quedaba un 68% de la concentración inicial de P_{total} y un 87% de materia orgánica.

Las hojas de *R. mangle* y *L. racemosa* fueron muy pobres en P_{total}; después de la autólisis durante los siguientes 45 días la sucesión de microorganismos sobre el material incrementó en 37.7 y 29.4% el contenido de P_{total} en los detritos, esto puede indicar que este material no presenta sustancias que limiten el desarrollo de los microorganismos y ofrece un excelente sustrato para el establecimiento de poblaciones bacterianas.

Un balance de la pérdida y ganancia de proteínas vegetales y animales por los detritos en las cuatro especies indica que *A. germinans* es la que aporta mayores cantidades de N_{total} con 43.61ton/año y P_{total} 1.13ton/año durante la autólisis de las hojas, seguida por el mangle rojo 30.58tonN_{total}/año; por abajo de éstas se ubicaron el mangle botoncillo y blanco con 4.28 y 2.26ton/N_{total}/año. *C. erectus* fue importante por su aporte de P_{total} con 0.19t0n/año, desafortunadamente las áreas cubiertas por ésta son mínimas, sin embargo su elevada concentración de celulosa y lignina retrasó el proceso de degradación de los detritos, tomando en cuenta que las hojas se depositan sobre suelos arenosos y poca humedad, la velocidad de desintegración de la hojarasca en estos ambientes puede ser hasta cinco veces más tardada. *R. mangle* presenta gran cantidad de N_{total} y materia orgánica (88%) y poco P_{total}; por el contrario es muy resistente a la descomposición debido a un elevado contenido de celulosa y taninos, este proceso pudo verse disminuido debido a que hasta el 88% de las hojas cayeron en el agua donde la velocidad de degradación fue mayor. *L. racemosa* fue pobre en ambos compuestos; las hojas se degradaron rápidamente y al igual que el mangle rojo cayeron en el agua, además de poseer un tasa de recambio foliar elevada durante el año. Durante la autólisis los manglares de esta localidad cedieron hasta 43.4% de

N_{total} y P_{total} expresado como proteínas vegetales, mientras que la sucesión bacteriana sólo recuperó 30.06% de proteínas animales en los detritos, este proceso alcanzó el máximo a los 45 días.

7.0. Subsidio del manglar hacia la zona marina.

Algunas investigaciones indican que los manglares exportan hacia la zona marina diversas cantidades de detritos a lo largo del año, siendo los manglares de zonas tropicales con mayor precipitación y aportes de agua dulce, los que registran los mayores aportes tanto en forma particulada como disuelta (Golley et al 1962; Odum 1970; Lugo y Snedaker 1975; Boto y Bunt 1981; Twilley 1985; Robertson et al 1989; Robertson et al 1992; Wolanski 1995).

Mecanismos de remosión de los detritos. En el lado izquierdo del río un 53.1% del área está cubierta por manglares ribereños con un nivel de inundación promedio de 23cm., más la altura promedio de la marea (72cm); en estos sitios un 12% de la hojarasca se desprendió de los árboles y permaneció flotando, siendo llevada por las mareas hacia el estuario. Un 88% de la materia cayó y se depositó en el piso de los bosques donde inició el proceso de degradación, de este material un 53% fue redistribuido en diferentes grados de descomposición hacia otros sitios del bosque o bien hacia la zona marina, ésta fue la fracción evaluada. Durante los meses de lluvias esta fracción alcanzó el 70%, en estos rodales se calculó que sólo un 38% de la materia depositada completó el ciclo de degradación y se incorporó al suelo. Robertson (1988) en un manglar de Australia, observó que en los bosques inundados sólo un 20% de la materia orgánica se degradaba, mientras que el resto era exportada hacia la zona marina (Tabla 68).

En la margen izquierda del río los rodales de cuenca cubren 39.7% del área. En estos sitios de noviembre a julio el material que cayó se depositaba y se degradaba debido a que el suelo se encontraba ligeramente inundado, la degradación de *A. germinans* fue muy rápida. Se calculó que durante nueve meses un 68% de la materia orgánica que cayó se degradó completamente; mientras que la fracción restante presentó un estado avanzado de degradación cuando se iniciaban las lluvias. En agosto, septiembre y octubre el nivel de agua

en los manglares ribereños y cuencas formaban un continuo, exportándose hacia el mar entre 30 y 33% del material acumulado en las cuencas.

En los rodales de borde la capacidad de movilización del material fue menor al 5%, y se llevó a cabo por el viento y los cangrejos.

Exportación de materia orgánica particulada. En este estudio se registró un promedio de 68.22g detritos peso seco/ciclo de marea, exportados hacia el mar, esta cantidad procede sólo de los manglares del margen izquierdo del río, tomando en cuenta el volumen de agua anual intercambiada ($29.95x10^6/m^3$), se calculó que a través del canal se exportaron 4086.37 ton/detritos/año, equivalentes a 2270.2 tonC/año. Esta cantidad varía entre 925.12 y 4066.54 toneladas C/año entre el estiaje y lluvias. Desafortunadamente no se pudo evaluar los transportes de detritos procedentes de la parte derecha del río, una estimación aproximada de estos detritos indicó que se exportaría hasta un 59% de la cantidad del lado contrario, es decir 1339.41 ton.C/año.

De acuerdo a Cundell et al (1979) del contenido total de materia orgánica en las hojas de *R. mangle* en las costas de Florida, hasta un 20% esta representada por materia orgánica disuelta (MOD). En este manglar la materia orgánica disuelta estimada durante la degradación es de aproximadamente 9.3%, tomando en cuenta la producción total de carbono del humedal (7173.01tonC/año); la contribución de la MOD fue de 667.08tonC/año, de esta cantidad aproximadamente un 50% es exportada. El carbono exportado como detritos y MOD derivada de la degradación de la hojarasca es de aproximadamente 3943.15tonC/año, esta cantidad representaba el 59.62% de la producción total de carbono producida vía hojarasca, a esta cantidad debe agregarse la contribución de la mortalidad arbórea, así como la degradación de raíces y pneumatóforos, así el carbono total exportado por el humedal es de aproximadamente 5,231.44 tonC./año. En la figura 112 se ha estimado la distribución de la biomasa arbórea total del manglar, de acuerdo a los criterios establecidos por Golley et al (1975), Ong et al (1979) y Brow et al (1979), distribuida como producción de hojarasca, producción de raíces y pneumatóforos, la regeneración del bosque vía semillas e hipocotilos, el consumo realizado por los organismos como cangrejos, así como el reciclamiento de la hojarasca a través de la MOP y MOD

dentro del bosque, la contribución de los microorganismos, incluso el material refractario (la estimación se realizó tomando en cuenta el (%) del material residual en las bolsas de degradación al final del experimento), todo expresados como toneladas de carbono.

La cantidad de carbono exportado hacia la zona marina fue semejante a aquella obtenida en los bosques de manglares más productivos a nivel mundial como en Panamá, Puerto Rico y Australia y mucho más elevado para otras latitudes geográficas y más lluviosas como sucede con Laguna de Términos Campeche (Day et al, 1987; 1996 Tovilla y González 1994), como se observa en la Tabla 68.

Tabla 68. Cantidad de carbono exportado hacia la zona marina en diferentes localidades a nivel mundial

Referencia	Localidad	KgC./h./día	tonC/h/año.
Golley et al 1962	Puerto Rico, Panamá	11, 11.6	4.01, 4.4
Heald 1969	Florida	7	2.5
Lugo et al 1980	Florida	2	0.73
Boto y Bunt 1981	Australia	11	4.01
Twilley 1985	Florida	0.1	0.05
Day et al 1996	Campeche	0.8	0.29
Este trabajo	Guerrero	11.5	4.3

Desafortunadamente la mayoría de evaluaciones se han realizado durante algunas semanas hasta unos cuantos meses (Golley et al 1962; Heald1969; Lugo et al 1976), esto ha limitado observar las fluctuaciones de este subsidio durante el año, incluso pocos trabajos han evaluados el aporte de MOD(Lugo et al 1980).

La exportación de detritos de este manglar es valiosa por tres razones: por la cuantía del material exportado, por el contenido de materia orgánica y por su descarga a una zona donde no existen aportes de grandes ríos hacia la costa. En el primer caso, diversas investigaciones han demostrado que la cantidad de carbono exportado por los ríos es directamente proporcional con la producción secundaria obtenida en la plataforma continental aledaña a la descarga (Odum 1970; Turner 1977).

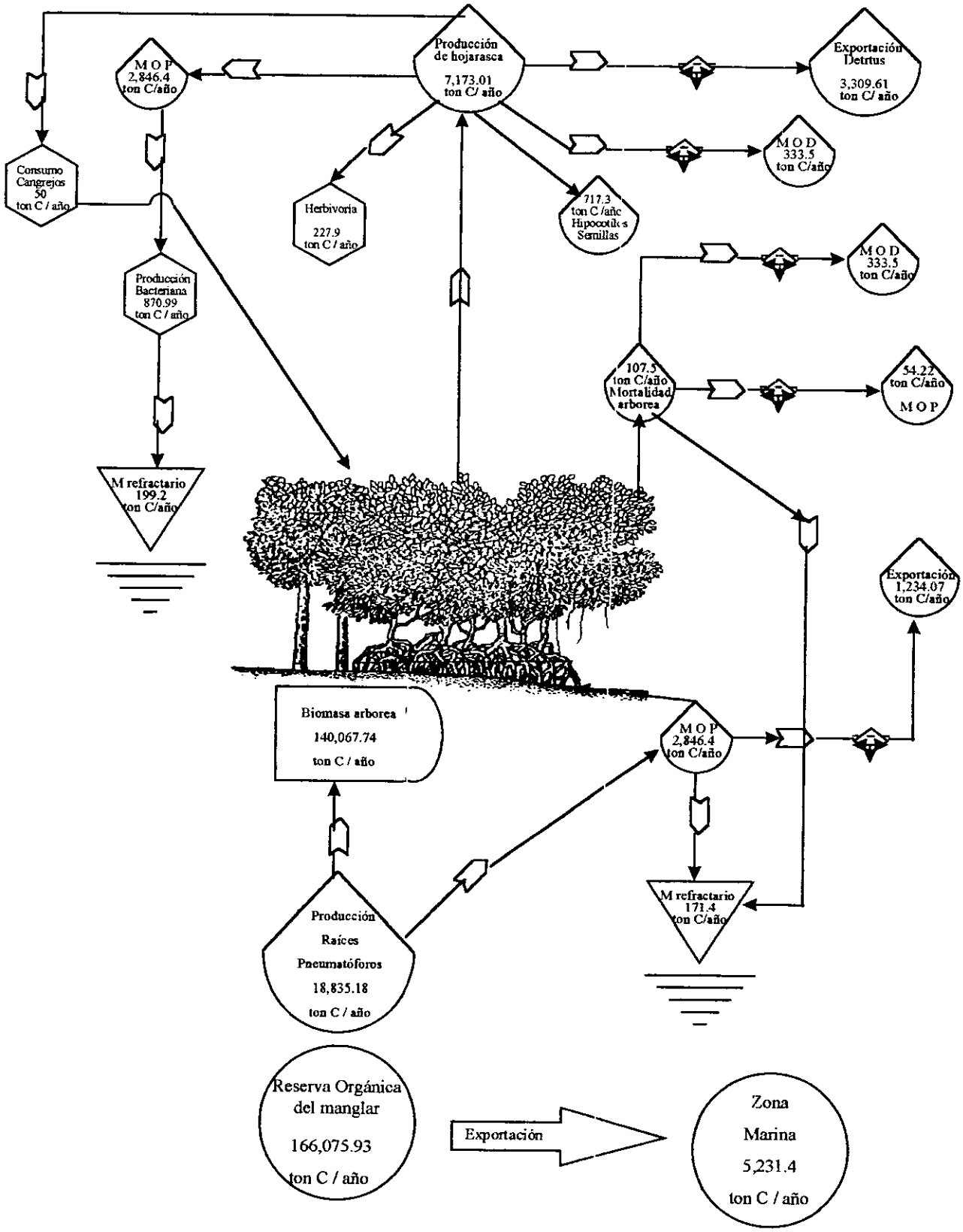


Figura 112. Biomasa arbórea del bosque (ton C / año). La distribución de ésta como hojarasca, raíces, pneumatóforos e hipocótilos; tambien se ha estimado la herbivoría y el reciclamiento de la MOP y MOD al interior del sistema y la exportación hacia la zona marina.

En Barra de Tecoanapa cada gramo de detritus exportado contenía 57.08% de materia orgánica, tomando en cuenta la velocidad y tiempo de degradación de la hojarasca estimada en las cuatro especies, este material fue removido de los bosques aproximadamente a los 45±15 días, cuando la degradación se encontraba a la mitad de la vida media, junto cuando presentaba un máximo de colonización bacteriana y un incremento en su calidad nutritiva. D'Croz (1980) registró en una localidad de Panamá, que los detritos exportados por un río presentaban contenidos de materia orgánica de 31-40%. En esta localidad, durante los meses de estiaje el contenido de materia orgánica en los detritus exportados disminuyó a menos de 40%, la remosión del material en esta época fue lenta y después de 120 días. Mientras que durante las lluvias la exportación sucedió en los primeros 15 días y con 80% de materia orgánica. D'Croz (1980) en una localidad de Panamá, estimó que los detritos exportados presentaban contenidos de 31 a 40% de materia orgánica. Robertson et al. (1989) en un manglar de Australia observaron, que un 72% de la hojarasca con 67% de materia orgánica era removida entre 10 y18 días posteriores a su depositación. Contrariamente a esto Day et al. (1996) en laguna de Términos estimaron que el tiempo de remosión de detritos dentro de las cuencas y los bosques de borde se lleva a cabo después de 200 a 300 días.

Del material exportado hacia el estuario, la fracción más pesada junto con la palizada, sedimentos y materia orgánica que arrastró el río; buena parte se depositaba en el lado izquierdo de la desembocadura donde se formaban grandes depósitos de julio a octubre; este material en los meses siguientes es redistribuido por el oleaje y el viento a lo largo de unos 2 a 3 km. de la playa. Las fracciones más finas junto con la carga sedimentaria fueron arrastradas durante todo el año por la corriente del río hacia la zona marina, formándose una gran pluma de descarga hacia el NW de la desembocadura. El subsidio del manglar hacia la zona marina constituye una parte importante de la cadena alimentaria, en la pequeña plataforma que existe al SE de Barra de Tecoanapa y donde algunas investigaciones han registrado gran abundancia de organismos demersales (Amezcua -Linares 1985)

Modelo de funcionamiento del sistema estuarino. En la primera parte del modelo se consideró los principales subsidios de materia y energía recibidos por este sistema. La segunda parte comprende el uso de los subsidios dentro del ecosistema de manglar. El sistema funciona como la suma de un todo, a partir de los subsidios de materia (nutrientes, sedimentos, agua dulce y salobre y materia orgánica) y energía recibidos (luz, temperatura, oleaje, vientos, marea y huracanes) estos subsidios permiten al aparato fotosintético producir una cierta cantidad de materia orgánica (el total de materia orgánica producida/por unidad de tiempo es la producción bruta del sistema, una parte de esta materia es utilizada por la vegetación para los procesos metabólicos de la respiración); de acuerdo a Brown y Lugo (1982), este proceso consume dependiendo del estado fisiológico de los manglares, grado de madures y tensores que actúen sobre el manglar entre un 40 a 55% de la producción bruta generada. Siendo los rodales ribereños las áreas sujetas a menor tensión ambiental los más productivos, este tipo de rodal en Barra de Tecoanapa produjo hasta 1550.1g/m^2 de hojarasca/año, descontando el gasto respiratorio, la producción neta es de aproximadamente 861.16gC/m^2/año o bien 8.61tonC/h/año, cantidades ligeramente menores se registraron en las cuenca (7.56 tonC/h/año) por abajo de éstos se ubicaron los rodales de borde(4.43 tonC/ha/año). La producción total de hojarasca en el manglar fue de 7,173 tonC/año, como se observa en la figura 113, ésta sólo corresponde a una parte de la producción total, otra parte se genera por medio del crecimiento constante de las raíces (4mm/día en raíces aéreas de *R. mangle*), tallos, ramas y corteza. La producción de hojarasca está estrechamente asociada al recambio foliar, que en el caso del mangle rojo y botoncillo fue de 1.07 y 2.6veces /año, de acuerdo a estos valores la perdida de hojarasca es inmediatamente recuperada por medio de la generación de hojas nuevas, la cual es mayor en los rodales jóvenes. Sobre la producción de hojarasca se ejerce un consumo directo por diversos organismos, de aproximadamente el 6.5%, equivalente a 227.9tonC/año; esta tasa puede aumentar súbitamente bajo condiciones de un cambio ambiental que induzca un forrajeo excesivo como se observó en el mangle rojo.

La mortalidad es un evento constante en los manglares, elevado en las primeras fases del desarrollo(95% en *C. erectus*) como se observó en las historias de vida de cada especie; cada especie desarrolla diferentes estrategias para sobrevivir y perpetuarse, por ejemplo

mientras que en el mangle rojo se observó una tasa de conversión entre de flores-hipocótilos -plantas maduras muy alta, en el mangle botoncillo cada árbol tiene que producir millones de semillas para asegurar la sobrevivencia de unas cuantas plantas. En el momento que éstas alcanzan la primera floración, la especie asegura su lugar en la comunidad y la mortalidad disminuye a menos del 1.5% anual, como se observó en los bosques y en todas las plantas cultivadas (Fig. 113). En todas las especies se estimó que la reproducción está sobradamente asegurada por la gran cantidad de flores-hipocótilos producidos; por ejemplo, en un año se producen un promedio de 278,169 hipocótilos/h de mangle rojo o bien durante dos época de floración al año se producen hasta 21,828,880 semillas/h de mangle negro.

La hojarasca que constantemente cae al piso de los manglares fue inmediatamente removida cuando se depositó en sitios inundados e inició el proceso de degradación el cual fue lento (252 días en el mangle rojo) en el caso del material rico en lignina y celulosa y muy rápido (50 días en el mangle negro) cuando las hojas presentaron menor contenido de estos compuestos. Durante la autólisis de las hojas, éstas ceden al medio cantidades variables de proteínas de origen vegetal expresadas como nitrógeno y fósforo total, siendo *A. germinans* y *C. erectus* las especies que más ceden estos elementos y *L. racemosa* donde el enriquecimiento bacteriano es mayor. Buena parte del material es exportado como detritus hacia la zona marina por medio de las corrientes de marea (3609tonC/año) y otra como materia orgánica disuelta (666 tonC/año), a lo largo de este proceso el material es sujeto de colonizaciones de diferentes microorganismos los cuales aumentan la calidad proteica del material (870.9tonC/año) una parte de éste, después de sucesivas colonizaciones se deposita en el fondo de los cuerpos de agua como material refractario(363tonC/año) de difícil degradación. La exportación de detritus y materia orgánica disuelta está acompañada por una exportación de cierta cantidad de nutrientes disueltos en el agua (38.33ton/año), como se observa en la figura 113.

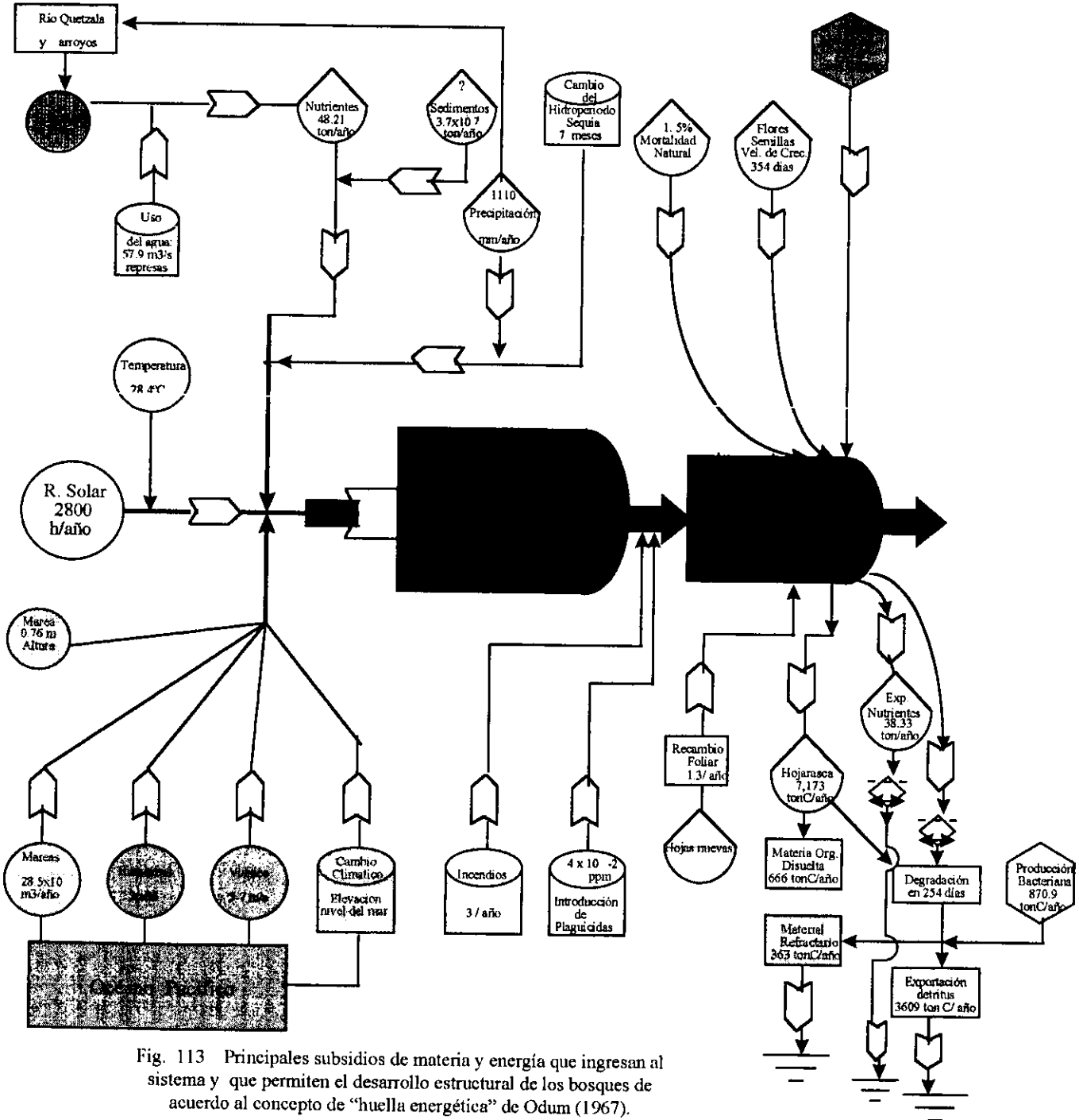


Fig. 113 Principales subsidios de materia y energía que ingresan al sistema y que permiten el desarrollo estructural de los bosques de acuerdo al concepto de "huella energética" de Odum (1967).

8. Complejidad del ecosistema. 2° Caso de estudio: Valoración de un manglar. La zonación se entiende como la sustitución de una o más especies vegetal por otras a lo largo de un gradiente ambiental en una determinada área geográfica, mientras que la sucesión es la sustitución de especies a lo largo del tiempo en esa misma área. Inicialmente la zonación era atribuida a un parámetro como la salinidad, las mareas y la topografía del sitio, como lo demostraron los primeros trabajos en diversas regiones del mundo (Watson 1928; Walter y Steiner 1936; Davis 1940; Thom 1969; MacNae 1968). Diversos estudios han centrado la discusión sobre si la zonación es un estadio de la sucesión, así como si los manglares presentan estadios estables y/o son comunidades en constante procesos sucesionales (Davis 1940; Thom 1967; 1975; Chapman 1970; Walsh 1974; Lugo 1980; Johnstone 1983; Woodroffe 1983; 1992; Wolanski et al 1992; Duke 1992, Smith 1992). Con frecuencia un perfil diagramático produce la impresión de que la zonación es una serie de bandas de vegetación alineadas en paralelo a la línea de costa; sin embargo de acuerdo a Tomlinson (1986) la zonación generalmente nunca se presenta como tal y es constantemente modificada por la topografía del lugar. Mientras que la temperatura del aire y el agua determinan los límites latitudinales de las especies de mangles (Blasco 1984; FAO 1994), la zonación de esta vegetación implica un mayor número de factores. En la actualidad se ha demostrado que la zonación en los manglares responde a una serie de factores abióticos y bióticos, Algunos de los mejores ensayos y trabajos realizados sobre el particular indican que estas comunidades presentan procesos sucesionales muy rápidos, por lo que la zonación puede verse drásticamente modificada de un año a otro. De acuerdo a Lugo (1980) y Johnstone (1983), la abundancia de nutrientes, el transporte de sedimentos, flujos de agua marina y dulce así como los cambios provocados por las tormentas tropicales, hacen que los manglares puedan alcanzar en tiempo breves estados clímax, como sucede con la madurez de estos rodales, los cuales alcanzan este estadío entre 20 y 30 años, este tiempo sólo representa la vigécima parte en un bosque de coníferas (Hughes y Fahey 1994; Lugo 1996). Desafortunadamente en América Latina no se han realizado estudios completos sobre zonación y sucesión en comunidades de manglares, en la mayoría de los casos, los que existen son breves descripciones sobre las comunidades (Menéndez 1976), los estudios más completos se han realizado en el sudeste asiático en Malasia, Tailandia, Indonesia, Filipinas,

India y Australia (Walter y Steiner 1936; Noakes 1952; MacNae 1968; Walsh 1974), los más recientes se han utilizado para la recuperación de áreas alteradas y para estudios de ordenamiento y administración de recursos (Fujimoto y Miyagi 1993; Ukpong 1995; Bunt 1996; Lee et al 1966).

En la figura 114. se han ordenado las interrelaciones entre los 20 factores más importantes que determinan la zonación y sucesión de los manglares en Barra de Tecoanapa. Estos factores se reducen a cuatro sumamente importantes: la topografía del sitio sobre la cual actúan el aporte de agua dulce, la marea y salinidad, determinando la zonación de los manglares. El río, los arroyos y las lluvias aportaron un volumen de agua dulce de aproximadamente $32x10^6/m^3$/año, cantidad mayor que el agua introducida por el mar, esto permite mantener valores de salinidad menores a los del agua marina en todo el manglar, reduciéndose el gasto energético metabólico provocado por la salinidad sobre los organismos. Aún cuando la altura promedio de las mareas durante el año es reducida (76cm.) el prisma de marea deja sentir sus efectos hasta en los puntos más distantes del sistema, esto se debe a que la anchura de la planicie costera es reducida. En el lado izquierdo del río la topografía ocupada por el manglar es más plana, las áreas no inundadas de los rodales están a 56cm. por arriba del nivel medio de los canales de marea durante las lluvias, mientras que en el lado contrario estas áreas llegan a 1.5m. La zona a la izquierdo del río recibe mayor influencia de éste, aquí dominan rodales tipo ribereños y en menor extensión de cuenca y borde. En el lado contrario del río, en la zona inmediata a éste existen extensos rodales de cuenca; en el resto de esta área los manglares se ubican a manera de franjas a lo largo de los canales de agua dulce y de mareas. Mientras que a lo largo de la zona de playas existe una franja de manglares de borde.

En este sistema se registraron dos tipos de modelos de zonación en los manglares. El primero en el margen izquierdo del río, con mayor influencia de agua dulce, donde *R. mangle* se distribuye desde el límite de los canales de marea hasta el pie de monte. Estos rodales son lavados por la marea unas 730 veces al año, los árboles de *R. mangle* alcanzan una mayor altura (20-26m) como se observa en la figura 115A. Inmediatamente atrás se ubica *L. racemosa*, donde la profundidad varía desde 30cm a suelo húmedo.

En esta parte del bosque la marea se reduce a unas 550 veces/año. En algunas zonas donde el grado de acidez es menor predomina la Ciperacea *Abilgaardia mexicana*. Hacia la parte interior predominan cuerpos lagunares donde la salinidad es baja, estos sitios están cubiertos por Typha. En la parte inmediata al río, la topografía del suelo se eleva (76cm.) separando a los rodales ribereños de las cuencas, aquí aparece *C. erectus* y algunos árboles de zona terrestre, durante las lluvias las cuencas sólo son lavadas unas 200 veces al año y la salinidad varía de 25‰ a 30‰. El modelo de zonación correspondiente al margen izquierdo del río se observa en la figura 115A.

Esta zonación es común en algunos manglares del Pacífico Mexicano, con aportes de agua dulce como sucede en Estero de Camichin, La Tobara, Teacapan y Mexcaltitlán en Nayarit (Rollet 1974a y b; Pool et al 1977), en reducidas áreas de Laguna de Pastoría, Manialtepec y Chacahua en Oaxaca, así como la Reserva de la Encrucijada (Ramírez-Gacía y Segura-Zamorano 1994) y Laguna Buenavista La Joya en Chiapas (Rollet, 1974). Ramírez-Gacía y Segura-Zamorano (1994) registraron una zonación muy semejante a ésta, en Laguna de Panzacola Chiapas. Por el contrario Ramírez-García et al (1995) registraron en la desembocadura del Río Santiago en Nayarit dos tipos de asociaciones, la primera y más extensa dominada por *L. racemosa* vs. *A. germinans* y *R. mangle* y la segunda dominada por *A. germinans* vs. *L. racemosa* y *R. mangle*.

En el Golfo de México esta zonación se ha observado en Laguna de Alvarado y en la parte central de Tamiahua, mientras que una distribución discontinua y menos abundante de *R. mangle* es común en algunos sistemas lagunares, siendo más abundante *A. germinans* y *L. racemosa*, como se ha observado en laguna de Términos sobre Isla del Carmen y el noreste del sistema(de la Lanza et al 1993; Rivera-Monroy et al 1995 a,b, Day et al 1996), así como en Laguna de Mecoacán (López-Portillo y Ezcurra 1983) y La Mancha (Rico-Grey y Lot 1983).

La zonación y distribución de las especies puede verse modificada al incrementarse el número de especies de mangles como sucede en Centroamérica donde existen hasta seis

especies, todas estas comunidades presentan precipitaciones >1000 y <2000mmm/año (Pool et al 1977; Jiménez 1988; Molina y Esquivel 1993; Pérez et al 1996), cuando la precipitación se incrementa, algunas especies sustituyen a otras como sucede en las costas del Pacífico de Colombia con precipitaciones > 4000 mm/año, donde *R. mangle* y *A. germinans* son sustituidas en espacio y desarrollo estructural por *L. racemosa* y *A. nitida* (Hernández y Mullen 1978 y Pinto-Nolla 1995).

En la franja derecha del río la zonación se inicia desde la playa sobre la zona de dunas, con formas arbustivas de *C. erectus*, por atrás se ha desarrollado una rara asociación de *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle* creciendo sobre suelo de arena sin inundación. Esta asociación atípica es resultado de una sucesión rápida debida a cambios geomorfológicos originados por la disminución del volumen del río durante los últimos 45 años; así como a las transgresiones del mar durante los últimos 100 años (Fig. 115B). En las márgenes predominaba un rodal ribereño, separado del mar por un rodal de borde de unos 100m. de ancho, el cual a medida que los aportes de agua dulce se redujeron y el canal disminuyó su anchura, fue quedando expuesto sobre grandes bancos de arena, como se observa hoy en día desde la desembocadura del río hasta el punto conocido como La "Barrita. En la actualidad en algunos sitios del margen interno del canal se registran restos de tocones de árboles de *L. racemosa* y *A. germinans*, los cuales debieron formar parte de la sucesión después que desapareció hace unos 40 años el manglar ribereño.

Hacia el interior del manglar *R. mangle* se restringe a la orilla de los canales, el nivel de inundación en el piso de estos bosques es menor a 20cm y la frecuencia de inundación las mareas no supera las 400 veces por año, como se observa en la figura 115B. Debido a que el aporte de agua dulce es menor aumenta la evaporación y la salinidad se eleva a 20 y 35‰ en el agua y suelo respectivamente, debido a estas condiciones la altura de los árboles de mangle rojo y blanco dificilmente supera los 12m., a medida que los canales se alejan del río el mangle rojo va siendo sustituido por el mangle blanco el cual tolera mayor salinidad, hasta las cuencas donde aparece *A. germinans*. En las zonas más elevadas y contiguas a los

canales de marea aparecen formaciones compactas de vegetación terrestre, las cuales ceden su lugar en las zonas más altas y menos húmedas a pastizales, palmas y *C. erectus*. Hacia tierra firme esta misma zonación se vuelve a repetir en sentido inverso(Fig. 115B). Esta zonación es característica de áreas donde la influencia de los ríos y arroyos es estacional, como se ha observado, Oaxaca, Sinaloa y Sonora, como los manglares de las Cabras, Huizache-Caimanero y El Verde en Sinaloa (Flores-Verdugo 1985, 1992); en Laguna de Corralero-Alotendo y en algunos sitios de Laguna Superior en Oaxaca y Laguna la Cruz en Sonora.

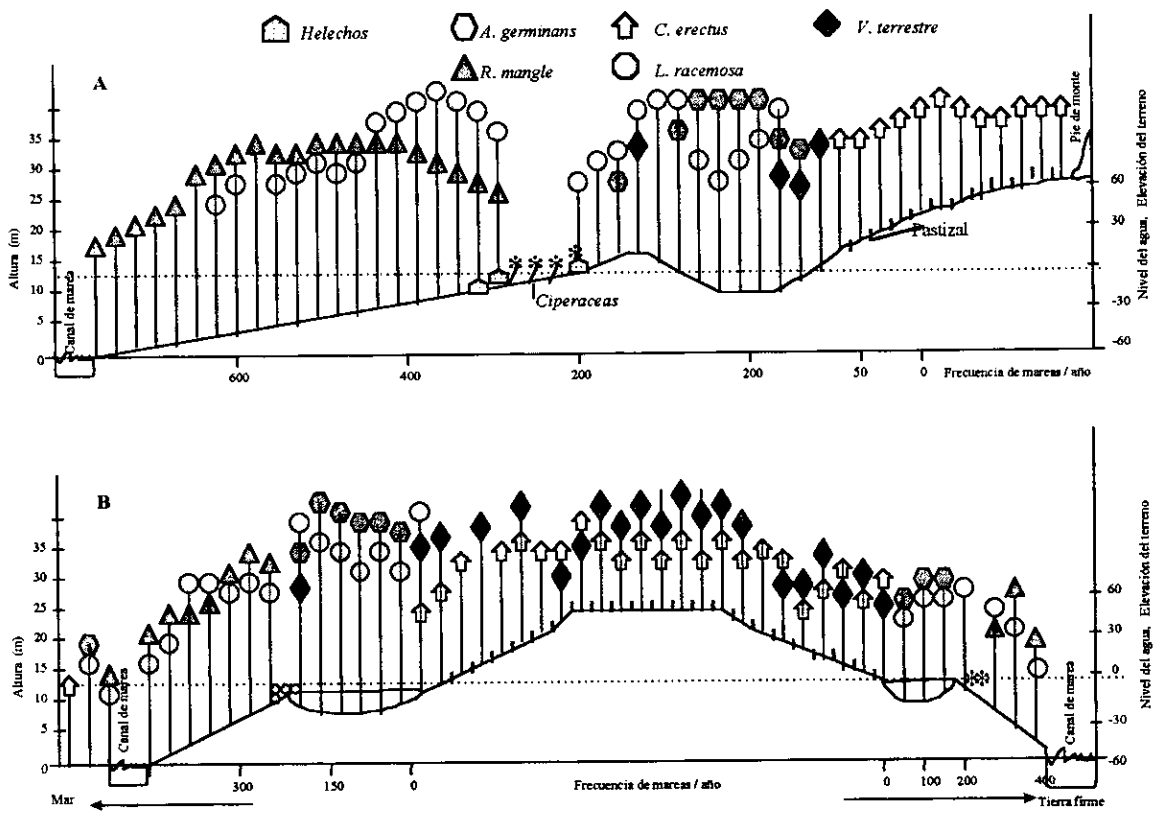


Fig. 115 Zonación del manglar. A) Margen izquierdo, B)Margen derecho del río.

8.2. Nivel de complejidad.

De acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1985) la arquitectura o estructura de los rodales no es una expresión al azar, más bien es el resultado de la interacción entre las características de crecimiento de los árboles, sus requisitos fisiológicos y las fuerzas ambientales que

operan sobre el sistema, por lo tanto, estructura y función del manglar están íntimamente ligadas. Odum(1967) introdujo dentro del estudio de los manglares el concepto de "huella energética", de acuerdo con este concepto el grado de desarrollo de un rodal está determinado por los flujos de energía y materiales disponibles en el sitio. Así la disponibilidad de flujos de agua dulce y marina, la entrada de nutrientes, el aporte de sedimentos y las mareas constituyen los subsidios más notables a los rodales, en la medida que estas energías sean abundantes los rodales adquirirán un mejor desarrollo, por el contrario, los tensores como los periodos de sequía, exceso de sal, falta de agua dulce, etc., constituyen sumideros de energía que disminuyen la energía disponible para el desarrollo del rodal. De acuerdo a Odum (1967) el desarrollo estructural alcanzado por un rodal, es función de los niveles y periodicidad de las energías subsidiarias y de la naturaleza e intensidad de los tensores presentes, es decir de la huella energética del sitio.

Odum (1967) el desarrollo estructural alcanzado por un rodal, es función de los niveles y periodicidad de las energías subsidiarias y de la naturaleza e intensidad de los tensores presentes, es decir de la huella energética del sitio.

El término huella energética sugiere que cada sitio presenta una huella diferente (como las huellas dactilares), por lo que las posibilidades son infinitas. En cambio, la variabilidad posible en la estructura de la vegetación está limitada por la plasticidad de las especies involucradas y su capacidad para ajustarse al medio (Cintrón y Schaeffer 1983, 1985), por lo tanto en sitios donde la huella energética es similar, la respuesta de la vegetación debe ser en consecuencia y los rodales debieran alcanzar grados de desarrollo similares. La clasificación de los manglares desarrollada por Lugo y Snedaker (1974) y modificada por Cintrón et al (1980) asocia dentro de ciertos ámbitos los tipos de rodales donde la huella es similar, por esta razón cada tipo de tipos (ribereños cuenca, borde, de islote y enanos) poseen rasgos específicos y este sistema de clasificación es de gran utilidad. Durante el desarrollo de estos rodales ocurren cambios o ajustes en la estructura de cada parcela como resultado de la competencia por luz, nutrientes y espacio disponibles, lo cual permite un aprovechamiento adecuado del sitio.

Diámetro y altura de los rodales. En los vegetales terrestres existe una simetría entre la altura del rodal y su DAP, esta simetría se mantiene desde el desarrollo temprano del vegetal hasta que alcanza su máximo desarrollo; en los manglares esta relación no siempre es así debido al sistema de raíces aéreas. De acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1985) en *R. mangle* el aumento del diámetro está íntimamente asociado con un incremento en la altura de los árboles, en Barra de Tecoanapa esta simetría no se registró en esta especie y las regresiones DAP/altura registraron coeficientes muy bajos; esto se debe a que los árboles presentaban tallos gruesos en todas las parcelas y alturas muy variables (10-14m), provocado por la arquitectura del conjunto de raíces aéreas la cual es muy variable. En un buen número de árboles las raíces aéreas que sustentan los troncos se elevaban de 1.5 hasta 4m. de altura, además en los árboles más viejos todo el fuste inclinaba lateralmente reduciéndose la altura, incluso se registró una bifurcación constante en los tallos que provocó una gran dispersión de datos. Esta misma situación se presentó en *C. erectus*, aún cuando no presenta raíces aéreas, tiende a desarrollar fustes gruesos y árboles achaparrados (4-6m) que ha medida que crecen, se deforman los troncos con algunas protuberancias laterales y costillas alargadas.

L. racemosa es la especie con mayor simetría entre el incremento en DAP y la altura, ésta tiende a desarrollar árboles esbeltos, aún bajo condiciones de estres presenta un buen desarrollo en los fustes y una gran altura 4.5-22m, y con una simple medida del DAP se puede predecir la altura del árbol. *A. germinans* presenta diversidad de formas y resulta difícil predecir su altura con una sola medida (Cintrón y Schaeffer 1985), esto se complica más cuando está expuesta a condiciones de estres ambiental. En este rodal el mangle negro presenta alturas de 6.5-20m y fustes muy gruesos (27.1cm) cuando la salinidad es baja.

Diámetro y densidad en los rodales. Cintrón y Schaeffer (1985) utilizando los datos disponibles en la literatura sobre 114 rodales de América, relacionaron el diámetro medio de los rodales y la densidad de árboles en 0.1ha., observando que para todos los rodales e independientemente de su tipo fisiognómico, el número de arboles/h está estrechamente relacionado con el diámetro medio del rodal. Utilizando esta gráfica se incluyeron los datos de DAP vs. la densidad obtenida en seis de los tipos de rodales estudiados en Barra de

Tecoanapa. Los resultados indican que los rodales de esta localidad presentan densidades bajas tanto para los árboles jóvenes como en los maduros (2810 a 3190/h) siendo *L. racemosa* la que presenta mayores densidades(Fig. 116). La densidad disminuye fuertemente en los rodales maduros de esta localidad (880 a 980 árboles/h), sin embargo el grosor de los rodales maduros de Barra es semejante a aquella observada en rodales de zonas más húmedas como Costa Rica y Panamá. Diversos trabajos han encontrado que la mayor densidad ocurre en los manglares de borde, donde también ocurre la mayor mortalidad, posteriormente se ubicaron las cuencas y finalmente se situaron los rodales ribereños (Pool et al 1977, Martínez et al 1979; Lugo et al 1980; Day et al 1987; Komiyama et al 1987). En esta localidad sucedió lo mismo en los manglares de borde sin embargo la densidad observada en los rodales ribereños fue mayor que en las cuencas como se observa en la figura 116. Cintrón y Schaeffer (1984) afirman que el número de árboles dentro de un rodal está en función del grado de desarrollo alcanzado por el bosque, un desarrollo rápido resulta en una reducción del número de árboles en pie, especialmente en el número de los más pequeños, como se observó en todos los lotes cultivados y en las parcelas estudiadas. Las mortalidad observada en los lotes sobrepasó el 30% en plántulas menores de un año y un metro de altura en *R. mangle* y *A. germinans*, en plantas >2.5cm de DAP y 2.5m de altura la mortalidad se redujo a 11%, mientras que en los rodales maduros de este manglar la mortalidad es menor a 1.1%, tasas de mortalidad ligeramente mayores (2.3%) fueron registradas por Putz y Chan (1986) en un manglar de Malasia sobre *Rhizophora apiculata*. *Bruguiera parviflora* y *B. cylindrica* a lo a largo de 61 años, mientras que Tam et al (1995) registraron en *A. corniculatum* hasta 12.5% de mortalidad en un manglar de China.

Incrementos de DAP y altura en *R. mangle* y *L. racemosa*. En las plantas jóvenes el incremento del (DAP) es rápido, siempre y cuando las plantas no presenten solapamiento en las copas, como se observó en los lotes cultivados, esta velocidad disminuye paulatinamente a medida que los árboles se hacen adultos y compiten fuertemente por nutrientes y luz con sus vecinos, en Barra de Tecoanapa en un rodal ribereño maduro se registró el incremento diamétrico anual (DAP) y de altura durante 40 meses para un conjunto de (89 y 74) árboles de *R. mangle* y *L. racemosa*, este bosque es estructuralmente uno de los más complejos de

este manglar, en promedio *L. racemosa* registró un incremento anual mayor tanto en DAP como en la altura que *R. mangle* (0.67-0.63cm vs. 0.44-0.55cm). Se registraron cinco y cuatro clases diamétricas en las dos especies (4.0-48cm) como se observa en la Tabla 69.

Tabla 69. Incremento en diámetro y altura en árboles de *R. mangle* y *L. racemosa* en un rodal maduro de Barra de Tecoanapa durante 40 meses de estudio.

R mangle DAP	4.0-10	11-20.0	21-30.0	31-40.0	41-48
Incremento cm.	0.49/0.65	0.58/0.54	0.96/0.52	0.97/41	1.24/04
L. racemosa DAP	0.33/0.48	0.50/0.69	1.03/0.57	0.81/0.42	-

La regresión con los datos (DAP y altura) tomados en abril-mayo de 1991 y septiembre de 1994, indicó en *R. mangle* coeficientes de correlación muy bajos debido a la arquitectura estructural de esta especie y un poco más altos en *L. racemosa* como se observa en la figura 117 A,B,C,D. En el mangle rojo los mayores incrementos se registraron en los árboles más grandes por el contrario el mayor aumento de altura se dio en los más bajos. En el mangle blanco esto sucedió en la clase de 21 a 30cm de DAP y en la clase de 10 a 20cm se observó el mayor desarrollo de altura. Los registros obtenidos en este bosque sobre incremento de DAP y altura son semejantes a los obtenidos en *R. mangle* y otras especies en otras localidades, Golley et al (1962) registraron en Puerto Rico incrementos anuales de DAP en árboles de *R. mangle* desde 0.0 a 0.58cm, Lugo y Snedaker (1973) y Cintrón y Schaeffer (1984) reportaron en manglares de Florida incrementos en *R. mangle* de (0.08-0.16 y 0.12-0.22cm/año), Day et al (1987) en Laguna de Términos, para estas especies cuantificó incrementos de 0.9 a 2.7cm/año en un rodal ribereño, mientras que Jiménez (1988) en el trópico seco de Costa Rica registró en *R. racemosa* incrementos de 0.22cm/año en un bosque ribereño. En el sudeste asiático en plantaciones de manglares se han observado incrementos de 0.92 y 0.17cm/año en manglares de 6 a 11 años de *R. apiculata* (Noakes, 1955), mientras que Putz y Chan (1986) registraron en árboles maduros de *R. apiculata* (0.09-0.35cm/año), *B. cyclindica* (0.22cm/año) y en *B. parviflora* (0.51cm/año). Los incrementos mínimos encontrados en Barra de Tecoanapa en los árboles más pequeños de las dos especies se deben a que estos presentaban gran solapamiento en las copas, por lo que su desarrollo se ve muy limitado. Los registros sobre incrementos obtenidos en *L. racemosa* son los únicos registros en la literatura.

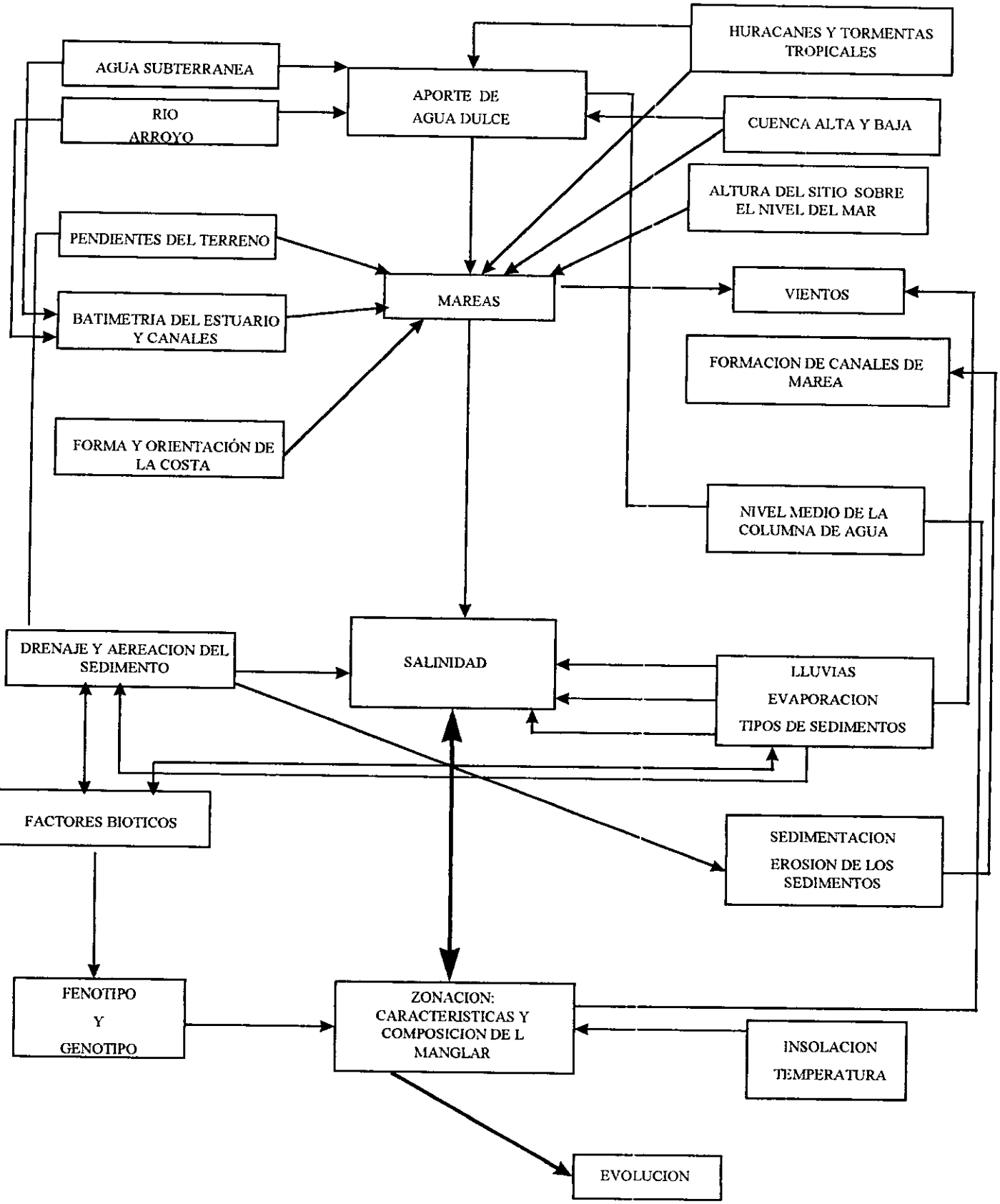


Fig. 114 Factores abióticos y bióticos que determinan la zonación del manglar en Barra de Tecoanapa, Guerrero. (Modificado de Oliver 1979).

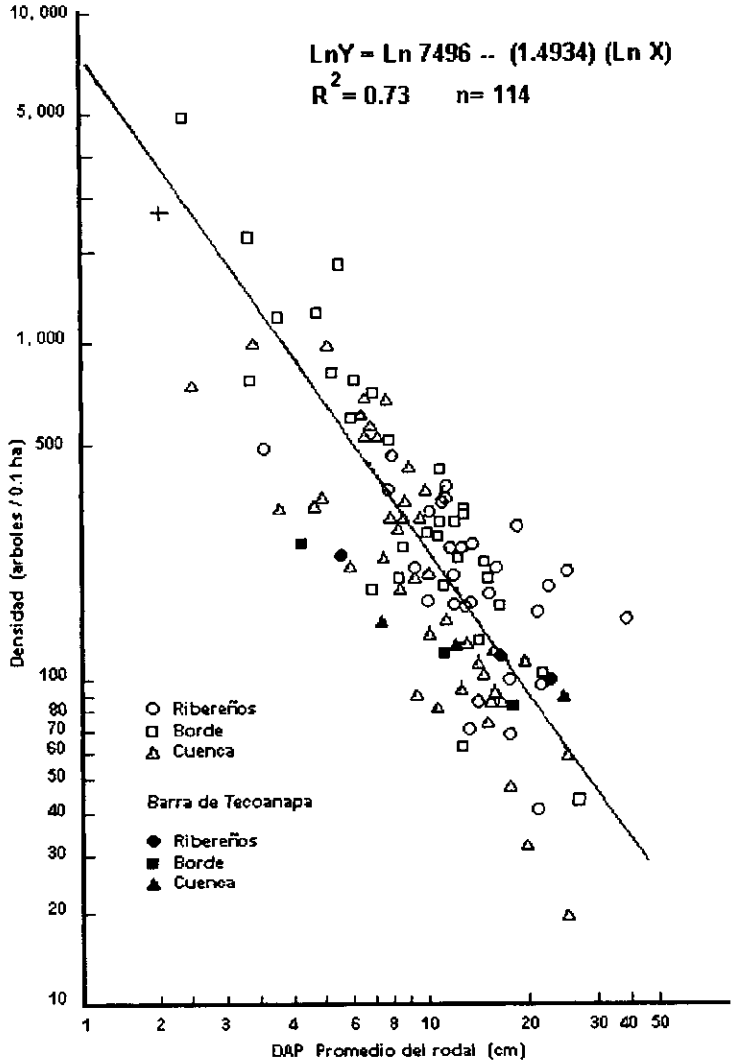


Fig. 116 Relación entre el diámetro medio y la densidad del rodal para 114 rodales de América, entre los cuales se han incluido los de Barra de Tecoanapa. (adaptado de Cintrón y Schaeffer 1985)

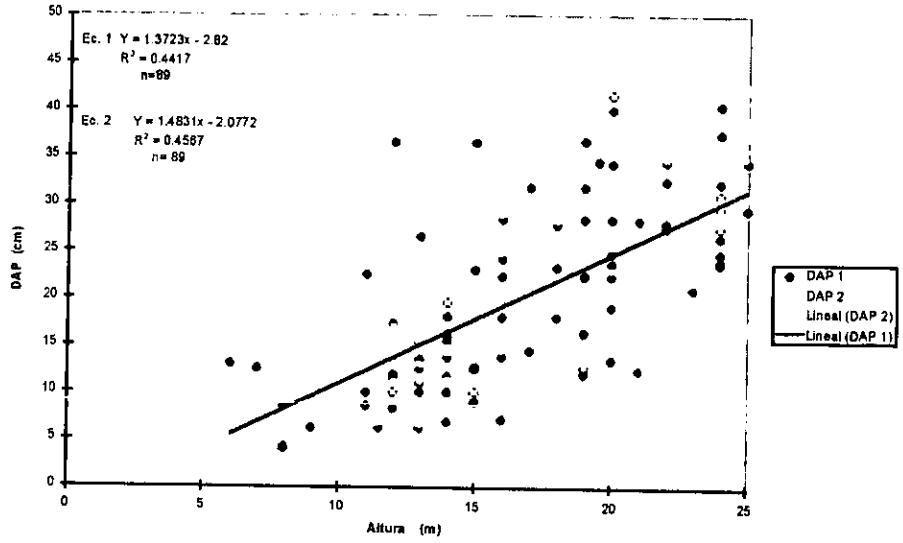


Fig. 117 A Incremento del DAP en un bosque maduro de *R. mangle*

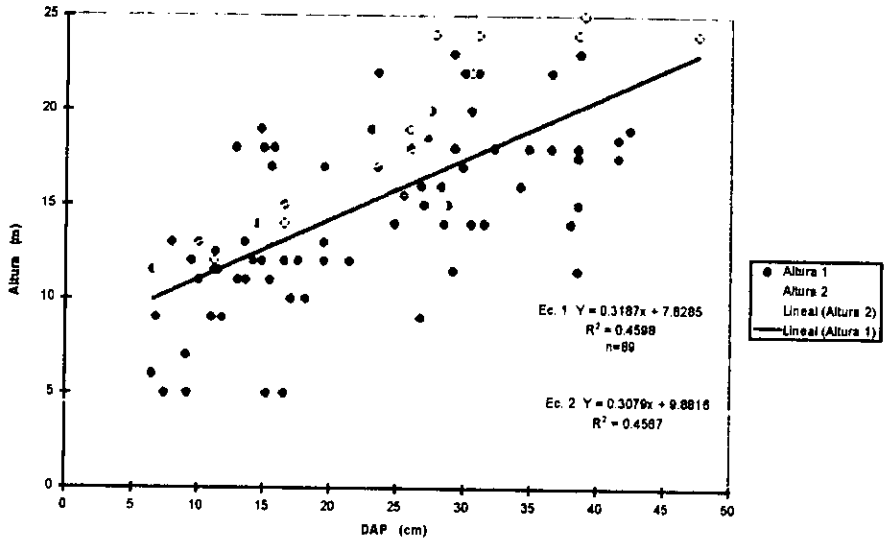


Fig.117 B Incremento en altura de *R. mangle* en un bosque maduro

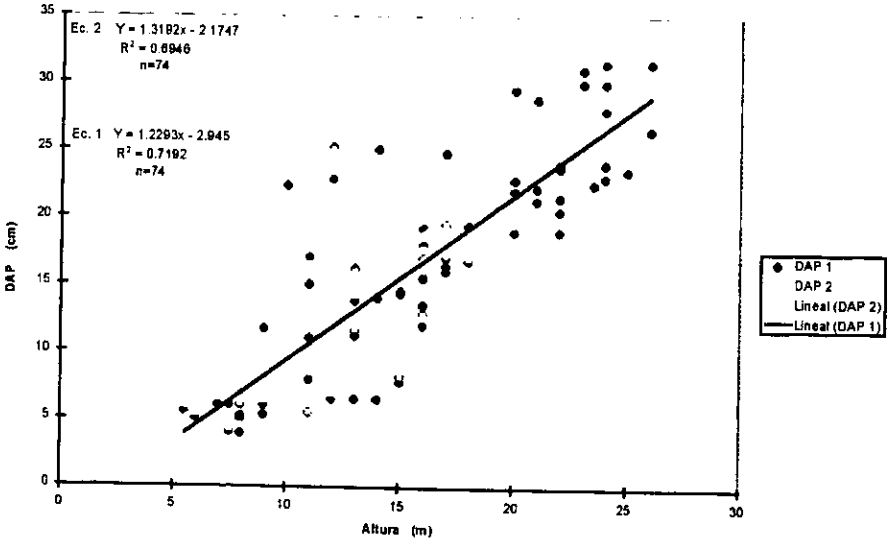


Fig.117 C Incremento del DAP en un bosque maduro de *L. racemosa*

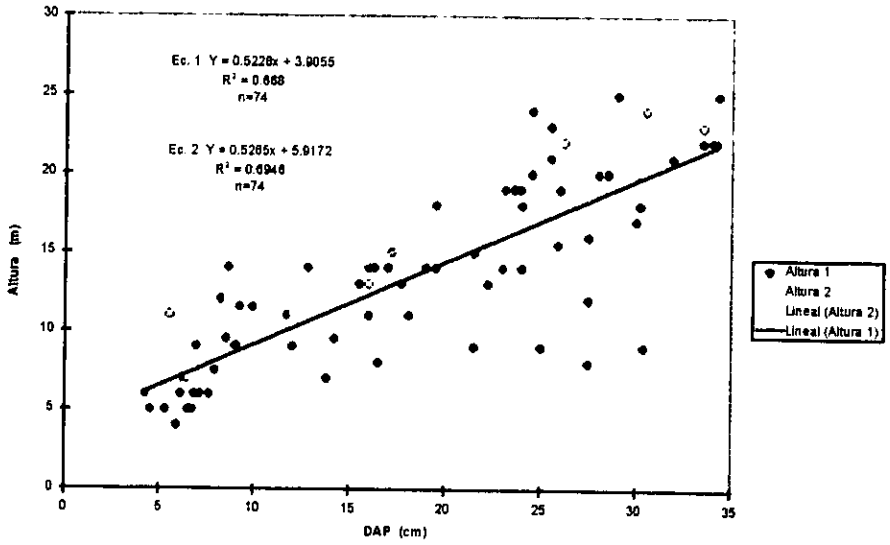


Fig. 1170 Incremento de altura de los arboles de *L. racemosa* en un bosque maduro.

Diámetro de las coronas. El diámetro de las coronas es un parámetro de mucha utilidad en silvicultura, debido a que éste determina el espacio ocupado por un individuo, de acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1984,1985) la relación entre el diámetro medio y la densidad del rodal está fuertemente asociada al tamaño de las coronas o copas siempre y cuando el crecimiento de las copas esté limitado por otros árboles, en rodales donde los árboles se encuentran muy dispersos esta condición dificilmente se cumple. Es muy probable que el factor determinante sea el grado de solapamiento que puede soportar el rodal, también conocido como índice de área foliar (IAF), un IAF elevado provoca una rápida atenuación de la luz y como las especies que constituyen el manglar son poco tolerantes a poca luz este índice debe ser bajo según Cintrón y Schaeffer (1984). En este trabajo no se calculó el IAF debido a su dificultad. El mayor diámetro en las copas se registró en *A. germinans* (3.1 a 5 9m) como se observa en la figura 118, esto se debe a que el mangle negro no tolera competencia lateral, incluso las plantas del mangle negro sólo prosperan en los sitios donde existe entrada directa de luz, en general en los rodales de cuenca donde prospera esta especie no existe un sotobosque. *L. racemosa* puede ocupar los pocos espacios laterales y por abajo del mangle negro, fuera de esta especie ninguna otra tolera la fuerte competencia establecida por el mangle negro dentro de los rodales. En esta especie existe una fuerte asociación entre el diámetro de los árboles y el tamaño de las copas, contrario a lo observado entre el diámetro y la altura, esta situación también ha sido observada *en Avicennia marina* (Tam et al 1995). El diámetro de las coronas de *R. mangle* y *L. racemosa* se ubicaron en seguida del mangle negro, siendo ligeramente más grandes las del mangle rojo (1.2 a 4.1m), en estas especies el diámetro de las copas está fuertemente asociado con el incremento diamétrico de los árboles (Fig. 118), Banus y Kolehmainen (1976) y Weishaupl (1981) afirman que tanto *R. mangle* como *L. racemosa* son especies exigentes de niveles elevados de luz, en Barra se observó que ambas especies pueden tolerar un gran solapamiento lateral pero no en las copas. *C. erectus* registró el tamaño de corona más

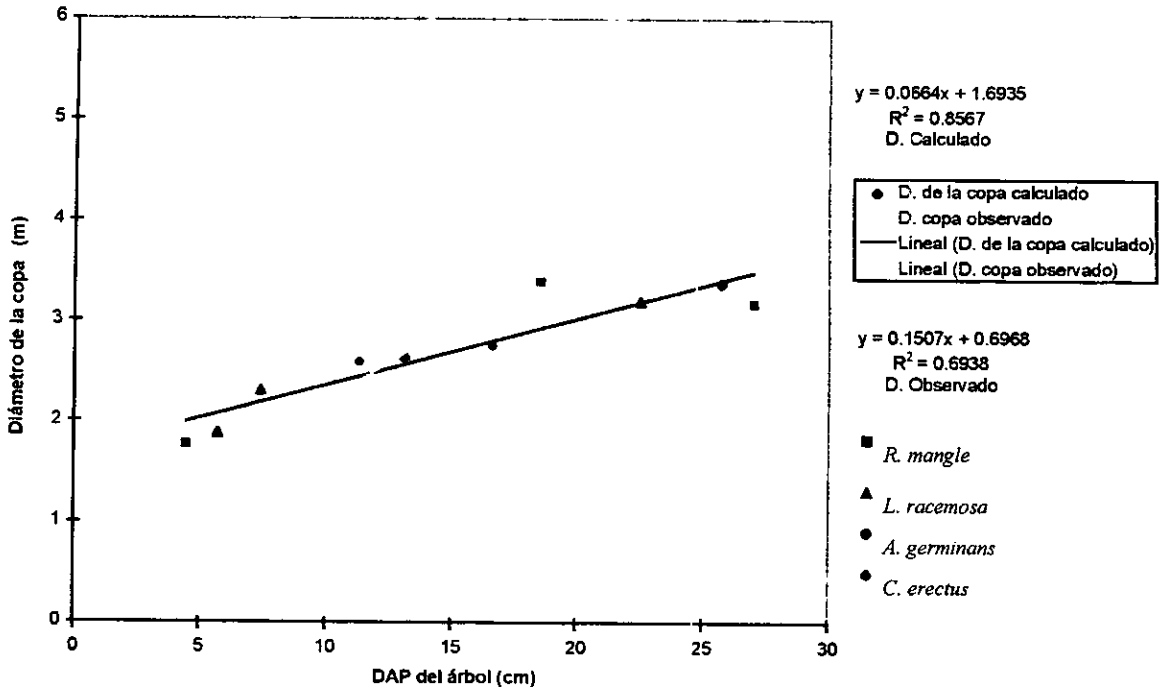


Fig.118 Relación entre el DAP/diámetrode las copas para las cuatro especies de mangles en diferentes tipos de rodales : valores observados y calculados.

pequeño (1.4 a 3.0m) esta tendencia se mantiene aún cuando los árboles se encuentren muy espaciados como en sitios de pastizal donde los árboles se encuentran dispersos. En la figura 118. Se observa la relación DAP/diámetro de las copas de las cuatro especies de mangles obtenidas en el campo así como los diámetros calculados según Cintrón y Schaeffer (1985). Al relacionar los dos conjuntos de valores se observó que estos son semejantes sólo en los árboles más jóvenes, mientras que a medida que los fustes incrementan su DAP las coronas se dispersan. El diámetro de las coronas observadas en el campo son más grandes, esto es más evidente en *A. germinans*.

Diámetro (DAP) y su relación con la producción de hojarasca.

Diversos trabajos han asociado el diámetro medio de los rodales con la producción de hojarasca(Pool et al 1975; 1977; Cintrón y Schaeffer 1983; 1984). Cintrón y Schaeffer(1983) afirmaron que existe una correlación muy estrecha entre el incremento diamétrico y la producción de hojarasca en muchos rodales, debido a que la copa se renueva anualmente, por ejemplo Pool et al (1975) estimaron en Florida, que para los rodales menores a 10cm. la caída de hojarasca (g/m^2/año) era muy semejante a la biomasa foliar en

los arboles(g/m^2), así mismo calcularon que la tasa de renovación anual de las hojas fluctuaba de 0.5 a 1.4 veces por año en *R. mangle.* La tasa de renovación anual de las hojas en las cuatro especies de mangles en Barra de Tecoanapa es semejante en el mangle rojo y mayor en el mangle negro a la reportada por Pool et al (1975) y más rápida en el resto de las especies. Al sobreponer los datos de producción de hojarasca vs. DAP obtenidos en este humedal, sobre los registros en Florida, Puerto Rico y Brasil obtenidos por Cintrón y Schaeffer (1985), se observó que los registros obtenidos en este sistema, presentan un grado de correlación más alto que los de aquellas localidades, como se observa en la figura 119. La producción de hojarasca obtenida en rodales jóvenes (7.5 a 15cm) en Barra de Tecoanapa, es más elevada que en Florida y Brasil aún para especies tradicionalmente reportadas como de producción baja como *L. racemosa* y *C. erectus*, mientras que la producción en rodales maduros (18 a 26cm)de Barra de Tecoanapa en *A. germinans* y *R. mangle* es muy superior a la obtenida en los manglares maduros y más productivos de Puerto Rico.

Area Basal e Indice de Complejidad de Holdridge.

En un análisis de los manglares de la zona del Caribe, Cintrón y Schaeffer (1983; 1985) afirmaron que los rodales ribereños presentan la mayor área basal de todos los manglares (29.8 a $33m^2/h$), seguido por los de cuenca (15.3-$22.2m^2/h$) y los rodales de borde (9.2-$18.4m^2/h$), sin embargo, los valores propuestos por estos autores están muy por abajo de otros registros obtenidos en otras localidades a nivel mundial (Golley et al 1962; Pool et al 1977; Jiménez y Soto 1985; Amarasinghe y Balasubramaniam 1992; Molina y Esquivel 1993; Saifullah et al 1994; Ramírez-García y Segura-Zamorano 1994,). En Barra de Tecoanapa las áreas basales mayores se registraron en los manglares ribereños, seguido por los de cuenca y borde , como se observa en la (Tabla 70),

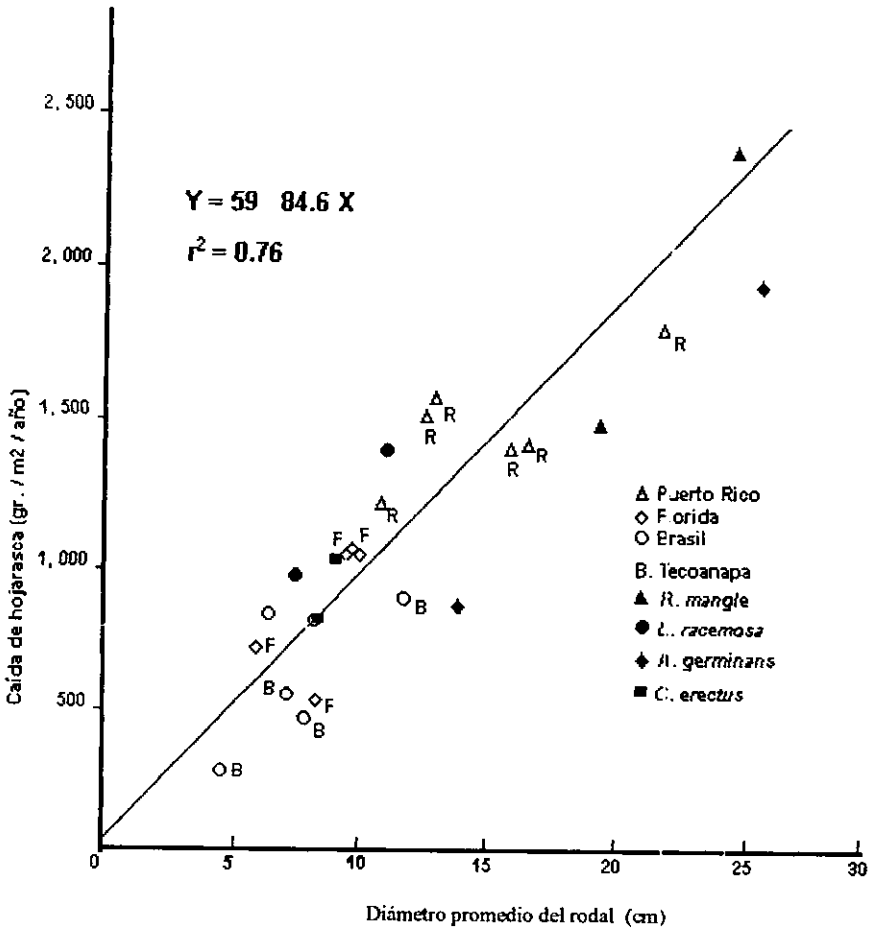


Fig. 119 Relación entre el diámetro medio del rodal y la caída anual de hojarasca en manglares ubicados a diferentes latitudes, donde se ha incluido la producción por especies en Barra de Tecoanapa. (adaptado de Cintrón y Schaeffer 1985)

En el caso de los rodales ribereños y los de cuenca las áreas basales de este sistema lagunar sólo son superados por valores obtenidos en las costas del Caribe de Costa Rica y Nayarit con bosques muy semejantes en DAP y altura (Pool et al 1977); y semejantes a los rodales de este tipo reportados por Ramírez-García y Segura - Zamorano(1994) en Laguna de Panzacola en Chiapas, mientras que los manglares de cuencas de Barra de Tecoanapa superan ampliamente a sus homólogos en Laguna de Términos como se observa en la Tabla 70.

Los manglares de borde en Barra de Tecoanapa son más bajos que aquellos estudiados en El Verde Sinaloa, Agua Brava Nayarit y Laguna de Términos Campeche

(Flores-Verdugo 1985; 1990; Day et al 1996) y solo superan a los registros de Nayarit obtenidos por Ramírez-García et al (1995).

Tabla 70. Área basal e Indice de Complejidad en algunos rodales ribereños, cuenca y borde en algunas localidades geográficas a nivel mundial.

Localidad	Asociación/t. bosque	Area basal m^2/ha	Indice de complejidad	Referencia
Costa Rica.	R-L-A-Pt / R.	96.4	84.5	Pool et al 1977
Costa Rica	R-L-A-P/R-B	23.2-32.9	10.3	Pool et al 1977
Costa Rica	R/Rr-B	17.4	-	Jiménez 1988
Puerto Rico	R-L-A/C-B	17.8	16.7	Pool et al 1977
Florida	R-L-A/R-B	20.3-38.5	23.4-27.7	Pool et al 1977
El Salvador	R-R-L-A/R-C	30.2	-	Molina y Esquivel 1993
Colombia	R-L-A-C/B	1.3-5.8	-	García 1994
Sri Lanka	Rm-Am /R	10.2-6.3	22.1-8.11	Amarasinghe y Balasubramaniam 1992
Sri Lanka	Rm-Am /B	2.7-33.1	1.38-6.7	Amarasinghe y Balasubramaniam 1992
Nayarit	R.L.A/R-B	57.8-60.8	49.3-72.2	Pool et al 1977
Nayarit	A-L-R-C/R-B	0.01-0.05	-	Ramírez et al 1995
Nayarit	L-R-A/B	14.0	-	Flores-Verdugo 1990
Sinaloa	L /B	7.9-11.9	10.4-11.6	Flores-Verdugo 1985
Chiapas	R-L-Pa/R	41	-	Ramírez y Segura 1994
Campeche	A-R /C	3.8	2.8	Day et al 1996
Campeche	A /A	10.4-11.9	21.2-11.4	Day et al 1996
Campeche	A-R-L /B	26.3	22.9	Day et al 1996
Guerrero	R-L /R	40.4-47.5	61.9-69.6	Tovilla 1998
Guerrero	A-L /C	29.4-49.6	30.6-42.0	Tovilla 1998
Guerrero	A-L-C-R /B	3.5-8.9	10.5-13.1	Tovilla 1998

Asociaciones: *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans*, *Pterocarpus officinalis*, *R. racemosa*, *R. mucronata*, *A marina* y *C. erectus*. Tipos de bosques: Ribereños, Cuenca, Borde y Arbustivos.

Los rodales ribereños y de cuenca dominados por *R. mangle*, *L. racemosa* y A. *germinans* presentan índices de complejidad elevados, debido a que poseen un gran diámetro en los tallos, gran altura y más de una especie por parcela, por el contrario en los rodales de borde aún cuando la densidad de árboles es elevada el porte y la altura de los fustes es baja, en el caso de *C. erectus* del cual sólo existe un registro (2.7m2/0.1ha y 336 árboles/h)(García 1994) presentó áreas basales bajas y un índice de complejidad semejante a los bosques de bordes.

Características del sistema lagunar. Este sistema lagunar estuarino aún cuando presenta una extensión mayor a mil hectáreas, además de estar situado en el límite de una playa declarada como zona protegida para tortugas marinas, no aparece en el listado de humedales del Pacífico Mexicano (INE, 1997, Conabio 1996), su desconocimiento también es grave en el inventario de las Lagunas Costeras Mexicanas (Lankford 1977; Contreras 1988).

En el área que rodea al sistema existen actividades humanas en un 69.2% del área, las cuales repercuten sobre la salud del manglar, amen del uso extensivo del agua del río así como de la extracción de arena, grava y rocas que se realiza en la cuenca media del río. Por su extensión las actividades agrícolas son las más dañinas sobre el manglar, una gran extensión está cubierta de plantaciones de coco, cultivo iniciado hacia finales de la década de 1960, debido al elevado precio del aceite así como su uso extensivo en la elaboración de jabón (SAG, 1972, SARH 1982). En la actualidad debido a la caída del precio de estos productos así como la aparición de plagas en los cocoteros la actividad es marginal. Por esta razón desde finales de la década de los 80's se han sustituido algunas áreas de este cultivo por plantaciones de mango, plátano y limón, cultivos que durante los últimos años han incrementado en forma notable el área cultivada debido a la demanda que existe en el mercado. De los cultivos de temporal el tradicional de maíz, chile, frijol, sandía, papaya y ajonjolí ocupan las áreas más cercanas a los manglares, la apertura de nuevas áreas de cultivo además de la destrucción del hábitat, utilizan plaguicidas y herbicidas los cuales ya se

registran en algunos organismos como se discutirá posteriormente. Lo más preocupante es que durante los últimos años algunas de estas actividades como el cultivo de coco, maíz, calabaza, ajonjolí y mango han comenzado a realizarse dentro del manglar, durante el periodo de 1993-1996 en un 6.6% del área existía algún tipo de cultivo. Otras actividades humanas como la incipiente ganadería desarrollada por algunos habitantes de la comunidad también son muy dañinas sobre los bosques de manglar debido a que liberan a los animales dentro de las zonas de manglares principalmente sobre la zona más cercana al río, el paso constante de los animales así como el consumo de los brotes nuevos ha provocado una grave alteración en la recuperación natural de los bosques. Un análisis por medio de fotografías aéreas entre 1979 y 1994 de las áreas de cultivo que rodean al sistema indicó que las fronteras agrícolas solo se han incrementado en un 18.4%, cantidad relativamente pequeña tomando en cuenta el crecimiento de la población y el periodo analizado; sin embargo visitas realizadas durante 1997 y 1998 indican una pérdida de áreas de manglar en el lado derecho del río de aproximadamente 55h, afectando rodales bien conservados hasta hace poco tiempo. De este incremento la apertura de nuevas áreas para la ganadería creció en un 9.5%.

8.3 Estudio de caso: Costos beneficios del cambio en el uso del suelo. En febrero y abril de 1992, la parcela fue talada y quemada. De mayo a octubre se cultivó 3.5 has. de maíz de las cuales se cosechó un promedio de 540kg./h, para una cosecha de 1890kg de maíz a razón de 45 centavos/kg. = $ 850.5. En 1993 se redujo el rendimiento a unos 190kg/h, para un total de 665 kg. de maíz (1kg/60centavos) = $399.0, en 1994 el sitio fue abandonado. Tomando en cuenta los costos-beneficios obtenidos por el campesino a lo largo de cinco meses del ciclo de cultivo y en relación con los ingresos obtenidos por un pescador mensualmente se puede deducir que las ganancias son muy limitadas y el daño provocado muy elevado, como se observa en la Tabla 71.

Mientras que un pescador asalariado obtuvo en cinco meses de actividad $800.00 pesos el campesino $642.50, esta situación fue más crítica en el siguiente ciclo, este es un

ejemplo de una situación que con mucha frecuencia sucede en las costas del país aunado a la perdida del recurso en especies de flora, fauna y la belleza estética del sitio.

Desde diciembre de 1992, el sitio presentaba un proceso de salinización acelerada, además del incremento de la temperatura y salinidad el río avanzó unos 30 metros sobre la orilla descubierta de vegetación, erosionando una superficie de aproximadamente 1800m^2.

Tabla 71. Costos beneficios de la tala de una zona de manglar y la conversión en campo de cultivo.

1er. Ciclo de cultivo 1992		2°. Ciclo de cultivo 1993	
Actividad	Costos (pesos)	Actividad	Costos($)
Deforestación del sitio	75.00	Limpieza del sitio	40.00
Quema/Siembra/limpia	85.00	Siembra	20.00
Control de Plagas	28.00	Limpieza y c/plagas	115.00
Cosecha	20.00	Cosecha	30.00
Total	208.00	Costo Total	205.00
Beneficios cosecha	850.50	Beneficios cosecha	399.00
Diferencia	642.00	Diferencia	194.00
Ingreso mensual promedio de un pescador en 1992		160.00	
Ingreso mensual promedio de un pescador en 1993		190.00	

Los cambios observados en la temperatura y salinidad en este sitio también se han observado en otras localidades al eliminar la cubierta del manglar (Carrera 1977; Soto 1988) desafortunadamente en nuestro país no existen registros sobre las modificaciones provocadas por cambios en el uso del suelo y menos sobre el valor de los recursos perdidos.

9.0. Vegetación asociada a la zona de manglar en Barra de Tecoanapa.

El número de plantas registradas (120 especies) es grande, aún cuando las colectas sólo se realizaron en la zona a la izquierda del río, desde las zonas inundadas hasta 10m de altura sobre el nivel del mar. Es posible que si las colectas se hubieran extendido hasta los lomeríos que rodean al sistema, éste listado se hubiera incrementado, debido a que estas áreas están cubiertas por extensos manchones de vegetación de selva baja subcaducifolia, y vegetación de sabana, comunidades que presentan un número mayor de especies, como se ha observado en Laguna de Mitla donde se enlistaron 523 especies (Lozada 1990); Laguna de Coyuca Fonseca y Lozada (1993) clasificaron 488, mientras que en Laguna de Chautengo Diego-Pérez et al (1993) registraron 512 especies, finalmente en Laguna de Tres Palos Diego-Pérez y Lozada (1994) identificcaron 527. En estos sistemas lagunares las colectas se extendieron desde la zona lagunar hasta los 250m sobre el nivel del mar. Es sorprendente la frecuencia en la proporción de las especies consideradas como abundantes, comunes y raras en estos cinco sistemas lagunares, en Barra de Tecoanapa 16.5% de las especies son abundantes, 54.4% son comunes y 27.2% son raras, mientras que en Chautengo y laguna de Tres Palos, esta proporción es de aproximadamente 14.2: 57.4 y 26.9%. Debido a que la zona costera de Guerrero presenta condiciones ambientales muy semejantes muchas especies se distribuyen extensamente, siendo la distancia un parámetro inversamente proporcional al número de especies comunes en estas lagunas como se observa en la figura 120.

De las 120 especies registradas en Barra de Tecoanapa, 92 se encuentran en Laguna de Chautengo distante 35km de este sitio, mientras que sólo 52 son comunes con Laguna de Mitla a 245km. Se registraron diferencias marcadas en cuanto a las familias que presentan el mayor número de especies y géneros en los sistemas anteriormente descritos y este manglar. En las lagunas dominan ampliamente las familias de plantas terrestres, mientras que en esta localidad la familia con el mayor número de especies es una halófita, como se observa en la Tabla72.

Tabla 72. Familias y géneros mejor representados en algunos sistemas lagunares de Guerrero en relación a Barra de Tecoanapa.

Sistemas lagunares	Géneros/especies	Barra de Tecoanapa	No.Géneros/especies
Familia		Familia	
Mimosaceae	13 : 28	*Cyperaceae*	6 : 14
Boraginaceae	5 : 19	*Mimosaceae*	5 : 9
Poaceae	18 : 23	*Fabaceae*	5 : 7
Caesalpinaceae	8 : 22	*Poaceae*	5 : 6
Fabaceae	17 : 22	*Euphorbiaceae*	4 : 4
Cyperaceae	7 : 21	*Malvaceae*	4 : 4

Esta situación se debe a que el muestreo se circunscribió sólo a la zona del manglar donde la familia Cyperaceae es más abundante en especies de plantas acuáticas como ha sido demostrado por Diego-Pérez (1997), quién registró en las zonas húmedas de Guerrero 14 géneros y 124 especies. Aquí los géneros *Cyperus* y *Carex* son los de mayor número de

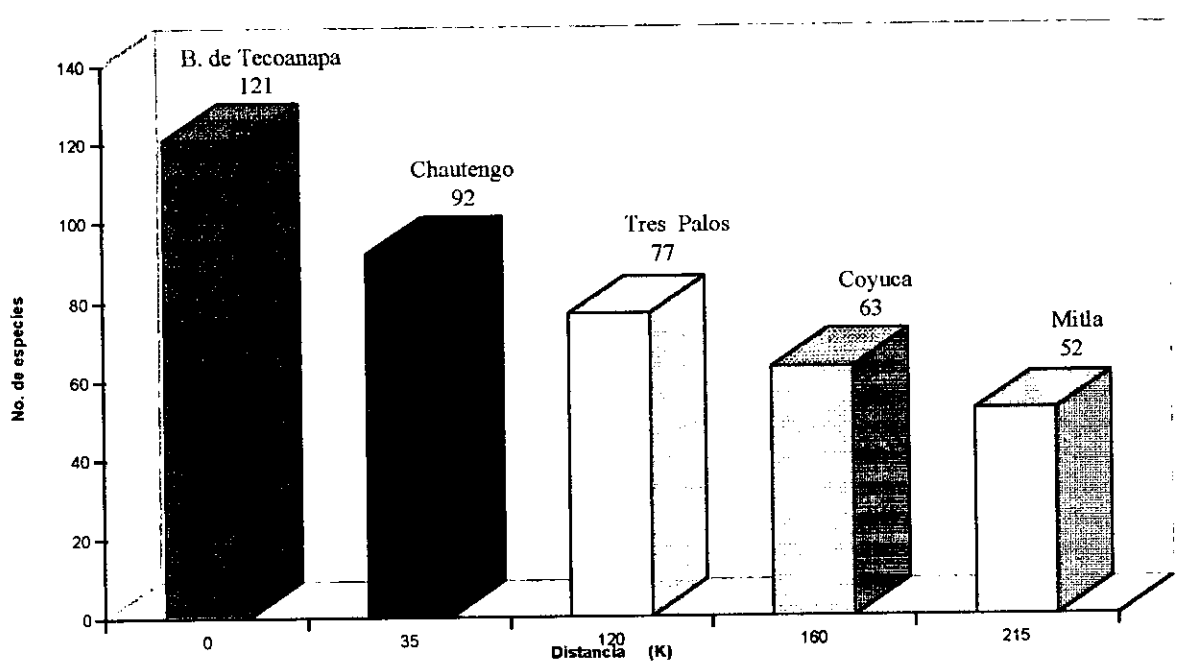


Fig. 120 No. de especies comunes entre el humedal de B. de Tecoanapa y las lagunas de Chautengo, Tres Palos, Coyuca, y Mitla.

especies; mientras que *Abildgaardia mexicana* es importante debido a que cubre una extensión aproximada de 25h dentro del área de manglar a la izquierda del río. Otra diferencia notable entre este sistema lagunar y las lagunas costeras es el número de especies de la flora original sobre las especies secundarias, Diego-Pérez (1994), registraron que en laguna de Tres Palos sólo 48.4% de la vegetación es original y 51.6% secundaria, esta situación se ha observado en otros humedales del país ante el acelerado desarrollo de las comunidades humanas (Soto 1988; Lot 1990; Cálix y Novelo 1996). En Barra de Tecoanapa el número de especies originales es mayor que las secundarias (81.2 /18.8%), esto se debe al relativo aislamiento y lejanía de los centros urbanos. De allí la necesidad de conservar este sitio.

10. Importancia del recurso mangle para la comunidad.

10.1. Extracción de madera y leña por la comunidad. Contrariamente al sudeste asiático donde desde el siglo pasado la madera de varias especies de mangle se ha utilizado ampliamente con fines comerciales (Watson 1928; Panshin 1932; McNae 1955; van Vliet 1976), en América Latina con excepción de Cuba, Puerto Rico y Venezuela donde la madera del manglar se explota con fines artesanales e industriales, en el resto de los países se carece del mínimo conocimiento sobre ella (Carreras et al, 1986; 1991; Carreras y Dechamps 1994; 1996; Carreras y Raquel 1988).

El uso que los habitantes de Barra de Tecoanapa asignan a la madera de mangle es primitivo y sólo se destina para construcción de casa-habitación y leña, ocasionalmente se extrae madera para enviarse fuera de la comunidad para construcción de palapas en la zona de playa, fuera de esto el uso es de autoconsumo. En la comunidad se utilizan dos especies de mangles: *L. racemosa* y *C. erectus* y en menor medida *R. mangle*. Se registró una extracción diferencial de madera en todos los rodales (Fig. 121, 122 y Tabla 73). En los rodales más próximos a la comunidad, la explotación ha rebasado hasta cuatro veces más la extracción óptima recomendada (8% del volumen de madera en pie/h/año) para los bosques de mangles sujetos a explotación en el sudeste asiático, Cuba y Venezuela (Minagri/FAO 1984; FAO 1991; FAO 1994; Birkenhager 1988; Chon 1989). En algunas áreas se ha extraído de un

25.7% (10,609kg/h/año) hasta un 40.5% (15,920.5kg/h/año)de madera de *C. erectus, L. racemosa y R. mangle*, este nivel de extracción es crítico sobre un área aproximada de 77.9h, en el lado izquierdo del río, como se observa en las parcelas 1 y2(Fig. 121). En estos sitios, es necesario detener la extracción e iniciar una reforestación inmediata. Existen algunos sitios donde el nivel de extracción está en el límite de la recuperación natural (11.5%), en el lado izquierdo del río unas 43.3h, se encuentran en esta condición, como sucede en las parcela 3 (Fig. 121). Una tercera zona del humedal (178.1h) presenta porcentajes de extracción óptimos (menores de 8%), como sucede en algunas áreas en ambos lados del río; el nivel de explotación en estas áreas es mínimo debido a la lejanía así como al obstáculo que representa el río, sobre todo durante la época de lluvias (parcelas 7 y 8; figuras 121 y 122). A pesar del enorme potencial del recurso, en grandes áreas del lado derecho del río no se registró extracción de madera, aunado a que la mayor parte de los fustes han rebasado las tallas utilizadas en la comunidad (>20cmDAP), esta práctica es común en algunos manglares donde la mayor cantidad de fustes son demasiado gruesos(parcela 3,4,5 y Fig. 121 y 122), por lo que estas área pueden utilizarse como semilleros y viveros naturales (bancos de germoplasma) necesarios para la reforestación de otras áreas (Birkenhager 1988; FAO 1994; Cintrón 1994). La explotación en el lado derecho del río se circunscribe a los rodales cercanos a los canal de navegación y la zona inmediata al mar(parcelas 4 y 8), siendo esta última la más explotada, donde los leñadores extraen la madera y la llevan hasta la playa donde cargan las embarcaciones, que impulsadas por motor se desplazan rápidamente por el mar hacia la comunidad. Además de este sitio, en el área extrema del humedal conocida como "La Barrita" se extrae madera por las comunidades cercanas. A pesar de que no se realizó trabajo de campo aquí, se estimó un nivel de extracción de madera de un 8%, sobre un área aproximada de 37.2h, en esta área la explotación de *C. erectus* es de alrededor del 14%.

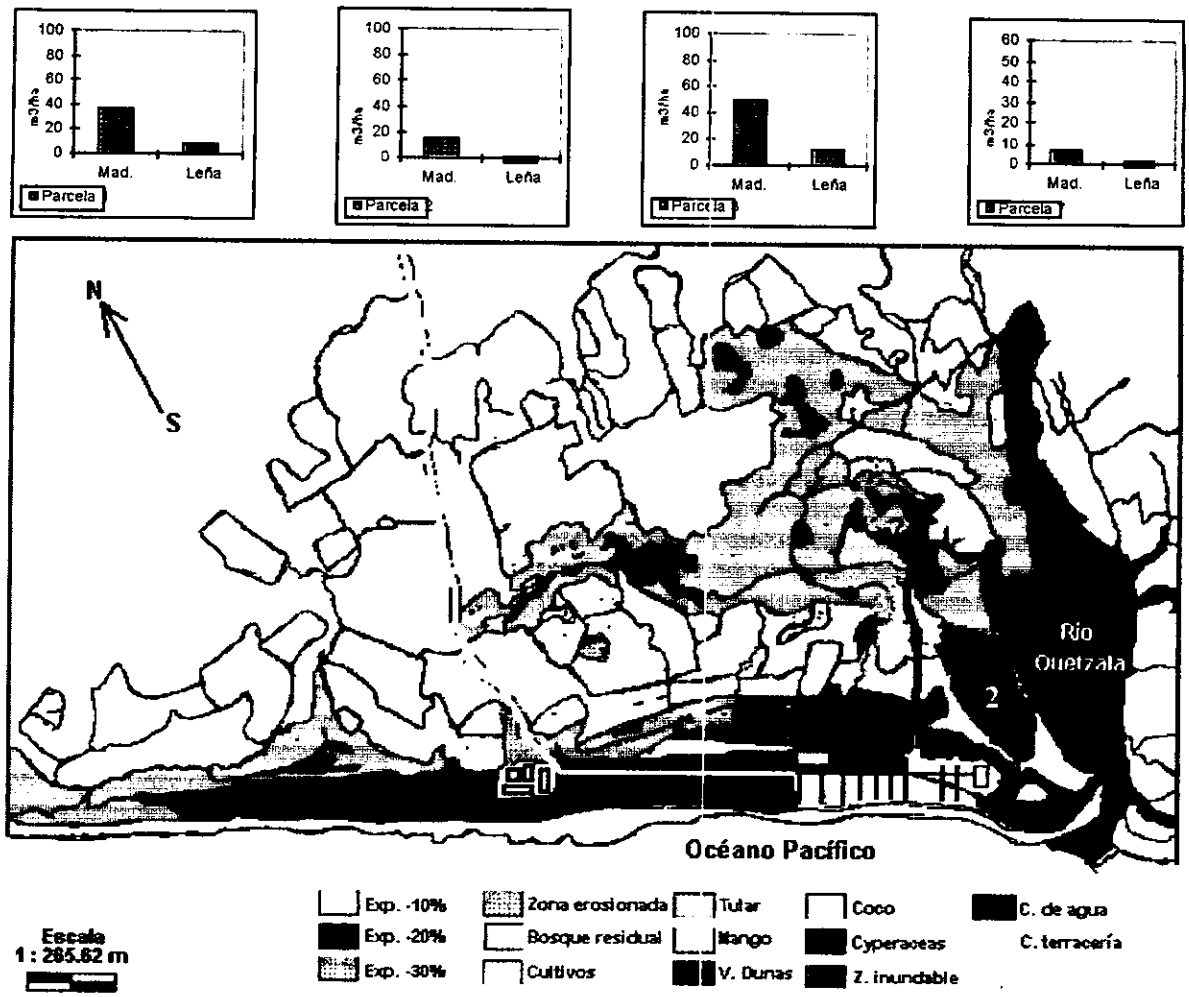


Fig. 121 Volumen estimado de madera y leña en 4 parcelas en el lado izquierdo del Río Quetzala.

La extracción de madera en los manglares de Barra de Tecoanapa, se realiza sobre unas 298.6h, por el contrario existen unas 621.8h sin explotación como se observa en las figuras 121 y 122. Es necesario orientar hacia las áreas no explotadas la extracción en los próximos años, a fin de permitir la recuperación natural y la reforestación en los sitios fuertemente impactados. Este objetivo sólo se logrará mediante la elabcración de un plan de manejo adecuado a las necesidades de la comunidad de Barra de Tecoanapa.

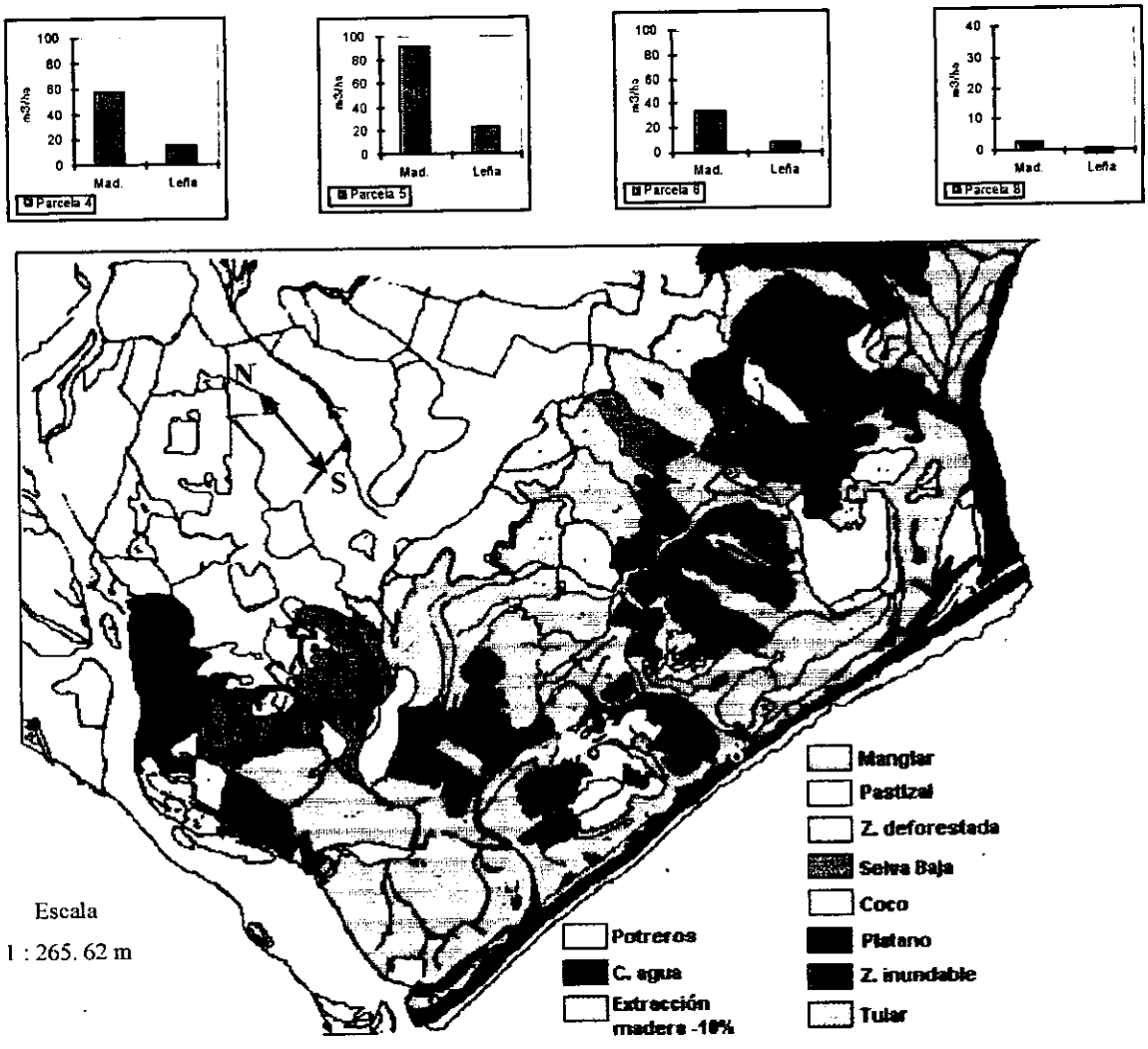


Fig. 122 Volumen estimado de madera y leña en 4 parcelas en el lado derecho del Río Quetzala.

El nivel de extracción de madera de los bosques, es mayor en el lado izquierdo del río y se realiza sobre unas 141.1h, esta área representa el 78.1% del margen izquierdo del río, mientras que del lado opuesto sólo se explotan mínimamente 129.45h, que representan el 20.9% del área.. La cantidad de madera extraída durante los dos años de estudio fue ligeramente mayor en 1992 (253,992.1kg) sobre 1993 (242,122.1), como se observa en la Tabla73.

Tabla 73. Madera extraída (m^3) en los bosques de manglar en el humedal de Barra de Tecoanapa.

Especie	1992	1993	Total	Total (m3)
R. mangle	51,112.6	48,479.4	99,592.2	99.59
C. erectus	89,710.3	85,701.2	175,411.5	175.41
L. racemosa	103,473.3	98,933.6	202,406.6	202.40
Leña	9,695.8	9,007.9	18,703.6	18.70
Madera explotada				477.4: 18.70

El uso de la madera como material de construcción y leña es el más común en los países de Latinoamérica y Africa, mientras que en países más pobres del sudeste asiático, la madera se transforma en carbón obteniéndose un mínimo de valor agregado al recurso, incluso este se incrementa cuando se utilizan hornos de ladrillo bien establecidos (Openshaw 1983, Hurtado y Camacho 1994; FAO 1994). En estas prácticas la densidad de la madera determina el rendimiento del carbón, por lo que se prefieren las especies de madera dura como las del género *Rhizophora*, por ejemplo un metro cúbico de madera secada al aire (15% de humedad) rendirá hasta 115 y 285kg en madera de pino y *Rhizophora* respectivamente (FAO1994). En las plantaciones bioenergéticas de Tailandia, Malasia y Bangladesh, el rendimiento potencial energético por unidad de superficie es la medida que importa más que el volumen de biomasa aérea, por ejemplo, una plantación de pino con el doble de volumen de madera en pie que un bosque de *Rhizophora* tiene un 24% menos de energía potencial por unidad de superficie (FAO 1984). El alto valor calorífico de este género varía según la especie y localidad, en *R. mangle* de las costas de Ecuador se ha encontrado un promedio de 4,400 Kcal/kg de madera; mientras que en Sierra Leona en esta especie se ha estimado 3890 Kcal/kg de madera (Doat 1977). *C. erectus* cuya madera es más dura(0.92-1.1GE) debe tener rendimientos mucho más elevados, como se demuestra por su mayor demanda en el área de estudio. En México en algunas localidades de Campeche y Veracruz se utiliza la madera de mangle para elaborar carbón, con rendimiento mínimos

(17%) en la transformación y ganancias limitadas debido a la técnica utilizada (montón de tierra), la cual genera carbón de diferentes calidades y en ocasiones revuelto con tierra.

A diferencia de nuestro país, donde no se ha cuantificado el aprovechamiento local de los manglares por las comunidades, en el resto de los países existen inventarios mínimos sobre el uso y pérdidas del recurso mangle. Puerto Rico, Cuba, Costa Rica y Venezuela desde hace dos décadas han inventariado los recursos madereros y los usos; mientras que a partir de la presente década otros países como Nicaragua, Ecuador y Honduras han iniciado estas prácticas (Doat, 1977; Suman 1994; Abrego 1994; Pizarro y Angulo 1994; Menédez et al 1994; Bodero 1994; Aragón et al 1994, Oyuela 1994, Hurtado 1994; Martínez 1994; Rodríguez 1994, FAO 1994). En México la falta de inventarios ha favorecido la pérdida acelerada del recurso, en la actualidad se carece de una normativa adecuada para su protección y en un futuro no lejano para su aprovechamiento (SEMARNAP 1997).

Disponibilidad de madera y leña en pie en el humedal. Tomando en cuenta la densidad de cada especie por parcela así como el diámetro y altura de los árboles, se aplicó la tabla de volúmenes de madera de Loyche y Amadou (1989) estandarizada para aplicarse en rodales de *R. mangle*, *R. harrizonii* y *L. racemosa*, la cual se ha utilizado en Cuba, Sierra Leona y Costa Rica (FAO 1984, Chon 1989), se calculó que la disponibilidad promedio de madera y leña en pie en las áreas estudiadas es de 173.5m^3/h; mientras que en todo el manglar es de aproximadamente 158,752.5m^3 de madera y 39,688.1m^3 de leña como se observa en la Tabla 74, de acuerdo con Birkenagher (1988) y FAO (1994), de este volumen se puede realizar una extracción de madera para cualquier uso sin alterar los bosques de 5% (7,937.6m^3), este volumen es muy superior al nivel de explotación estimado en las parcelas. Las extracciones deberán realizarse espaciadas cada año.

La vegetación del manglar en este sistema lagunar, registró fuertes divergencias en las masas arbóreas estudiadas, (Fig. 121 y 122). Los rodales ribereños y de cuenca fueron estructuralmente los más complejos y productivos, algunas áreas de estos deben preservarse como fuentes de germoplasma, producción de semillas e hipocótilos.

Con excepción de las áreas más próximas a la comunidad, las cuales presentan signos de agotamiento, en el resto del manglar el recurso ha sido mínimamente extraído. Los bosques de Barra te Tecoanapa, se ubican a nivel medio en producción de madera en relación a otras localidades, por ejemplo, los rodales más desarrollados de Venezuela llegan a contener alrededor de 300m^3/h de madera (Luna-Lugo 1976); mientras que en Florida, República Dominicana y Puerto Rico, manglares menos desarrollados registran 95 y 30m^3/h (Sachtler 1973) y NHS(1972). En el Pacífico de Costa Rica en un bosque explotado diez años antes, Jiménez (1987) y Chon (1988) calcularon volúmenes desde 34.6 a 373.2m^3/h de madera, con un promedio de 280.5m^3/h,; estos volúmenes son mayores a los obtenidos en Barra de Tecoanapa, valores semejantes a los registrados en este estudio fueron reportados por Birkenagher (1988) en Sierra Leona, donde encontró gran diversidad de valores(5.2; 39.4; 112.3; 209 m^3/h) en *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii* y *Avicennia africana*. Para rodales del sudeste asiático, altamente manejados y con rotaciones cada 25 a 30 años se ha observado la misma variabilidad de resultados; por ejemplo, en un bosque de Matang Malasia con una densidad de 1,343 árboles/h se obtuvo solo 53m^3/h, mientras que en Ranong Tailandia con 812 árboles/h se encontró un rendimiento de 226m^3/h de madera (FAO 1994).

Tabla 74. Volumen de madera y leña en pie en el manglar vs. madera extraída..

Parcela	Vol. madera /leña explotada m^3/h	Vol madera/leña en pie m^3/h.
1	10.60 : 2.3	185.2 : 46.3
2	15.92 : 7.37	79.35 : 7.5
3	3.67	246.05 : 60.95
4	-	288.05 : 71.85
5	-	457.2 : 111.05
6	-	165.90 : 41.45
7	1.09	34.65 : 8.65
8	0.55	12.33 : 3.05
Total de madera y leña en el humedal		158,752.5 : 39,688.12

11. Importancia de la cacería y pesquerías en la economía de la comunidad.

11.1. Captura de animales silvestres. La cacería de animales silvestres en los bosques de manglar es una actividad de subsistencia para los moradores locales, desafortunadamente no existen registros en la literatura sobre las capturas y menos sobre su valorización. La cacería se practica en todo el sistema lagunar todo el año. Existen animales cuyas capturas es sostenida todo el año, como tlacuaches, mapaches y conejos. Al igual que en otras zonas tropicales, la fauna silvestre es una importante fuente de proteínas y en Barra de Tecoanapa la realizan algunos de los habitantes más pobres de la comunidad. Contrariamente a lo que se piensa sobre su cuantía (Pizarro y Angulo 1994), los resultados obtenidos aquí, indican que el número de animales capturados es alto, tomando en cuenta que el nivel de confianza de esta investigación. Esta actividad es crítica para algunos animales como las tortugas marinas e iguanas que se capturan principalmente por la demanda de huevos y carne. Otros animales como la nutria *Lutra longicaudis annectens* y el cocodrilo *Crocodrilus acutus* se encuentran en serio peligro de extinción (CITES 1993, INE 1996; SEMARNAP 1997), los cuales en el último año de estudio su avistamiento fue nulo. La destrucción del hábitat en las área cercanas a los manglares y la cacería masiva han ido mermando el número de animales en el área de estudio, como se observó durante los dos últimos años, por esta razón el tiempo invertido y el esfuerzo de captura se ha duplicado y como consecuencia el precio. La mayoría de los animales atrapados son para autoconsumo; otros son ampliamente solicitados por la población de la región, obteniéndose algún tipo de ganancia que incentiva sus capturas, como sucede con iguanas y armadillos. Durante los últimos años(1994-1995) dos factores han incentivado las capturas: la disminución de la pesca, así como el crecimiento acelerado de la población, aunado a la demanda como una costumbre ancestral entre la población (García 1983, FAO 1994). El precio de una iguana y un armadillo en 1991 era de aproximadamente cinco y ocho pesos, cuatro años después, el precio se elevó a $20 y $30 pesos, en este lapso las iguanas incrementaron su precio en 400% y los armadillos en 370%. En todos los animales y años, se observó un incremento en las capturas; si bien algunos de ellos aún son medianamente abundantes en la zona del manglar, es de esperarse que en los próximos años su número se reduzca a niveles peligrosos, como ha sucedido con la iguana *Iguana iguana* en Oaxaca, Veracruz y Chiapas, donde otrora estos recursos eran

abundantes. Las capturas promediaron 520 animales/año, cantidad elevada tomando en cuenta la extensión del sistema lagunar, desafortunadamente no existen cifras comparativas para otras localidades. Incluso a nivel de las instancias federales y estatales encargadas de la vigilancia y protección de estos recursos existe un profundo desconocimiento de los recursos faunísticos, capturas, abundancia y características de cada región biogeográfica por entidades, de allí que los calendarios cinegéticos existentes son meras ocurrencias cinegéticas y en la mayoría de las veces los periodos permitidos de capturas para algunos animales están equivocados (SEMARNAP- INE 1996, 1997).

Pesquerías dentro del sistema lagunar. Tres tipos de peces, crustáceos y reptiles están sujetos a explotación. Aún cuando las capturas no son cuantiosas, éstas son realizadas en su mayoría por niños, adolescentes y mujeres. Esta pesquería es considerable durante las lluvias y ayuda al sostén de la economía de la comunidad, cuando debido a la presencia de tormentas tropicales y huracanes la pesca en la zona marina disminuye en forma significativa. Gran parte de la alimentación de la comunidad está subsidiada por esta pesquería, debido a que las especies que se capturan en el mar en su mayoría son destinadas al mercado, incluso durante la temporada de mayor abundancia de "cuatete", "chacal" y camarón de estero, buena cantidad de estos también salen al marcado. Existen pocos registros sobre capturas realizadas en lagunas costeras y estuarios, debido a que la mayoría de las veces las entidades encargadas de estimar la producción pesquera registran estas capturas asociadas a las de zona marina (SEPESCA, 1989, 1990). La cantidad de tortugas sacrificadas y el número de huevos saqueados son considerables, tomando en cuenta que el área a la derecha del río está considerada dentro del decreto de playa protegida para tortugas marinas (Diario Oficial 1982).

Los pocos registros que existen en México indican que el rendimiento pesquero obtenido en las lagunas costeras y estuarios son ligeramente inferiores a los de la zona marina. Yáñez-Arancibia et al (1980) cuantificó en laguna de Términos un rendimiento de 120kg/h de peso fresco de peces, esta cifra se incrementa (940kg/h/año) cuando se agregaron las especies demersales y pelágicas (Yáñez-Arancibia y Aguirre-León 1988); Kapetsky (1985) estimó para un conjunto de 200 lagunas costeras y estuarios a nivel mundial un rendimiento de peces y mariscos de 90 a 225kg/h. Los rendimientos obtenidos en

este sistema, aunque no son concluyentes (39.8kg/año/h de peso fresco para 1995), se ubican por abajo de los valores anteriores, sin embargo en este registro no están contemplados cinco especies de peces, dos de crustáceos y un molusco de menor cuantía que también se capturan dentro del área del manglar, así como 47 especies de peces que constituyen parte de la riqueza íctica del sitio (Yáñez-Arancibia 1977).

III. Modelo de funcionamiento del sistema lagunar estuarino. En las secciones anteriores se analizaron los subsidios de materia y energía al sistema (Fig.101) y cómo, a partir de éstos el manglar genera una gran cantidad de materia orgánica (Fig. 113). En esta parte del modelo (Fig. 123), se analizará cómo la acumulación de biomasa vegetal se traduce en diferentes grados de complejidad de los rodales. El máximo aprovechamiento de los subsidios por el ecosistema, permite una acumulación mayor de biomasa vegetal en los bosques a lo largo del tiempo (140,067tonC/año), la cual se traduce en una serie de cambios en la vegetación para aprovechar al máximo el lugar (rodales ribereños, cuenca y borde). Aquellos sitios que reúnen las mejores condiciones como: nivel de inundación y mareas, aportes de agua dulce, nutrientes y luz, permitirán el desarrollo de áreas boscosas muy complejas (DAP>15cm), donde sólo prosperarán especies en estadíos serales con requerimientos muy específicos; mientras que los sitios más pobres serán colonizados por especies más tolerantes a gradientes ambientales (DAP<10cm). En este humedal se registraron dos tipos de zonación vegetal, determinadas por la distribución de las cuatro especies de mangles. En la margen izquierda del río la zonación de los bosques de manglar se caracteriza por mayor demanda de agua dulce e inundación y donde la influencia de la marea se deja sentir en los bosques >600/año; en el lado contrario, la influencia del río es menor incrementándose la salinidad, evaporación y disminuyendo el efecto de la marea a<300veces durante el año. El avance de la sucesión ha permitido a las comunidades boscosas alcanzar la madurez en pocos años (15 a 25 años), caracterizadas por una gran producción de hojarasca(1550g/m^2/año), áreas basales >60m^3/h e Indices de Complejidad >40. La mayor estructura forestal se registró en los rodales ribereños(980 árboles/h) y de cuenca(888árboles/h) con volúmenes de madera en pie >190 y 170m^3/h; una gran densidad y volúmenes de madera limitados se contabilizaron en los de borde (>2800árboles/h), estructuralmente son sencillos y pobres(<40m^3/h). La complejidad estructural de los

manglares, contrasta con la riqueza florística de especies asociadas (121especies), notable para un área ligeramente mayor a 2000h, y donde el manglar es la comunidad más importante. Las especies asociadas ocupan desde los sitios más pobres donde las condiciones son adversas para los manglares (dunas), también se encuentran en los límites de distribución (pastizal natural) hasta donde estos han sido eliminados (vegetación secundaria). La riqueza florística ha determinado un incremento en el número de especies animales que encuentran en el humedal un sinnúmero de hábitat. Muchas de éstas especies son residentes temporales y anualmente registran procesos migratorios muy importantes (*Stenna* sp. y *Annas* sp.). El área de Barra de Tecoanapa es rica en aves, reptiles, mamíferos, peces y crustáceos, muchos de estos sujetos a un proceso creciente de explotación en la zona terrestre como en los cuerpos de agua dentro del sistema lagunar estuarino (>500 animales/año) y (38kg peces/año/h). Desafortunadamente algunas zonas del humedal registran procesos de sobreexplotación de los recursos madereros (466.1m^3/añode madera); deforestación en diferentes zonas y al interior (33h); introducción de algunos plaguicidas muy persistentes, los cuales ya se registran en peces, moluscos y sedimentos (aldrin, dieldrin y heptacloro) y frecuencia de incendios forestales (5/año), los que han provocado graves alteraciones en las áreas más próximas a la comunidad humana(38.7h perdidas), por lo tanto es imperativo la generación de un plan de manejo y administración de los recursos del sistema en su conjunto, para modificar la gestión del mismo (Figura 123).

12. Impacto de los incendios forestales. La frecuencia de incendios al interior de manglares de las regiones tropicales húmedas son sucesos casi desconocidos; por el contrario en zonas de trópico seco, con un periodo largo de sequía y con precipitaciones <1000mm/año, aunado a la presencia de actividades agrícolas y ganaderas en la periferia, la presencia de estos siniestros son una constante, desafortunadamente no existen registros en la literatura sobre este tipo de tensor, a pesar de que en el Pacífico Mexicano los fuegos son frecuentes en el límite del manglar desde Nayarit hasta Chiapas. Estos siniestros suceden durante los meses de mayor rigor de la sequía: febrero, marzo, abril y mayo, debido a la práctica de los agricultores y ganaderos de quemar el exceso de materia orgánica antes de la llegada de las lluvias. En Barra de Tecoanapa son

especialmente dañinos los que se producen a finales de abril y mayo, y más cuando el incendio se produce después del medio día, debido a que la vegetación se encuentra reseca, la temperatura es elevada y el viento sopla fuerte, esto facilita la propagación hacia las áreas de manglares cercanas, como sucedió en el 90% de los incendios registrados durante el periodo de estudio. Un 20% de los incendios se clasificaron como leves y fueron observados en la periferia del manglar en el lado izquierdo del río; en áreas donde anualmente se siembra maíz, sandía y ajonjolí. Un 53% de los siniestros fueron intensos, es decir aquellos incendios que afectaron el área media de los árboles y cuando las llamas quemaron la corteza y las ramas bajas, este es el incendio característico de las áreas donde los cazadores prenden fuego al pastizal, es muy dañino sobre áreas donde prospera *C. erectus*, debido a que el suelo no presenta inundación y durante ésta época se encuentra completamente seco. En la mayoría de las veces en los árboles más viejos el fuego consumió toda la estructura arbórea, incluso algunos árboles muertos permanecieron ardiendo durante varios días. Los incendios más graves siempre se produjeron cuando el área fue deforestada con fines agrícolas o bien donde el suelo no presentaba humedad y estaba cubierto con gran cantidad de hojarasca, ramas y árboles caídos acumulados en el piso del bosque. Aparentemente la extensión afectada anualmente por estos siniestros es poca en relación a la extensión total del sistema, sin embargo, la sumatoria de estas áreas siniestradas a lo largo de varios años es una perdida silenciosa muy notoria debido a que es una presión constante en toda la periferia de los bosques, aunado a los cambios que provoca en la sucesión. Aún cuando los suelos del manglar no son aptos para actividades agrícolas y ganaderas, en Barra de Tecoanapa durante 1997-98 se deforestaron y quemaron unas 55h del mejor rodal de manglar para uso agrícola.

Debido a que la periferia de los bosques de manglar está limitada por terrenos con gran pendiente, la presencia de fuegos aún cuando no se produzcan dentro del manglar lo afectan indirectamente, al quemarse estas áreas el suelo queda desprovisto de la cubierta vegetal y durante las lluvias es rápidamente erosionado, gran parte de estos suelos son arrastrados por el agua hacia la periferia de los bosques de manglar, azolvándose rápidamente las áreas más próximas a los campos de cultivo y potreros.

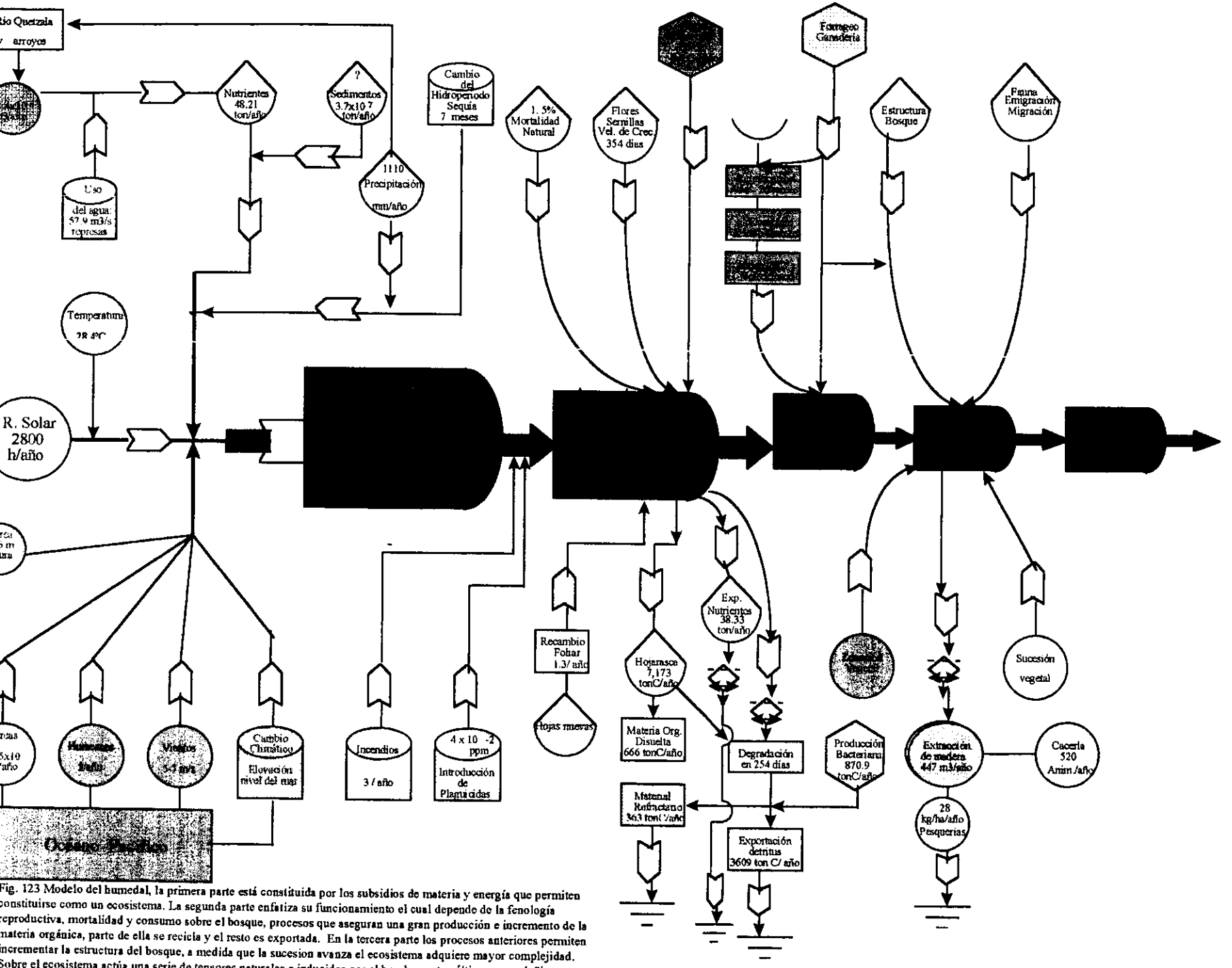


Fig. 123 Modelo del humedal, la primera parte está constituida por los subsidios de materia y energía que permiten constituirse como un ecosistema. La segunda parte enfatiza su funcionamiento el cual depende de la fenología reproductiva, mortalidad y consumo sobre el bosque, procesos que aseguran una gran producción e incremento de la materia orgánica, parte de ella se recicla y el resto es exportada. En la tercera parte los procesos anteriores permiten incrementar la estructura del bosque, a medida que la sucesion avanza el ecosistema adquiere mayor complejidad. Sobre el ecosistema actúa una serie de tensores naturales e inducidos por el hombre, estos últimos muy dañinos.

13. Importancia de los plaguicidas registrados en el sistema lagunar. Se registraron seis tipos de plaguicidas en los sedimentos y organismos, sólo tres fueron significativos. El heptacloro ($C_{10}H_8Cl_6$) su concentración sólo fue elevada en los sedimentos durante un año, mientras que las concentraciones en la almeja y lisa fueron menores a la norma de FAO/WHO(1973). Este compuesto presenta mayor retención en sedimentos de tipo arcilla-limo, como ha sido demostrado en otros estudios (Rosales et al 1985, Botello et al 1994). Este tipo de sedimentos son abundantes en toda el área de manglar donde se realizan actividades pesqueras. El heptacloro es uno de los derivados más importantes del clordano ($C_{10}H_6Cl_8$), es un plaguicida de amplio espectro, utilizado durante más de 35 años en el campo y sobre plagas como termitas de la madera. La primera referencia que se tiene del registro de este plaguicida en México es de 1973, con 12 formulaciones, posteriormente en 1978 se registraron 31 para utilizarse en el control de plagas del suelo como gallina ciega, diabrótica y 20 plagas; hacia 1987 en el primer catálogo oficial de plaguicidas, éste compuesto ya aparecía como restringido (SEMARNAP 1996). En 1991 la Comisión Intersecretarial para el control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST) señalaba que sólo podría utilizarse en hormigas en áreas no cultivables, mientras que en 1995 en el catálogo oficial de plaguicidas aparece como restringido en zonas de cultivo. Sin embargo, algunas formulaciones que se utilizan a nivel comercial en el control de plagas del maíz, sandía, mango y como herbicidas en la zona inmediata al manglar en Barra de Tecoanapa, registró que más de tres derivados del heptacloro aparecen en los productos Esterón 47, Tordón 472M y Lorbán 480 EM, como se observa en la Tabla 75. Concentraciones de heptacloro más elevadas a las registradas en Barra de Tecoanapa, se ha encontrado en otros sistemas lagunares, Gold-Bouchot et al (1993, 1995) cuantificaron concentraciones de 10 hasta 23.08 $ng\text{-}g^{-1}$ de hepatacloro en los sedimentos, *Crassostrea virginica* y *Penaeus setiferus* del Río Candelaría en Campeche, dos años después Botello y Ponce(1985) y Díaz-González et al (1995) registraron niveles >30µg/kg de este compuesto en el mismo río.

Aún cuando el compuesto tiene afinidad a retenerse en los sedimentos, también ha sido registrado en la biota. Registros realizados en la zona marina sobre ostión y otros moluscos indican su persistencia en algunos sitios de las costas del Golfo de México y del

Pacífico; Sericano et al (1990) registraron valores de 2.8 a 9.6 $ng\text{-}g^{-1}$ de heptacloro en nueve localidades desde Chiapas hasta Baja California, y en organismos en el área de Tampico (Sericano et al 1995).

Tabla 75. Nombre comercial e ingredientes activos y pasivos de algunos herbicidas, plaguicidas y fungicidas utilizados en las áreas agrícolas cercanas al área de estudio.

Nombre comercial	Ingredientes activos
Esterón 47	ácido 2,4,5-T, esterbutílico del ácido 2,4,0; ácido 2,4,4 tico-diclorofeno
	xiacético. Contenido ácido 2,4-D concentración menor a 79-78% a 20%
Ingredientes inertes	Solventes y emulsificantes al 50.80%
Paraquat: matatodo	Ingredientes activos: sal de cloruro de paraquat: (1,1-dimetil-4,4 dibitintilio).
Ingredientes inertes	solventes anticongelantes, humectantes, estabilizadores y
	componentes relacionados.
Tordón 472 M	Ingredientes activos: piclorán, sal de dietanolamina del piclorán
	(ácido 4, amino 3.5.6) tricloro-picolínico, equivalente a 22.4 G de ácido de piclorán (2,4-D sal de dictanolamina del ácido 2,4-D diclorofenoxiacético,
	equivalente a 360gr del ácido 2,4-D.
Ingredientes inertes	diluyentes, secuestrantes y compuestos relacionados.
Foley	Ingredientes activos: Paratión metílico 2.0.0-dimetil-0,4 nitrofenil,
	forforotiolato
Ingredientes inertes	Disolvente, emulsificantes y compuestos relacionados
Lorban 480 EM	Ingredientes activos: clorpirifos-etil: 0,0 dietil-0 (3,5,6 tricloro-2 pirebinil)
	fosforotiato equivalente a 480gr, C°, A/L a 20°C.
Benlate	Ingrediente activo: benonilo: metil (butilcarbamoil)- 2- bencinidazol,
	Carbamato.
Ingredientes inertes	diluyentes, humectante, adherente y compuestos relacionados.

Las concentraciones de dieldrín ($C_{12}H_8Cl_6O$) y Aldrín ($C_{12}H_8C_{l6}$) fueron las más altas y críticas, tanto en el sedimento como en los organismos. Los valores en la almeja y la lisa superan por mucho a la norma permitida y mucho más a la ingesta diaria permitida por la Unión Europea y de Estados Unidos de (0.02) y (0.1) µg/kg diario de peso corporal (SEMARNAP 1996). De acuerdo a la EPA (1980) estos compuestos están considerados como probables cancerígenos, razón por la cual se prohibieron en este país. Muchos plaguicidas y herbicidas de uso comercial contienen formulaciones derivadas de estos compuestos como sucede con el Benlate, Tordón 472M, en la misma situación se encuentran el Paratión etílico y el ácido 2,4,5-T, ingredientes presentes en los productos Esteron, Paraquat y Foley, todos estos productos son extensamente utilizados en la zona de estudio, como se observa en la Tabla 75.

Al igual que en esta localidad se ha observado la presencia de estos compuestos en otros sitios del país. Albert y Armenta (1977) registraron concentraciones <1µg/l de dieldrín y aldrín en el agua de algunos drenes de Sinaloa y Sonora, ocho años después Rosales et al (1985) observaron que estas cantidades se habían elevado en los sedimentos de Yavaros (1.85) y Huizache-Caimanero (6.95), estos valores son semejantes a los registrados en los sedimentos de Barra de Tecoanapa. En los sedimentos del Río Coatzacoalcos Botello y Páez (1987) observaron incrementos de1.5 y 4.1 ng-g^{-1}en aldrín y dieldrín. Concentraciones semejantes fueron encontrados en los sedimentos y en *Crassostrea virginica* de tres sistemas lagunares de Tabasco por Botello et al (1994). Valores más elevados se han reportado durante los últimos años en muchos sistemas lagunares y marinos del Golfo de México Gold-Bouchot (1993, 1995) registró hasta 45ng-g^{-1}de aldrín y dieldrín en los sedimentos del Río Palizada, dos años después Botello y Ponce-Vélez (1995) y Díaz-González (1995) determinaron concentraciones de hasta 260.7 ng-g^{-1} en el Río Candelaria-Panlau en Campeche. En la zona marina también existen organoclorados, Sericano et al (1995) demostraron su presencia en moluscos, con la mayor concentración en *Crassostrea virginica* de Laguna Madre con 110 ng-g^{-1}, valores menores a 30 se cuantificaron en la zona de Tampico, Coatzacoalcos y Laguna de Términos. En las costas del Pacífico se determinaron valores de 10 a 42 ng-g-1 en moluscos de Puerto Madero, La Ventosa, Mazatlán, Bahía Magdalena, San Felipe, Bahía de San Quintin y Ensenada (Sericano et al 1995).

III. FACTORES SOCIOECONÓMICOS.

14. Estructura y crecimiento de la población. Se observaron cambios muy significativos en la estructura de la población entre 1992 y1997, es posible que esto sea resultado de las campañas de planificación y alfabetización difundidas por radio y TV (FONAPO, 1996). Durante este periodo se observó un cambio significativo entre la proporción de sexos, en el primer censo el 53.2% de la población era del sexo femenino contra 50.9% en 1997. La migración es uno de los fenómenos que más altera la proporción de sexos en la comunidad. Un 3.1% de la población sale de manera estacional para estudiar y en busca de trabajo en Acapulco y la Ciudad de México. En 1992 la migración hacia los Estados Unidos era de 1.7% de la población, en 1997 los migrantes se incrementaron (4.1%). El incremento de la población fue de 3.9% anual durante el periodo, un número elevado en relación al municipio de Azoyú donde se sitúa la comunidad que presentó cero crecimiento (INEGI, 1996), este crecimiento se debe a un proceso acelerado de inmigración hacia la comunidad. Habitantes que provienen de áreas aledañas y hasta de otras entidades. Este incremento de la población se ha registrado desde principios de 1990 en otras zonas costeras, ante el fracaso de la agricultura al interior del país (UNESCO 1993; INEGI, 1994, 1996).

Con un crecimiento semejante(3.9%) en 15 años más (2013), esta población ocupará el espacio total de la barra arenosa frente al mar, con aproximadamente 1604 habitantes. En los próximos años se espera un crecimiento mayor provocado por la conclusión de la carretera que une a la comunidad con la costera, el flujo turístico y de prestadores de servicios aumentará incrementándose los asentamientos; bajo este escenario la población crecería a 5.2% anual, tasa parecida a la que actualmente experimentan ciudades como Taxco, Iguala y Chilpancingo (INEGI,1996), en el año 2011 la población duplicaría su número (1820) bajo esta condición la población y ocuparía grandes áreas del bosque de manglar en ambos lados del río, demandando una gran cantidad de recursos del bosque (madera, leña, palma, grava, alimentos animales y vegetales) con el consiguiente deterioro. Por el contrario, bajo un hipotético crecimiento reducido y de acuerdo a las expectativas contenidas (2.1%) en el Plan Nacional de Desarrollo 2000 (INEGI, 1995) esta localidad en

el año 2012 tendría una población de 1222 habitantes, crecimiento deseable tomando en cuenta la velocidad de agotamiento de los recurso pesqueros en la zona.

2. Cambio en las actividades socioeconómicas de la población. Durante los últimos siete años de estudios se ha observado un cambio sustancial en las actividades socioeconómicas de la población. La pesca, motor de la economía local ha visto reducido el grado de ocupación de mano de obra; de 62% en 1990, 56% en 1992 y 50.4% en 1997; debido a la disminución de las capturas en la zona marina, una buena cantidad de pescadores participan cada día más en actividades del campo, comercio y de servicios; Otro sector que se ha incrementado, a medida que la población ha crecido, son los prestadores de servicios, muchos de los inmigrantes se han integrado a este rubro. En la actualidad se ha incrementado el número de maestros, enfermeras y choferes, los cuales prestan servicios educativos, de salud y transporte.

3.0. Problemática de la pesquería en la zona marina. La zona costera frente a esta población es una zona difícil para la pesca, debido a lo reducido de la plataforma continental. Sobre esta plataforma se presentan tres áreas más pequeñas, la primera delimitada por la isobata de los 8m, con una anchura no mayor a un kilómetro y paralela a la línea de playa, a partir de ésta la pendiente desciende suavemente hasta una profundidad de 12-20m, que frente a la desembocadura del río Quetzala es muy angosta, como se observa en la figura 124. Hacia el sur la plataforma se hace más ancha (3-4km.) hasta la comunidad del Faro. Desde los 20m hasta los 70-80m se extiende el área más amplia de la plataforma, la cual frente al Faro tiene una anchura promedio de 10km, ésta es el área donde tradicionalmente se pesca el huachinango y tiburón debido a que presenta abundancia de rocas y arrecifes en el límite del talud .

En los últimos años se observó una merma sustancial en las capturas cercana al 40%, como consecuencia del agotamiento paulatino de los recursos pesqueros debido a un excesivo esfuerzo sobre los caladeros tradicionales, por un número más grande de

pescadores y embarcaciones. La zona de pesca que se observa en la figura 124, ha sido común a pescadores de al menos siete comunidades, las más importantes son: La Barra del Pío, El Faro y Barra de Tecoanapa, de éstas, El Faro tiene un número semejante de pescadores, por lo que en los últimos años se ha incrementado el número de incidentes que van desde conflictos por las áreas comunes hasta el robo de redes y palangres, los cuales durante 1990-91 eran fenómenos muy aislados. A principio de los 90´s el pescador salía a colocar sus redes y estas se abandonaban hasta el día siguiente, en la actualidad éstas se deben cuidar debido al riesgo de perderlas.

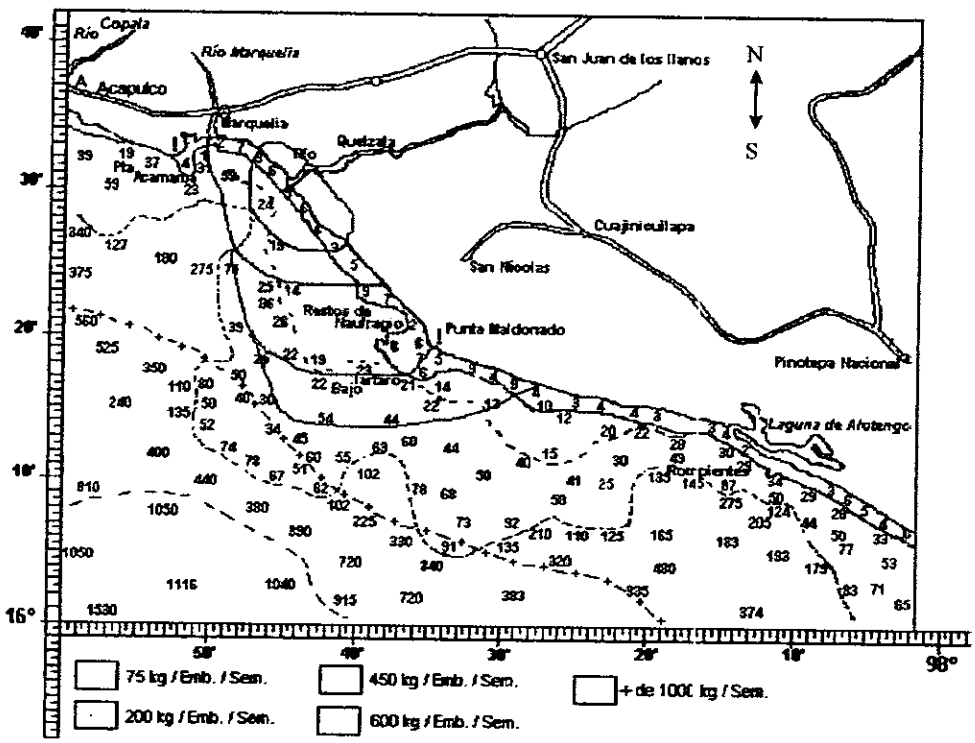


Fig. 124 El área de pesca en 1992 era menor y las capturas por embarcación más cuantiosas. Esto implicaba menor gasto en combustibles, motores y esfuerzo de pesca.

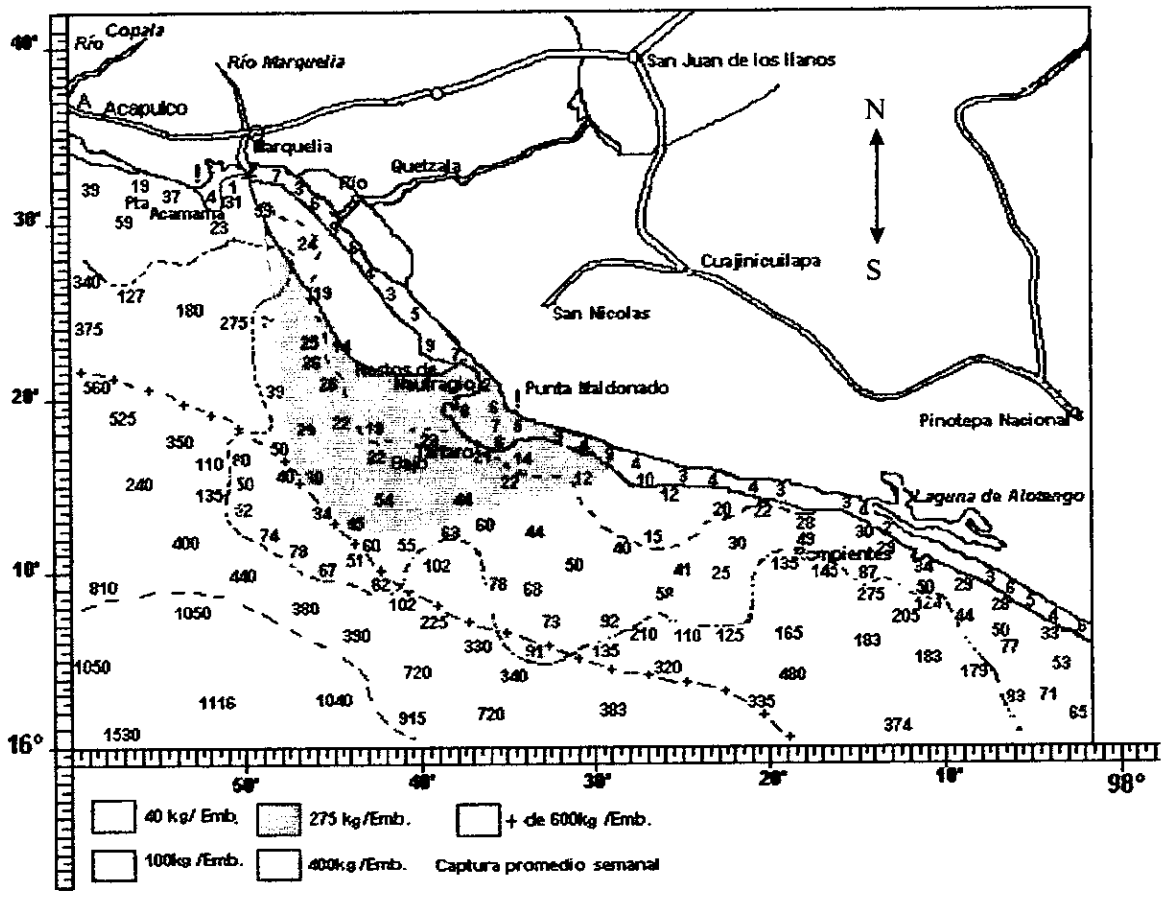


Fig. 125 Expansión de las áreas de pesca en 1997. La sobre explotación de la pesca en los caladeros tradicionales por un mayor número de embarcaciones ha disminuido el recurso, lo que ha obligado a la expansión constante de las áreas de pesca durante los últimos siete años. Lo que ha provocado mayor gasto en combustible, horas hombre y menor cantidad de captura.

El aumento de pescadores también ha incrementado el número de embarcaciones, por ejemplo, en 1992 en la comunidad había un máximo de 39 lanchas con motor, así como 11 embarcaciones a remo, contra 71 y 28 en 1997, el incremento en el número de embarcaciones con motor fue de 82.8%; El desplome de las capturas se ha agudizado más debido al incremento constante en el precio de combustibles, motores, embarcaciones y artes de pesca. En 1991 un pescador que faenaba en la zona marina inmediata al estuario en promedio utilizaba menos 20 litros de combustible para la actividad cotidiana, mientras que los pescadores que viajaban a mayor distancia (8km) utilizaban un máximo de 50 litros, en la actualidad además de incrementarse las distancias (15km) debe llevar mayor cantidad de combustible (50-60) y más de 100 litros para aquellos que viajan a distancia mayores (Fig.

125). Los costos del combustible y refacciones se han triplicado, mientras que las capturas se han mantenidos a la baja, incluso los precios del producto son fijados arbitrariamente por los comerciantes quienes se llevan la mayor ganancia, como se observa en la Tabla 76.

Tabla 76. Modificación en el costo de combustibles y motores vs. precios del producto durante los últimos años.

Costo combustible	1991	1998	Precio 1991/1998
Litro de aceite	$ 2.10	$19.00	huachinango$1.5/20.0*
Litro de gasolina	$ 0.60	$ 3.40	tiburón $1.2/17.0
Motor 25HP	$ 9,500	$ 49,000	"cuatete"$2.0/50**

*Precio por kilogramo. **Precio por docena en fresco

El agotamiento de los recursos pesqueros es una constante a lo largo de las costas de nuestro país y de todo el mundo(SEMARNAP 1993,1996, UNESCO 1993; FAO 1993, Parfit 1995). En un plazo relativamente corto deberán buscarse una serie de alternativas para esta comunidad, debido a que la agudización de esta problemática implicará graves conflictos socioeconómicos y alteraciones sobre la flora y fauna de la zona costera en total.

CONCLUSIÓN.

El sistema lagunar estuarino de Barra de Tecoanapa está constituido por una gran área de manglares, asociadas a esta vegetación existen otros diez tipos de comunidades vegetales igualmente importantes que le dan un grado de complejidad y riqueza única. Sobre el sistema actúa una serie de actividades humanas que modifican constantemente la estructura y huella energética del sitio.

La complejidad del sistema reside en la gran cantidad de subsidios de materia y energía que recibe a través de la interacción con su entorno. El río, los arroyos y la precipitación introducen una media de $31.4x10^6m^3$/año/agua dulce; este flujo aporta unas 48.21 ton/nutrientes/año (NO_2+NO_3, NH_4 y PO_4), así como una cantidad no estimada de sedimentos, mientras que el sistema exporta hacia la zona marina un promedio anual de 86.54 ton/nutrientes/año. A través de la interacción con el mar el manglar intercambia una media de $28.5x10^6m^3$/año de agua marina, mientras que los subsidios de energía se reciben a través del movimiento provocado por las mareas (0.76m de altura), la velocidad del viento (5-7m/s), la presencia ocasional de tormentas tropicales y huracanes(3/año) así como una gran cantidad de radiación solar (2800h/año) durante el año y una temperatura media de 28.4°C. Estos factores climáticos e hidrológicos producen un cambio acentuado del hidroperiodo en el ecosistema, que comprende cinco meses de lluvias (1110mm/año) medianamente abundantes y una prolongada época de sequía.

La comunidad de manglar está constituida por cuatro especies de mangles: *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*, así como otras 117 especies vegetales asociadas, las cuales constituyen la estructura principal del ecosistema. *L. racemosa* y *A. germinans* son mangles de floración estacional, dos veces por año, mientras que *C. erectus* y *R. mangle* presentan floración permanente; la floración y producción de hipocótilos en *R. mangle* se lleva a cabo en periodos largos con una elevada eficiencia; mientras que en el resto de las especies este fenómeno es inverso. *R. mangle* y *A. germinans* producen pocos hipocotilos (278,465 hipocótilos/h/año) con una gran reserva alimenticia, por el contrario en *L. racemosa* y *C. erectus* la producción de semillas es muy elevada (21,7490,123

semillas/h/año). En todas las especies de mangles se registro una estacionalidad marcada en la caída de los hipocótilos y semillas, la cual en la mayoría coincide con la época de lluvias. En todas las especies de mangles la producción de propágulos y semillas está más que sobrada, lo permite asegurar su descendencia y propagar semillas hacia nuevas áreas.

En el mangle botoncillo las semillas presentan una tasa de germinación baja (8.4%), de esta cantidad sólo el 1.6% alcanza a florecer después de 27 meses, una sobrevivencia mayor (13%) se registra en semillas sembradas durante la época de lluvias. En el mangle rojo el porcentaje obtenido de germinación es alto (96%), de esta cantidad hasta el 45% de plantas alcanzan a sobrevivir después de 57 meses; registrándose la floración a los 57 y 70. En el mangle negro la germinación se realiza en sólo 8 días con 72% de éxito, y una sobrevivencia del 14.7% hasta la primera floración. En el mangle blanco el porcentaje de germinación de semillas es más alto con 98%, esta especie florece más rápido tanto al sol como a la sombra (13 y 26 meses), con un número de plantas elevado. *L. racemosa* es la especie pionera en áreas alteradas, debido a que tolera gran insolación y puede prosperar en cualquier tipo se sedimento siempre y cuando el suelo esté húmedo.

R. mangle presenta menos recambio foliar, con una tasa promedio de 1.07 veces por año; recambios más rápidos se registraron en *A. germinans* y *L. racemosa* (1.6 y 2.07), mientras que los árboles de mangle botoncillo pierden las hojas hasta 2.6 veces/año. En el mangle rojo las raíces aéreas tienden a desarrollarse indistintamente en cualquier tipo de sedimento a una velocidad de 4mm/día, sin embargo se registran cambios morfológicos cuando se desarrollan en diferentes sustratos, logrando enterrarse en 291 días; estas raíces presentan dos tipos de modelos de crecimiento, lineal cuando están suspendidas en el aire y exponencial después que se anclan al sedimento.

La producción anual de hojarasca tiene grandes fluctuaciones entre lluvias y secas; siendo los rodales ribereños los más productivos, seguido por los cuenca y lejos de estos los de borde. Los primeros con una producción de 1550.6g/m^2/año, equivalente a 861.4g/C/m^2/año, la cual está determinada por *R. mangle* y *L. racemosa;* siendo los manglares maduros y con mayor inundación(>20cm) los más productivos. En los manglares de cuenca la producción está determinada por *A. germinans.* La producción alcanza1887.7g/m^2/año, equivalente 756.33g/C/m^2/año, con la mayor producción durante la

época de secas y en sitios donde la salinidad es menor a 20‰. En los bosques de borde *C. erectus* y *L. racemosa* son los principales productores y durante la época de lluvias son más productivos (442.5gC/m^2/año). La producción anual aportada por los manglares en todo el manglar se estimó en 7,172.35 tonC.

A. germinans soporta las tasas más altas de forrageo sobre las hojas (10.8%), seguida por *L. racemosa* (8.4%); tasas bajas se presentan en *C. erectus* y *R. mangle,* este consumo es variable a lo largo del año en todas las especies. Se registró un exceso de herviboría sobre las hojas de *R. mangle* provocada por un lepidóptero nocturno, que provoca la defoliación masiva en esta especie durante los meses de sequía de años muy secos.

Las hojas de *R. mangle* se degradan en 285 días, seguido por *C. erectus* (183), *L. racemosa* (118) y *A. germinans* en 93 días. *A. germinans* y *C. erectus* aportan los niveles más elevados de N_{total} y P_{total}, en el momento de la degradación estas hojas liberan al medio hasta un 57 y 36% de estos compuestos, mientras que el mangle blanco y rojo son pobres en éstos. En todas las especies después de la autólisis de las hojas, incrementa la concentración de N_{total} y P_{total}, como resultado de la colonización del material por microorganismo.

A través del reflujo de marea el manglar exporta 68.22g/detritos/ciclo de marea; esta cantidad varia desde 22g en la época de secas hasta 123g en lluvias; para una exportación neta anual de 4,086.3 ton/detritos hacia la zona costera, estos detritos contienen un 57.08% de materia orgánica, la cual aumenta hasta el 80% durante las lluvias y disminuye a un 38% en la época de sequía.

La zonación típica se inicia desde el espejo de agua con *R. mangle* el cual tolera inundación permanente y salinidad menor a 15‰, inmediatamente por atrás y/o asociado *L. racemosa* constituyen rodales ribereños. En las partes más lejanas al espejo de agua y donde la salinidad es mayor se presentan los manglares de cuenca, los cuales pueden ser monoespecíficos de *A. germinans* o asociaciones con *L. racemosa*, mientras que en las parte emergidas donde el suelo no contiene sal aparece *C. erectus*, el cual puede tolerar elevada temperatura y mínimos de materia orgánica en el suelo. Los rodales ribereños maduros constituido por *R. mangle* y *L. racemosa* poseen árboles altos con fustes gruesos (30cm DAP), grandes áreas basales (69.9m^2/h) e Indices de Complejidad elevados(82.3); estas

características hacen que estos bosques sean los más complejos estructuralmente, mientras que los manglares de cuenca constituidos por *A. germinans* poseen características intermedias siendo los de borde los más pobres estructuralmente. Al deforestarse un área de manglar se registran cambios drásticos en la salinidad y temperatura del suelo, aire y agua; mientras que los costos / beneficios obtenidos al cambiar el uso del suelo, son sumamente elevados para el manglar y muy reducidos para el campesino.

La extensión del área de estudio es de 2762.88h, dentro de esta área existen ocho comunidades vegetales; de ellas el manglar, la selva baja y la vegetación de dunas son las más extensas y ricas en especies. Existen 120 especies de plantas, pertenecientes a 105 géneros y 54 familias, de estás últimas las Ciperaceas con 14 especies, Mimosaceae con 9, y Fabaceae con 7, son las familias con el mayor número de especies.

La madera de *A. germinans* y *L. racemosa* presenta características que pueden hacerla útil para usos artesanales; *R. mangle* y *C. erectus* pueden utilizarse como madera de construcción donde se requiere dureza y resistencia al intemperismo. Tres especies de mangles son utilizadas por la población: *C. erectus* se utiliza como varas, postes, horcones y leña mientras que *R. mangle* y *L. racemosa* se usan ampliamente como vigas, soleras, morillo, cuilotes y cimbras; la madera de *A. germinans* no presenta ningún uso. Las áreas cercanas a la comunidad de Barra de Tecoanapa están sobreeplotadas por la extracción excesiva de madera y leña(50.1m^3/h/año), mientras que en el resto del manglar existe una disponibilidad notable de este recurso; hacia estas áreas es necesario orientar la explotación e iniciar la reforestación de los sitios alterados.

La captura de animales silvestres es una práctica cotidiana en el área de estudio, la cual la realizan los pobladores más pobres. Seis mamíferos y tres reptiles son sujetos de explotación, siendo las iguanas, armadillos y mapaches las especies más cotizadas; a pesar de estar protegidas, es común el sacrificio y saqueo de huevos de tortugas. En promedio se capturan unos 500 animales silvestres, una cantidad elevada para el área estudiada. En el estuario se capturan algunas especies de peces y crustáceos, los cuales sirven de sustento a la comunidad.

En la zona inmediata y al interior del sistema lagunar, el desarrollo de la agricultura y la cacería provocan incendios forestales los cuales han afectado unas 34h del manglar;

mientras que el uso intensivo de plaguicidas ha provocado que niveles superiores a $2.0x10^{-2}$ ppm de heptacloro, aldrín y dieldrin se presenten en los sedimentos del estuario y algunos organismos de consumo cotidiano por la población.

El crecimiento de la población durante los últimos cinco años fue del 3.9% anual, superior al resto del municipio, lo que puede provocar cambios muy importantes en todo el sistema lagunar estuarino en los próximos años, debido a una mayor demanda de madera, leña, agua dulce animales silvestres y otros recursos del manglar.

La pesca y la agricultura son las principales actividades en la población con el 50 y el 30% de la ocupación de la mano de obra; Durante los últimos años las capturas han disminuido en aproximadamente 40%, debido a una explotación excesiva de los caladeros tradicionales; hasta un 25% esta actividad depende del huachinango y tiburón, actividad sumamente vulnerable debido a que día a día han ido desapareciendo estas especies; aún bajo esta condición los pescadores presenta mejores ingresos que los campesinos.

En la alimentación de los pobladores, la tortilla y el pescado constituyen el 50% de la dieta. Se han registrado cambios muy significativos en ésta durante los últimos cinco años, aumentando el consumo de harinas, alimentos procesados, queso y refrescos. La población de Barra de Tecoanapa enfrenta limitaciones de servicios de agua potable y alcantarillado aunado a la práctica del fecalismo al aire libre, por lo que son comunes algunas enfermedades gastrointestinales, gripes y reumatismo. El servicio educativo en los últimos años se ha incrementado a nivel primaria y secundaria. Por otra parte hasta un 80% de la comunidad dispone de energía eléctrica, lo que ha permitido que una buena parte de la población disponga de aparatos eléctricos como radios, televisión, ventiladores, etc.

En la actualidad un 60% de la población sigue utilizando la leña de mangle como fuente de energía mientras que el uso del gas como sustituto de la leña se ha incrementado hasta en 38% durante los últimos años. De la misma manera la madera de mangle, palma y adobe paulatinamente se ha ido sustituyendo por el uso del cemento, tabique, lámina y teja en las construcciones.

PROPUESTAS PARA UN PLAN DE MANEJO

El sistema lagunar estuarino de Barra de Tecoanapa, es un sistema abierto que depende de los subsidios de materia y energía provenientes de la interacción terrestre-océano-atmósfera. En este trabajo se ha cuantificado la mayoría de subsidios, los mecanismos de producción, la biomasa, los productos y servicios así como algunos de los tensores que actúan y modifican el funcionamiento del ecosistema en su conjunto. En la figura 126, adaptando el modelo de Lugo et al (1980), se expresan numéricamente los subsidios, mecanismos, servicios y tensores. En la actualidad el ecosistema está siendo modificado por una serie de tensores naturales e inducidos por el hombre. Los más críticos son:

1. **Tensor tipo 1. Uso del agua**. Durante el periodo 1970-1995, el uso excesivo del agua para la agricultura y la población, en la cuenca media y alta, ha disminuido hasta en una tercera parte el volumen del Río Quetzala y por consiguiente el agua que penetra a la zona del manglar. En los próximos dos años (1999-2000), este problema se agudizará más, debido a la conclusión de otra represa en el curso medio del río, obra que reducirá hasta en un 50% el volumen del río. Este es el tipo de tensor (1) más dañino que existe, ya que altera los aportes de materia y energía al sistema, debido a la reducción del volumen de agua dulce, sedimentos y nutrientes a la cuenca baja(Fig. 126). La reducción de agua dulce, incrementará la entrada de agua salobre, aumentando la salinidad y la evaporación en todo el sistema lagunar. La reducción de sedimentos y nutrientes disminuirá la disponibilidad de sustrato para la formación de suelos en los manglares, así como el desarrollo adecuado de las plantas. El tensor reduce drásticamente la capacidad del sistema de poderse recuperar. Este tensor ha provocado otros colaterales en la zona marina. Durante los últimos siete años se ha observado un proceso acelerado de erosión en la zona de playas (Fig. 98 y99), como consecuencia de la disminución del volumen del río y el cambio climatico, este fenómeno ha reducido la franja de manglar en la parte derecha del río y ha reducido hasta en 100m el ancho de la barra arenosa en el lado izquierdo contiguo a la población. Este proceso se ha visto incrementado a partir de 1992, con el paso de algunos huracanes y tormentas tropicales.

2. **Tensor tipo 2. Cambio en el hidroperiodo**. El área comprende cambios marcados en el hidroperiodo, debido a la presencia de lluvias menores 1000mm/año, las cuales están distribuidas en sólo cuatro meses, seguido con ocho de sequía prolongada, en este periodo el volumen del río se reduce fuertemente , incrementándose la temperatura >30°C, lo que aumenta la evaporación y salinidad en todo el sistema (Fig. 100, 126). La suma de estos dos tensores, determinará una reducción drástica de las áreas cubiertas por rodales ribereños dominadas por *Rhizophora mangle*,

los cuales dependen fuertemente de los aportes de agua dulce, nutrientes y sedimentos para su desarrollo. Bajo esta condición en los próximos años, sólo quedarán manchones aislados de manglares de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en sitios con gran salinidad.

3. **Tensor tipo3. Consumo y herbivoría**. Este tensor remueve energía potencial del sistema, después de ser fijada y antes de ser almacenada. El grado de alteración es menor. Está representado por la herbivoría que realizan los insectos y otros organismos que se alimentan sobre el tejido vegetal, aquí se cuantificó como bajo (277.9tonC/año)(Fig. 126) y sólo es grave cuando se asocia al tensor anterior en época de secas. Por el contrario en Barra de Tecoanapa, el consumo directo que realizan puercos y vacas sobre los propágulos y plántulas es severo. La sumatoria de este tensor con el siguiente ha tenido efectos muy notables en las áreas cercanas a la comunidad. El efecto de este tensor ya es visible en unas 50 hectáreas de manglar.

4. **Tensor 4 Cosecha y Fuegos**. Estos tensores, extraen biomasa del sistema, en el primer caso, la excesiva explotación de algunas áreas de manglar (447m^3/año de madera y leña)(Fig. 126) ha limitado la regeneración natural, dejando bosques residuales muy alterados. La presencia de fuegos es una practica asociada a la agricultura, cacería y ganadería, en los últimos años ha eliminado hasta 39hectáreas de manglares en la periferia y al interior del manglar.

5. **Tensor tipo 5. Presencia de plaguicidas**. Este tipo de tensor aumenta la tasa de respiración del sistema debido a un costo metabólico elevado. Por lo menos se registraron tres tipos de plaguicidas (heptacloro, aldrin y dieldrin), con niveles elevados en sedimentos y organismos, lo más grave es su presencia en peces y moluscos de consumo entre la población, así como, al uso indiscriminado en las áreas agrícolas aledañas a los manglares.

A corto plazo la amenaza más notable para el ecosistema es el desordenado crecimiento de la población, la cual demanda más recursos como agua, alimentos y madera. En el primer caso, los pozos que surten de agua a la población, excavados a cielo abierto sobre la barra, están contaminados debido al excesivo fecalismo al aire libre de humanos, puercos y perros. Este problema asociado a la falta de agua potable y confinamiento de las basura y otros desechos acelerará el riesgo de enfermedades en la población. El incremento de la población aunado a la declinación de las pesquerías, incrementará la migración, los conflictos sociales, la captura de animales silvestres y la extracción de madera. El avance de la frontera agrícola es una presión silenciosa pero inexorable sobre el manglar, esta presión ya se ha materializado con la tala de algunas áreas emergidas de pastizal al interior y en la periferia de los manglares; estás áreas son únicas por su riqueza de germoplasma, de especies florísticas y faunísticas; las cuales deben ser protegidas.

Ante esta problemática es urgente proponer alternativas a la comunidad. Algunas de las propuestas siguientes deben ser aplicadas.

1. Gestionar ante la Comisión Nacional del Agua, el aporte de volúmenes de agua suficientes en los próximos años a la cuenca baja, a fin de mitigar los efectos inmediatos de la reducción del volumen de agua dulce sobre el sistema.

2. Detener la extracción de madera en las zonas cercanas a la comunidad y orientar su explotación hacia otros sitios(Fig. 121 y 122), en los cuales el recurso sea abundante y disponible.

3. Cercar las zonas alteradas para evitar el paso de personas, ganado y cerdos que eliminen los retoños y plántulas nuevas, e iniciar prácticas de reforestación en las zonas más alteradas.

4. Declarar zona de reserva natural a todo el humedal. Dentro de esta zona deberán asignarse áreas núcleo (bancos de germoplasma), zonas de amortiguamiento, zonas de uso, corredores y canales de navegación para el avistamiento de aves. Realizar trabajos de reconstrucción de los campamentos tortugueros a lo largo de la zona de playas en ambos lados del río, a fin de proteger en forma efectiva a estos organismos.

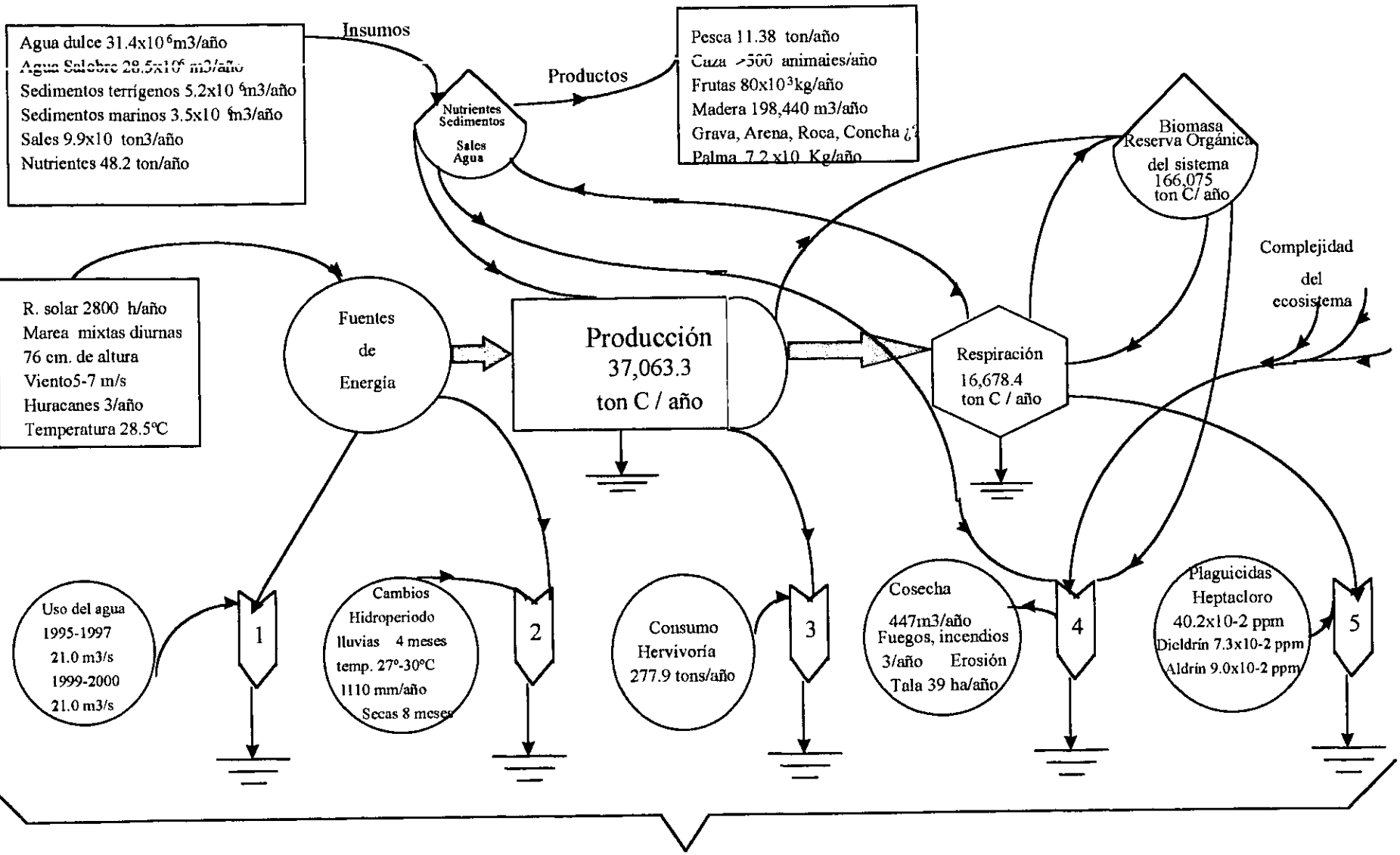
5. Proteger con cercas la zona a la izquierda del estuario, lugar de descanso, residencia e hibernación de aves nativas y migratorias. Colocando sitios estratégicos para el avistamiento y fotografía de estos organismos.

6. Gestionar recursos económicos para actividades alternativas a la pesca y la agricultura en la zona, como la construcción de arrecifes artificiales, para incrementar la pesquería artesanal. Incentivar el cultivo de moluscos de bajo costo y gran demanda como ostión, callo de hacha y mejillón; así como el cultivo de langostino, mojarra, robalo y jaiba en el estuario y las áreas inundables periféricas al humedal. En el área terrestre capacitar a los pobladores en prácticas de apicultura, dada la abundancia de flores en los manglares cercanos a la comunidad. Otra alternativa es la crianza de puercos en establos rústicos. Incluso la eliminación de plaguicidas a través de prácticas de agricultura orgánica en las huertas de frutales y cultivos tradicionales.

7. Incentivar el ecoturismo tanto en la zona marina como en el estuario y al interior de los bosques de manglar, aprovechando la belleza escénica del área.

8. Iniciar un programa de educación ambiental, para el cuidado del medio, así sobre orientación sexual a la población para detener el crecimiento de la población

9. Elaboración de un plan de manejo, ordenamiento y explotación de los recursos del sistema lagunar acorde a las necesidades de la comunidad, con metas a corto, mediano y largo plazo.



TENSORES NATURALES E INDUCIDOS

Fig. 126 Principales subsidios de materia y energía que permiten el funcionamiento del sistema lagunar estuarino, el cual ha alcanzado un nivel de complejidad elevado, expresado en una serie de productos y servicios que la comunidad explota. Desafortunadamente este sistema está sujeto a una serie de tensores naturales e inducidos; estos últimos son una amenaza grave para su funcionamiento. Adaptado de Lugo et. al. 1980

BIBLIOGRAFIA.

Abernethy, C.L., 1980. Problems of soil erosion and sedimentation in the context of population growth and economic development. *In*: IAHR/UNESCO: Hydraulic research and River Basin Development in Africa. Seminar, Nairobi 11-15 sept. 1980.

Abrego, C., 1994. Situación de los Bosques Salados en El Salvador. *In* Suman O.D.(editor) El Ecosistema de Manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación 115-124p). Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Acosta, V., R., 1984. Diagnósis de la pesca comercial de laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis profesional Fac.Ciencias UNAM. 132 pp.

Adlard, P.G. 1990. **Procedures for monitoring tree growth and site change, A Field Manual**. Tropical Forestry Papers No. 23 . Oxford Forestry Institute Departement of Plan Sciences Unioversity of Oxford, 188pp.

Agüero, M N. 1994. Como estimar el valor económico de los manglares: un método y un ejemplo.*In*. Ecosistema de Manglar en América Tropical (26-45pp): Estructura, Función y Manejo.Serie Cientifica No. 3. EPOMEX Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.Universidad Autónoma de Campeche.

Albert, L. A. 1996. Persistent Pesticides in México. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 147** : 1- 44.

Albert, L. A., R. Reyes, S. Sandoval. 1980. Plaguicidas organoclorados en algunos peces comestibles de agua dulce(pp 15-27). Memorias, II Simposium sobre contaminación de alimentos, Asociación Mexicana de Mujeres Médico Veterinarios Zootecnistas, México.

Albert, L. A., V. M. Armienta. 1977. Contaminación por plaguicidas organoclorados en un sistema de drenaje agrícola del estado de Sinaloa(Resumen). Protección de la Calidad del Agua III: 5-7.México.

Alongi, D.M.; K.G. Boto y A.I. Robertson 1992. Nitrogen and phosphorus cycles(251-291 pp) . *In:* Coastal and Estuarine Studies 41 Tropical Mangrove Ecosystems: A.I. Robertson and D.M. Alongi(Eds.). Americal Geophysical Union Washington.

Álvarez, F. J. 1982. Caída de hojarasca en una selva húmeda tropical de los Tuxtla Veracruz. Tésis de Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, México., 98pp.

Álvarez, V., 1994. Los Manglares de la República Dominicana(209-217). *In* Suman O.D.(Ed) El Ecosistema de Manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su Manejo y Conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Álvarez-Sánchez, J.and R. E. Becerra. 1996. Leaf decomposition in a Mexican tropical rain forest. **Biotropica 28(4b):** 657-667.

Amarasinghe, M. D. y Balasubramaniam, 1992. Structural properties of two types of mangrove forest stands on the northwestern coast of Sri Lanka. **Hydrobiol. 247**: 17-27.

Amezcua-Linares, F. 1985. Recursos Potenciales de peces capturados con redes camaronesras en la costa del Pacífico de México(123-139). *In:* Yáñez-Aranciobia A-(De). Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón. UNAM, PUAL, SEPESCA, México.

Anderson, C. and S.Y. Lee. 1995. Defoliation of mangrove *Avicennia marina* in Hong Kong: Cause and Consequences. **Biotropica 27**(2): 218-226.

Andrews, T.J., B.F.Clough and G.J. Muller , 1984. Photosynthetic gas exchange properties and carbon isotope ratios of some mangroves in North Queensland in mangroves(15-24 pp). *In*. H.J. Teas

(Ed.) Physiology and management of mangroves.D.r.W. Junk Publishers. The Hague Netherlands.

Aragón, de R. B., A. Barrios y L. de León G., 1994. Los Manglares de Guatemala(125-132 pp). *In* Suman O.D.(editor) El Ecosistema de Manglar en America Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Arenas, V. 1979. Balance anual del carbono orgánico, nitrógeno y fósforo en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México, 114pp.

Augspurger, C. 1985. Flowering synchrony of neotropical plants (235-244 pp). In: D'Arcy, W. And M. Correa (Eds.) The botany and natural history of Panama. Missouri, Botanical Garden.

Baldor, A.T. 1981. **Geometría**. 22 edición, De. Publicaciones Culturales S.A., México 344pp.

Ball, M.C. and G.D. Farquhar. 1984. Photosynthesis and stomatal responses of two mangroves species, *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*, to long term salinity and humidity conditions. **Plant Physiology 74**: 1-6.

Ball, M.C., I.R. Cowan and G.D. Farquhar. 1988. Maintenance of leaf temperature and optimisation of carbon gain in relation to water loss in a tropical mangrove forest.**Australian Journal of Plant Physiology 15**: 263-276.

Ball, M.C., 1980. Patterns of secondary succession in a mangrove forest in south Florida. **Oecologia(Berl.) 44**:226-235.

Bazzaz, F.A., N.R. Chiariello, P.D. Coley and L.F. Pitelka. 1987. Allocating resources to reproduction and defense. **Bioscience 37**: 58-67.

Beever, J.W. III. Simberloff D. & King L.L. 1979 Herbivory and predation by the mangrove tree erab *Aratus pisonii*. **Oecologia 43** :317-28.

Benner, R. R. E. Hodson. 1985. Microbial degradation of the leachable and lignocellulosie components of leaves and wood from *Rhizophora mangle* in a tropical mangrove swamp (221-230 pp). **Marine Ecology Progress Series. 23**.

Benner, R., R. Peele and R. E. Hodson.; 1986. Microbial utilization of dossolved organic matter from leaves of the red mangrove, *Rhizophora mangle*, in the Fresh Creek estuary, Bahamas. **Estuarine Coastal and Shelf Science 23**: 607-620.

Berke, P. R., T. Beatley and C. Feagin; 1993. Hurricane Gilbert Strikes Jamaica: Linking Disaster Recovery to Development. **Coastal Management, Vol. 21**, 1-23.

Birkenhäger, B. 1988. Assesment of Ma-Swar/Ribi River Mangrove Area Wood Resource. FAO/FO/SIL/84/003, Field Document No. 16, FAO, Freetown Sierra Leona.

Björkman, O., B. Demig and T.J. Andrew.1988. Mangrove photosynthesis: responce to high-irradiance stress. **Aust. J. Plant Physiol. 15**:43-61.

Blair, S. M., T. L. McIntosh and B. J. Mostkoff. 1994. Impacts of hurricanes Andrew of the offshore reef systems of central and northern Dade county, Florida. **Bulletin of Marine Science.; 54(3):** 961-973.

Blasco, F., 1984. Mangrove evolution and palynology (36-49pp). *In* Snedaker S.C. and J.G. Snedaker. (Eds). The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO /SCOR, París.

Blasco, F.,1984. Climatic factors and the biology of mangrove plants (18-35). *In* Snedaker S.C. and J.G. Snedaker. (Eds). The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO /SCOR, París.

Bodero, A., 1994. Los Manglares en Ecuador (100-114pp). *In* Suman O.D.(Ed) El Ecosistema de Manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Boonruang, P. 1984. The rate of degradation of mangrove leaves, *Rhizophora apiculata* B. L. and *Avicennia marina* (Forsk) Vierh, at Phuket Island, Western Peninsula of Thailand (200-208pp). *In*: Soepadmo. E.,Rao, A. N. and Macintosh, D. J., (Eds), Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Enviroment: Research and Management.

Botello, A. V., G. Díaz, L. Rueda, S. F. Villanueva. 1994. Organochlorine compouns in oysters and sediments from coastal lagoons on the Gulf of Mexico. **Bull Environ Contam Toxicol 53:**238-245.

Boto, K.G. and J.T. Wellington 1983. Phosphorus and nitrogen nutritional status of a northern Australian mangrove forest. **Marine Ecology Progress Series 11**: 63-69.

Boto, K.G. y A.I. Robertson, 1990. The relationship between nitrogen fixation and tidal exports of nitrogen in a tropical mangrove system. **Estuarine Coastal and Shelf Science 31**:531-540.

Boto, K.G. y J.T. Wellington. 1988. Seasonal variations in concentrations and fluxes of dissolved organic and inorganic materials in a tropical , tidally-dominated, mangrove waterrway. **Marine Ecology Progress Series 50**: 151-160.

Boucher, D. H. 1990. Growing back after hurricanes. **BioScience. Vol. 40** (3)

Bray, J.R.and E. Gorham 1964. Litter production in forests of the world. **Adv. Ecol. Res. 2:** 101-157.

Bremer, G.B.1995. Lower marine fungi (labyrinthulomycetes) and the decay of mangrove leaf litter **Hydrobiologia 295**: 1-3: 89-96.

Brinson, M.M. 1990. Riverine Forests (87-134pp). *In:* Forested Wetlands: Ecosystems of the World 15 (Eds.) Lugo A.E., M..M. Brinson y S. Brown; Ed. Elsevier, Netherland.

Brow, M.S., 1984. Mangrove leaf litter production and dynamics (91-113). *In* Snedaker S.C. and J.G. Snedaker. (Eds). The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO, Paris, Francia.

Brow, S. and A.E. Lugo 1981. The storage and production of organisc matter in tropical forests and their in the Global Carbon cycle. **Biotropica 14 (3)**: 161-187.

Brown, S., Brinson, M.M. y Lugo A.E. 1979. Structure and fuction of riparian wetlands (17-31pp). *In* R.R. Johnson y J.F. McCormick(Eds). Proceedings of the National Symposium on Strategies for the Production and Management of flood Plain Wetlands and other Riparian Ecosystems. U.S.D.A. Forest Service, Washington D.C.

Bulit, G.,C.,1996. La clorofila "a" como expresión del proceso apertura-cierre de la boca en laguna de Chautengo, Gro. Memorias. 1er. Encuentro Regional sobre Investigación y Desarrollo Costero: Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Universidad del Mar, Puerto Angel Oaxaca, México, Nov.1996.

Bunt, J.,S.,1995. Continental scale patterns in mangrove litter fall. **Hydrobiologia 295**: 51-58.

Bunt, J. S. 1996. Mangrove zonation: an examination of data from seventeen riverine estuaries in tropical Australia. **Annals of Botany. 78**:333-341.

Bunt, J.S. 1982. Studies of mangroves litter fall in tropical Australia. In: Mangrove Ecosystems in Australia: structure, function and management, De. B.F. Clough, pp. 223-238. Australian National University Press, Camberra.

Burdon, J.J. and G.A.Chilver 1974. Fungal and insect parasites contributing to niche differentiation in mixed species stand of Eucalypt samplings. **Australian Journal of Botany 22**: 103-114.

Burns, B. and J. Ogden, 1985. The demography of temperate mangrove *Avicennia marina* at its southern limit in New Zealand. **Australian Journal of Ecology, 10**: 125-133.

Calberg, S.R. (Ed.) 1972. New Baltic Manual, with methods for sampling and analysis of physical, chemical and biological parameters. Coop., Res., Rep., Serie A, No. 29. Int. Counc. Expl.

Cálix, D. H., A. Novelo, S. D. Koch 1996. Vegetación de zonas inundables de Tabasco, México. **Universidad y Ciencia, 12(24):** 28-40.

Camilleri, J., C., y G.Ribbi, 1983. Leaf thickness of mangroves (*Rhizophora mangle*) Growing in different salinities. **Biotropica 15** (2): 139-141.

Camilleri, J.C. & G. Ribi, 1986.Leaching of dissolved organic carbon (DOC) from deal leaves, formation of flakes from DOC, and feeding on flakes by crustaceans in mangroves. **Mar. Biol., 91**: 337-344.

Carreras, R. 1988. Caracteres anatómicos de especies típicas de manglares. Consideraciones ecológicas. **Rev. Forestal Baracoa 18(1):** 7-16.

Carreras, R. y M.A. Vales. 1986. Atlas Anatómico de Maderas de Cuba I Instituto de Botánica, C.C., La Habana, 79pp.

Carreras, R. y R. Dechamps 1995. Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales I. El Texto. Musee Royal de Láfrique Centrale Tervuren, Belgique, Documentation Sciences Economiques Vol. 9. Ministerio de la Agricultura y Forestales de Cuba.

Carreras, R., R. Dechamps y T, Avella 1989. Estructura tridimensional de la madera de cinco especies de Verbenaceas representadas en Cuba. **Rev. Forestal Baracoa 2:** 67-84.

Carter, R.W.G. 1988. Coastal Environmental, 123pp. USA.

Castrejón, G., A. R. J., 1987. Algunos aspectos biológicos del bagre *Galeichthys caerulescens* (Gunther): estructura en talla y peso de la población y factor de condición en la laguna de Tres Palos, Guerrero. Tesis Profesional. Facultad Ciencias. UNAM 114 pp.

Cintrón, G. y Y. Shaeffer-Novelli 1981. Roteiro para estudio dos recursos de marismas e manguezais **Int. Oceanog. Sao Paulo, 10**: 1-13.

Cintrón, G. y Y.N. Schaeffer 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de norte y sur América. **Ciencia Interamericana, 3**: 4-15

Cintrón, G.y Y.Shaeffer-Novelli 1983. **Introducción a la Ecología del Manglar**. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe- ROSTLAC, Montevideo. 106pp.

Cintrón, G.y Y.Shaeffer-Novelli 1984. Methods for studying mangrove structure (91-113pp). In S. C. Snedaker and J. G. Snedaker (Eds.). The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO, Paris, Francia:

Cintrón, M.G. 1994. Restoring Mangrove Systems, pages 223-266. In: G. W. Thayer (Ed.), Restoring the Nation's Marine Environment. A Maryland Sea Grant Book College Park, Maryland.

Clark, J.R. 1992. **Integrated Management of Coastal Zones**. FAO, Fish. Tech. Paper No. 327, FAO, Roma, 310pp.

Clarke, P., J., 1994. Baseline Studies of Temperate Mangrove Growth and Reproduction; Demographic and Litterfall Measures of Leafing and Flowering. **Aust. J Bot. 42**.: 37-48.

Clarke, R.J. 1995. **Coastal Zone Management Handbook** De. Lewis Publishers CRS. Boca Raton Florida, 673pp.

Clough, B.F. and P.M. Attiwell, 1975. Nutrient cycling in a community of *Avicennia marina* in a temperature region of Australia (137-146pp). In H. G. Walsh, S. Snedaker and H. Teas (Eds.). Proc. Int. Symp. On Biol. And management of mangroves. Inst. Agric. Sci. Univ. Of Florida, Gainesville, Florida. USA.

Coleman, J.M. y H.H. Roberts 1989. Deltaic coastal wetlands. **Geologic en Mijnhouw 68**: 1-24.

Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (Cicoplafest). "Catálogo Oficial de Plaguicidas". 1995. México. 405pp.

Comisión Nacional de Biodiversidad 1996. Los Humedales Prioritarios en la Zona Costera de México. CONABIO, Informe General Interno. México, 126pp.

Comisión Nacional del Agua, 1995. Algunas modificaciones ambientales en las costas del Pacífico de México, Documento Interno No. 11-A, 38pp., México.

Comisión Nacional del Agua. 1995. Condiciones anómalas de humedad y precipitación en la costa de Oaxaca y Guerrero durante los últimos 10 años. **Publicación No. 11**-A. SEMARNAP, México D.F., 34 pp.

Conde-Gómez, J. 1992. Análisis hidrológico y de contaminación en Bahía Ensenada del Pabellón-Altata Sinaloa. Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias UNAM, México 82pp.

Contreras, F. 1988. **Las Lagunas Costeras Mexicanas**. 2ª Ed. Centro de Ecodesarrollo y Secretaría de Pesca. México, 263pp.

Contreras, F. 1991. Hidrología y nutrientes en lagunas costeras (16-24pp). Serie Grandes Temas de la Hidrobiología 1: Fisicoquímica y Biología de las Lagunas Costeras Mexicanas (Eds.) Figueroa T.M.G., C.S. Alvarez. A.H. Esquivel y M.E.M. Ponce.UAM-Iztapalapa, Div. Ciencias Biológicas y de la Salud.

Courthney, C..M. 1980. Production and decomposition in an impounded black mangrove forest. **Fla. Sci. 43** (Supplement): 23.

Cox, G. W. 1978. **Laboratory Manual General ecology**. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa., 232pp.

Crowley, G.M., J. Grindrod and A.P. Kershaw 1994. Modern pollen deposition in the tropical lowlands of northeast Qeensland, Australia. **Review of Paleobotany and Palynology 83**: 299-327.

Culic, P. 1983. The effects of 2,4-D on the growth of *Rhizophora stylosa* Griff. Seedlings (117-123pp). *in* H.J. Teas (Ed.) Physiology and Management of mangroves. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands.

Cullen, M. C. & D. W. Connell. 1987. Bioacumulation of chlorohydrocarbon pesticides by fish in the natural emviroment. **Chemosphere 25:** 1579-1587.

Cundell, A. M., M. S. Brown, R. Stanford and R. Mitchell. 1979. Microbial degradation of *Rhizophora mangle* leaves inmersed in the sea. **Estuarine and Coastal Mar. Sci.** 9:281-286.

Chai, P.K. 1982. Ecological studies of mangroves forest in Sarawak. Ph.D. Thesis University of Malaysia, Kuala Lumpur.

Chapman, V.J. 1944. The 1939 Cambridge University Expedition to Jamaica. II, A study of the environment of *Avicennia nitida* Jacq. In Jamaica. **J. Linnean Soc. Bot. 52**:448-486.

Chapman, V.J. 1970. Mangrove phytosociology. **Trop. Ecol. 11**: 1-19.

Chávez, A. A. G. Cruz Y G.Salinas 1978. Contribución al conocimiento de la biología de *Dormintator maculatus* (Bloch), Pisces, *Gobiidae*), de la laguna de Tres Palos, Guerrero, México (58). Res. VI Cong. Nal. Oceanog.

Chong, P.W. 1988. Proposed Integrated Forest Managementr Planning and Utilization of Mangrove resources in The Terrab-Sierpe Reserve, Costa Rica. Proj. FAO/TCP/6652. Technical Report 2. 150pp.

Chong, P.W., 1989. Manejo integrado de ecosistemas de manglares en la Reserva Forestal de Guanal-Cuba. Programa de Cooperación Técnica; Documento de Campo 1. (FO:TCP/CUB/8851), 138pp. Roma.

Chou, S.F.J. and R.A. Griffin, 1986. Solubility and soil mobility of polychlorinated, in PCBs and the Environment, Vol. 1, Waid, J.S., De., CRC, Press, Boca Raton, Fl., 101pp.

Choy, S. C. and W. E. Booth. 1994. Prolonged inundation and ecological changes in an *Avicennia* mangrove: implications for conservation and management. **Hydrobiologia 285**:237-247.

Christensen, B. 1978. Biomass and primary production of *Rhizophora apiculata* Bl. in a mangrove southern Thailand. **Aquatic Botany** 4:43-52.

Christensen, B. and Wium- Anderson , S. 1977. Seasonal growth of mangrove trees in southern Thailand 1. The Phenology of *Rhizophora apiculata* Bl. **Aquatic Botany 3**: 281-286.

D'Croz, L. B y B. Kwiecinki. 1980. Contribución de los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. **Rev. Biol. Trop., 28(1):**13-29.

D'Croz, L., J. Del Rosario Y R. Holmes, 1989. Degradation of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). leaves in the Bay of Panama. **Revista de Biologia Tropical 23** 101-103.

Davie, J.D. S. 1984. Structural variation, litter production and nutient status of mangrove vegetation in Moreton Bay. In Focus on Stradbroke, New Information on North Stradbroke Island and Surrounding Areas, 1974-1984 (208-223pp).(Coleman R.J., J. Covacevich, Eds.) Brisbane.

Dávila, Z., J. J., 1986 Distribución y abundancia del fitoplancton durante el ciclo estacional verano 83-verano 84 en la laguna de Coyuca de Benitez, Guerrero. Tesis Tesis Profesional. Fac. Cienc. UNAM 135 pp.

Davis, J.H., Jr. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. Carnegie Institute, Washington, D.C. Publ.517. Tortugas Lab. Pap. 32: 303-412.

Day, J. W., W.H. Conner, F. Ley-Lou, R. H. Day and N. A. Machado. 1987. The productivity and descomposition of mangrove forest, Laguna de Terminos, Mexico. **Aquatic Botany** 27:287-284.

Day, J.W. 1988. Impactos del desarrollo humano sobre marismas y sistemas costeros en Louisiana., pp.77-90. *In* : Memorias :Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Usumacinta y Grijalva, INIREB-Tabasco, Gob. Edo. Tabasco.

Day, Jr. J.W.; C. Coronado-Molina; F.R. Vera-Herrera; RR. Twilley; V.H. Rivera-Monroy; H. Alvarez-Guillen; R. Day y W. Conner. 1996. A 7 year record of above-ground net primary production in a southeastern Mexican mangrove forest. **Aquatic Botany 55**: 39-60.

Day, J.W., R.H. Day., M.T. Barreiro., F. Ley-lou and C.J. Madden 1982. Primary production in the Laguna de Términos, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico. **Oceanologica Acta, S.P.**:269-276.

De la Lanza, E. G. 1991. Importancia ecológica de los ciclos biogeoquímicos en los sistemas lagunares costeros (7-15pp). Serie Grandes Temas de la Hidrobiologia 1: Fisicoquímica y Biología de las Lagunas Costeras Mexicanas (Eds.) Figueroa T.M.G., C.S. Alvarez. A.H. Esquivel y M.E.M. Ponce.UAM-Iztapalapa, Div. Ciencias Biológicas y de la Salud.

De la Lanza, E.G. 1990. Caracterización de la Laguna de Caimanero, Sinaloa, México, a través de algunas variables geoquímicas. **Ciencias Marinas 16**(3): 27-44.

De la Lanza, E.G. y J.L. García-Calderón 1993. Los sistemas hídricos costeros del noroeste de México, un recurso amenazado. Reunión Anual del Programa Universitario del Medio Ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México, 21-23 de octubre de 1992.

De la Lanza, G.E. y M.A. M. Rodríguez 1990. Caracterización de la Laguna de Caimanaero Sinaloa, México, a través de algunas variables geoquímicas. **Ciencias Marinas 16(3)**:27-44.

De la Lanza, G.E., C.H. Tovilla y S. P. Hernández. 1989. Productividad primaria e hidrología del sistema lagunar de Alvarado, Ver., y Laguna de Términos, Campeche, México. *In* : Ecología poblacional de los camarones *Penneidos* de los principales sistemas lagunares del Golfo de México. Reporte Técnico II CONACyT, PCEBNA-021436.pp 221.

De la Lanza, G.E., V. Arenas y M. M. Rodríguez. 1986. La fijación de nitrógeno asociada a la descomposición de halófitas en una laguna litoral del noroeste de México. **An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. 13**(1): 339-344.

De la Lanza, E. G. 1981. Importancia de la materia orgánica en los sedimentos de la Laguna de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Tésis Doctoral. Oceanografía Biológica Pesquera CCH, UNAM, México., 104pp.

De la Lanza, G. P. Ramírez-García, Y-F. Thomas y A. R. Alcántara. 1993. La vegetación del manglar en la Laguna de Términos, Campeche. Evaluación preliminar a través de imágenes LANDSAT. **Hidrobiológica Vol. 3** (1-2), 29-39.

Delgadillo, C. E.A., 1986. Evaluación de la materia orgánica particulada en la laguna de Coyuca de Benítez, Gro. Durante el ciclo otoño 1983-verano 1984 y su relación con percepción remota. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias UNAM 82 pp.

Departamento de Estudios del Territorio Nacional (DETENAl), 1975.4 Fotos aéreas LV. 113-114, Escala 1: 50,000, marzo .

Departamento de Estudios del Territorio Nacional (DETENAl), 1979. 4 Fotos aéreas LV.22-23; Escala 1:50,000, marzo.

Diario Oficial, 1982. Decreto Presidencial para la declaratoria de playa protegida de Tierra Colorada. Secretaría de la Presidencia, Vol 49: 2.

Díaz-González, G, A. V. Botello, G. Ponce-Vélez. 1995. Distribución y presencia de plaguicidas organoclorados en el Banco de Campeche, México. Informe, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM (Nov.).

Diego-Pérez, N.y L. Lozada-Pérez. 1994. Estudios Florísticos en Guerrero No. 3 Laguna de Tres Palos, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 38pp.

Diego-Pérez, N. 1997. Flora de Guerrero No. 5 *Cyperaceae*. Facultad de Ciencia, UNAM, México, 170pp.

Diego-Pérez, N; R.M. Fonseca; L. Lozada-Pérez y F. Lorea-Hernández. 1993. Vegetación de las lagunas costeras y zonas inundables del estado de Guerrero, México. **Brenesia 39-40**: 7-28.

Doat, J, 1977. Le pouvoir calorifique des bois tropicaux. **Revue B.F.T**.,No. 172.

Duke ,N.C., J.S. Bunt and W.T. Williams 1981. Mangrove litter fall in north-eastern Australia. I. Annual totals by component in selected species. **Aust. J. Bot., 29**:547-553.

Duke, N.C. Bunt, J.S.& Williams W.T. 1984 Observations on the floral and vegetative phenologies of north eastern mangroves. **Aust. J.Bol. 32**: 87-97

Duke, N.C. 1990. Phenological trensds with latitude in the mangroves tree *Avicennia marina*. **J. Ecol. 78**:113-133.

Dutch Commission on Ecology and Development Cooperation 1986. Ecological Guidelines for River Basin Development, 1-40pp., Leiden Germany.

Ellison, A.M. and E.J. Farnsworth 1997. Simulated sea level change alters anatomy, physiology, growth, and reproduction pf red mangrove *(Rhizophora mangle* L.). **Oecologia 112**: 435-446.

Ellison, A.M. and E.J. Farnsworth. 1993. Seedling survivorship, growth and response to disturbance in Belizean mangal. **Am. J. Bot. 80**. 1137-1145.

Engracia-Hernández, M. 1989. Carta de Niveles de Insolación Anual de la República Mexicana. 1961-1988. IV, IV, 3,4. Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía, UNAM, México 1992.

Ernst, W. 1980. Effects of pesticides and related organic compounds in the sea. Helgoländ. **Meeresunters 33**, 301-312.

Espinoza, M. P.Sánchez, y E.Muñoz. 1981. Valor energético del detrito y algunos aspectos sobre la productividad y degradación de *Rhizophora mangle*, en tres zonas de manglar de la Bahía de la Paz, Baja California Sur. Informe Técnico, Laboratorio Ciencias de Investigaciones Biologicas:137-179.

Estevez, J. Y J. Estuardo, 1977. Aspectos generales de la biología y ecología del "mejillón de laguna" *Mytella strigata* (Hanley,1843) en dos lagunas costeras de Guerrero, México. **An. Inst. Biol. Uni. Nal Auton. Mex., Ser. Zool.** (1): 187-230.

Farnsworth, E. J. And A.M. Ellison. 1991. Patterns of herbivory in Belizean mangrove swamps. **Biotropica 23(4b)**: 555-567.

Farnsworth, E.,J., y A.M. Ellison 1997. The global conservation status of mangroves. **Ambio 26(6)**: 328-334.

Farnsworth, E.,J., y A.M. Ellison. 1991. Patterns of Herbivory in Belizean Mangrove Swamps. **Biotropica 23** (4b):555-567.

Farnsworth, E.,J., y A.M. Ellison. 1996. Sun-Shade adaptability of the red mangrove, *Rhizophora mangle* (*Rhizophoraceae*): Changes through ontogeny at several levels of biological organization. **American Journal of Botany 83** (99: 1131-1143.

Feeny, P.P.(1976) Plant apparency and chemical defenses Recent Adv. **Phytochem.10** :87.97

Fell, J.W.I.M. Master and R.G. Wiegert. 1984. Litter decomposition and nutrient enrichment(pp 239-249). *In* Snedaker S.C. and J.G. Snedaker. (Eds). The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO, Paris.

Fell, J.W. and I.M. Master 1974.II Fungi associated with the degradation of mangrove *Rhizophora mangle*(L) leaves in South Florida (pp. 455-473). In: Stevenscn ,L.H. and Colwell R.R.(Eds). Estuarine Microbial Ecology., University of South Carolina Press Columbia.

Fell, J.W. and I.M. Master. 1973. I Fungi associated with the degradation of mangrove *Rhizophora mangle*, leaves in south Florida. *In* H. L. Stevenson and R. R. Colwell (Eds.). Estuarine Microbial Ecology. 455-466. University of South Carolina Press, Columbia.

Feller, I. C. 1995. Effects of nutrient enrichment on growth and herbivory of dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*). **Ecologycal Monographs. 65(4):** 477-505.

Fernández, G., A., 1994. Valoración económica de manglares en Costa Rica: Retos metodológicos para la formulación de políticas (56-72). *In.*Valoración Económica de los Manglares, Serie Cientifica No. 6. Epomex, Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.Universidad Autónoma de Campeche.

Fernández, H. Y F. Vázquez , 1982 The density and composition of hypersaline waters of a mexican lagoon. (Densidad y composición de aguas hipersalinas de una laguna costera mexicana) **Limnol. and Oceanogr. 27** (2) 315-321.

Flores-Verdugo F. J. , González-Farías , F. & Zaragoza U.A. 1993. Ecological parameters of the mangroves of semi-arid regions of México: Important for ecosystem management (123-132pp). *In* Lienth, H. and A.N. Massom (Eds): Towards the rational use of high salinity tolerant plants. 1. Kluwer Academic Publishers, Neetherlands.

Flores-Verdugo F. J., F.González-Farías, O. Ramírez Flores, F. Amezcua-Linares, A.Yáñez-Arancibia, M. Alvarez-Rubio y J.W.Day, Jr., 1990. Mangrove ecology, aquatic primary productivity, and fish community dynamics in the Teacapán-Agua Brava Lagoon- Estuarine System (Mexican Pacific). **Estuaries 13**, 2:219-230. June.

Flores-Verdugo, F. J. 1985. Aporte de materia orgánica por los principales productores primarios a un ecosistema lagunar estuarino de boca efímera. Tesis Doctoral, UNAM, México., 89pp.

Flores-Verdugo, F. J., J.Day, L. .Mee, y R.Briseño-Dueñas.1988. Phytoplankton production and seasonal biomass of seagrass, *Ruppia maritima* L., in a tropical Mexican lagoon with an ephemeral inlet. **Estuaries** 11:51-56.

Flores-Verdugo, F., J.Day, y R.Briseño-Dueñas. 1987. Structure, litter fall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. **Marine Ecology Progress Series 35**:83-90.

Fondo Nacional de Población. 1996. Cambios en la población rural en las zonas costeras del Pacífico. Publ. Especial 3(1-2).

Fonseca R.M. y L. P. Lozada 1993. Estudios Florísticos de Guerrero No.1 Laguna de Coyuca, Facultad de Ciencias , UNAM. México, 23.

Fouda M., M., y M. Al-Muharami. 1995. An initial assessment of mangrove resources and human activities at Mahout Island, Arabian Sea, Oman. **Hydrobiologia 295**: 1-3 ,353-362.

Fox L.R. and P.A. Morrow 1983. Estimates of damages by herbivorous insects of *Eucalyotus* trees. **Australian Journal of Ecology 8**: 139-147.

Frangi, and A. Lugo. 1991. Hurricane damage to a flood plain forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. **Biotrópica 23**:324-335.

Frankie, G.W., H.G. Baker and P. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal Botanical 62** (3): 881-913.

Fuentes-Mata, P. 1991. Diversidad ictiofaunística en sistemas lagunares de México. 66-73. En : Figueroa M.G., C. Alvarez, A. Esquivel y M.E. Ponce (Eds). Fisco-química y Biología de las Lagunas Costeras Mexicanas. Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, México: Grandes Temas de la Hidrobiología.

Fuerza Aérea de los Estados Unidos 1945-47. Cuatro fotos aéreas oblicuas, 1:60,000, Washington D.C., USA.

Fujimoto, K. Y T. Miyagi. 1993. Development process of tidal-flat tipe mangrove habitats and their zonation in the Pacific Ocean. **Vegetatio 106**: 137-146.

García, C.B. 1994. Quantitative data on the forest structure of a Small mangrove formation in the Bay of Nenguange, Colombian Caribbean. **Ann. Inst. Invest. Mar. Punta Betín 23**: 183-187.

Ghosh, A., S. Misra, A.K. Dutta and A. Choudhury. 1985. Pentacyclic triterpinoids and sterols from seven species of mangrove. **Phytochemistry 24**: 1725-1727.

Giddins, R. 1984. The use of the litter of the mangrove *Ceriops tagal* as food by the tropical sesarmid crab *Neosarmatium smithii*. BSc.(Horns) Thesis. James Cook University of North Queensland.

Gill, A.M. and P.B. Tomlinson. 1969. Studies on the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). I Habitat and general morphology. **Biotropica 1**: 1-9.

Gill, A.M., y Tomlinson, P.B. 1971. Studies on the growth of red mangroves (*Rhizophora mangle* L.).3. Phenology of the shoot. **Biotropica 3**: 109-124.

Glooschenko, W.A. 1988. Environmental impacts of peatland drainage upon aquatic ecosystems, pp. 111-116, *In*: Memorias :Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Usumacinta y Grijalva, INIREB-Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco.

Gold-Bouchot, G, T. Silva-Herrera, O. Zapata-Pérez. 1993. Chlorinated pesticides in the Rio Palizada, Campeche, México. **Mar Pollut Bull 26** (11): 648-650.

Gold-Bouchot G, T. Silva-Herrera, O. Zapata-Pérez. 1995. Organochlorine pesticide residue concentrations in biota and sediments from the Rio Palizada, Campeche, México. **Bull Environ Contam Toxicol 54**:554-561.

Golley, F.B. 1972. Tropical ecology with emphasis on organic productivity. 402-413. In F.B. Golley and R. Misra, Eds. Tropical Ecology. Univ. of Georgia, Athens.

Golley, F. B., H. T. Odum and R. F. Wilson. 1962. The structure and metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in may. **Bull. Marine Sci. 1**:34-62.

Golley, F.B., J.T. McGinnis, R.G. Clements, G.I. Child y D.J. Duever. 1975. Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem. Univ. of Georgia Press, Athens, Georgia U.S.A. 256pp.

González, V., L. 1977. Estudio preliminar sobre el contenido de ácidos orgánicos coloridos en el agua de lagunas costeras de Guerrero, México. **An. Centr. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM 4** (1): 243-247.

Goulter, P.F.E. and W.G. Allaway, 1979. Litter fall and decomposition in a mangrove stand, *Avicennia marina*, in Middle harbour, Sydney, **Aust. J. Mar. Freshwater Res., 30**:541-546.

Grado, S 1980 Biología y aspectos poblacionales del langostino de río *Macrobrachium americanum* (Bate, 1808) (Decápoda: *Palaemonidae*) en algunas áreas de los estados de Michoacán y Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM 110 p.

Graham, D.S., J.P. Daniels, J.M. Hill y J.W. Day, Jr. 1981. A preliminary model of the circulation of Laguna de Términos, Campeche, México. **Ann. Inst. Ciencia. Del Mar y Limnol., UNAM, 8(1):**51-62.

Grasshoff, K., M. Ehrhardt and K. Kremling (Eds) 1983. **Methods of Seawater Analysis**. De. Verlag Chemie, Kiel Germany 415pp.

Guzmán, A., M., 1987. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871), en lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias UNAM 100 p.

Hamilton, L., S. C. Snedaker. 1984. **Handbook for Mangrove Area Management**. IUCN, UNESCO, East-West Center Order Dept. USA.

Hannan, J, 1976. Aspects of red mangrove reforestation in Florida (p. 112-121). In R.R. lewis(Ed.), proceeding of the 2nd annual conference on restoration of coastal vegetation in Florida. Hillsborough Community College, Tampa, Florida.

Havershmidt, F.1965. The utilization of mangroves by South American birds. **Ibis 107**:540-542.

Heald, E.J. 1969. The production of organic detritus in a South Florida estuary, Univ. Miami Sea Grant Tech. **Bull. 6**: 110 pp

Heald, E.J., M. A. Roessler and G.L. Beardsley. 1979. Litter production in a soutwest Florida black mangrove community. p. 24-33. In Proceedings Florida Antimosquito Association 50th Meeting.

Hernández, A., and K.Mullen. 1979. Productividad primaria neta en un manglar del Pacifco Colombiano. Memorias del Simposium sobre Pacífico Colombiano. Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Hernández, A. y K. P. Mullen. 1975. Observaciones sobre la productividad primaria neta en un sistema de manglar-estuarino (Guapi-Colombia). In Mem. II Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica. pp. 89-98. Cumaná, Venezuela.

Hesse, P.R. 1962. Phosphorus fixation in mangrove swamp muds. **Nature 193**: 295-296.

Hicks, D.B., and L.A. Burns. 1975. Mangrove metabolic response to alterations of natural freshwaters drainage to southwestern Florida estuaries (238-255pp). In Walsh, S. Snedaker and H. Teas, Eds. Proceedings of the international symposium on the biology and management of mangroves. Univ. of Florida, Gainesville.

Higueras, A.M.F. 1933. El poblamiento de la Costa Chica de Guerrero y Oaxaca a principios de Siglo y el Puerto de Barra de Tecuanapa. Ed. San Bosco, México 144pp.

Holdridge, L. R. 1940. Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. **Caribb. For. 1**:19-39.

Holm, N.G., 1978. Phosphorus exchange through the sediment-water interface. Mechanism studies of dynamic processes in the Baltic Sea. Ph.D. Department of Geology. University of Stockholm, Estocolmo., 149pp.

Hoorn, C. 1994. An environmental reconstruction of the paleo-Amazon River system (Middle-Late Miocene, NW Amazonia). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 112**: 187-238.

Hovenden, M.J., M. Curran, M.A. Cole, P.F. E. Goulter, N.J. Skelton and W.G. Allaway. 1995. Ventilation and respiration in roots of one-year seedlings of grey mangrove Avicennia marina (Forsk.) Vierh. **Hydrobiologia 295** (1-3):13-22.

Hughes, J. W. Y T. J. Fahey. 1994. Litterfall dynamics and ecosystem recovery during forest development. **Forest Ecology and Management. 63** : 181-198.

Hurtado, N. G. 1994. Estudio de caso: manejo y uso adecuado de los recursos del manglar en Estero Real Nicaragua. In D. O. Suman (Ed.). El ecosistema de Manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación (168-175pp). Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Hurtado, N. G. y J.J.Camacho., 1994. Informe sobre Manglares de Nicaragua , América Central. (160-167). *In* Suman O.D.(Ed) El ecosistema de manglar en america Latina y la cuenca del Caribe : su manejo y conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Hyde, K.D. & S.Y. Lee 1995.Ecology of mangrove fungi and their role in nutrient cycling: wat gaps occur in our knowledge? **Hydrobiologia 295**: 1-3: 107-118.

Imbert, D., P. Labbe and A. Rousteau; 1996. Hurricane damage and forest structure in Guadaloupe, French West Indies. **Journal of Tropical Ecology. 12**:663-680.

Instituto de Geofisica 1993. Calendario Gráfico de Mareas: Mareografos establecidos en las costas del Pacífico. III Manzanillo-Puerto Madero, UNAM, México, 32pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1986. 4 Fotos Aéreas DBC 46. Escala 1:75.000, mayo.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1994. 6 Fotos Aéreas INEGI-SINFA, Escala 1: 20,000, Junio-Julio; Zona E-14-DG61,D72, línea 670 y 671.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1996. Memoria del XI Censo General de Población y Vivienda, México, 525pp.

Intituto Nacional Estadística Geografía e Informática 1995. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, y de Conteo de Población y Vivienda, México, 567pp.

Intituto Nacional Estadística Geografía e Informática 1996. XI Censo General de Población y Vivienda: Concentrado Guerrero., México, 468pp.

Issac, R.A. and Johnson W.C.1976. Determination of total nitrogen in plant tissues, using a block digestor. 3. of the AOAC, 59 (1): 98-100

Janzen, D.H. 1976. Synchronization of sexual reproduction of tree within the dry season in Central America. **Evolution 21**: 620-637.

Jardel, J. E., A. A. Saldaña y M.T. Barreiro. 1987. Contribución al conocimiento de la ecología de los manglares de la laguna de Términos Campeche, México. **Ciencias Marinas 17**:24-35

Jiménez, J., A., 1988. The dynamics of *Rhizophora racemosa* meyer, forests on the pacific coast of Costa Rica. **Brenesia 30**:1-12.

Jiménez, J., A., 1994. El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales. Ecosistema de Manglar en America Tropical: Estructura, Función y Manejo 78-85pp).Serie Cientifica No.3. Epomex Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.Universidad Autónoma de Campeche.

Jiménez, J.,A., 1994. Ambiente, distribución y características estructurales en los manglares del Pacífico de Centro América: Contrastes Climáticos(103-109pp). *In.* Ecosistema de Manglar en America

Tropical: Estructura, Función y Manejo.Serie Cientifica No. 3. Epomex Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.Universidad Autónoma de Campeche.

Jiménez, .J. A., 1988. Floral and Fruiting phenology of trees in a mangrove forest on the dry Pacific coast of Costa Rica. **Brenesia 29**: 33-50.

Jin-Eong O., 1995. The ecology of mangrove conservation & management. **Hydrobiologia 295**:343-351.

Johnstone, I.M. (1981) Consumption of leaves by herbivores in mixed mangrove stands. **Biotropica 13**.pp 252-9

Johnstone, I.M. 1983. Succession in zoned managrove communities: where es the climax?. Pages 131-140. In: H.J. Teas (Ed.) Biology and ecology of mangroves. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands.

Joshi, G.V., S.Sontakke, L.Bhosale and A.P. Waghmode, 1984. Photosynthesis and photorespiration in mangroves. *In.* H.J. Teas (Ed.) Physiology and management of mangroves.D.R.W. Junk Publishers. The Hague Netherlands: 1-14.

Kapetsky, J.M. 1985. Mangroves, Fisheries and Aquaculture. **FAO, Fish. Rep./FAO: 338**: Suppl.: 17-36.

Karmarkar, S.M. 1982. Senescence in mangroves. In Tasks for Vegetation Science, Vol. 2 (De) D.N. Sen and K.S. Rajpurohit: 173-187. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.

Kerr, R.A. 1990. The climate system as a ticking clock. **Science 249**: 1246-1248, september.

Khoon, G., W., y O.J. Eong. 1995. The use of demographic studies in mangrove silviculture. **Hydrobiologia 295**: 1-3: 255-261.

Kimball, M.C. y H.J.Teas 1975. Nitrogen fixation in mangrove areas of southern Florida (pp. 651-660). In: Walsh, G.E., S.C. Snedaker, and H.J. Teas (Eds.) proceedings of the International Symposium on Ecology and Management of mangroves, University of Florida, Gainsville.

Kjerfve, B.J., K.E. Magill y J.E. Sneed 1988. Modelo de circulación y dispersión en la Laguna de Términos, pp 111-130. En. A. Yáñez-Arancibia & J.W. Day, Jr. Eds. Ecología de los sistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. UNAM-OEA, México.

Kohlmeyer, J., B. Bebout $ B Volkmann-Kohlmeyer. 1995. Decomposition of mangrove wood by marine fungi and Teredinids in Belize. **P.S.Z.N.I: Marine Ecology, 16**(1): 27-39.

Komiyama, A., K. Ogino, S. Adsornkoe y S. Sabhasri, 1987. Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand, I. Estimation gy the trench method and the zonal structure of root biomass. **J. Trop. Ecol.** 3:97-108.

La Rue, C.D. and T.J. Mizik. 1951. Does the mangrove really plant its own seedlings? **Science 114**: 661-662.

Lacerda, L.D., C.E. de Rezende, M.C.F. Francisco, J.C. Wasserman and J.C. Martins. 1986. Leaf chemicla characteristics affecting herbivory in a New World mangrove forest. **Biotropica 18**: 350-355.

Lahmann, E.,J., 1994 La reserva ecológica de Térraba-Sierpe, Costa Rica: un ejemplo de uso adecuado del manglar (124-137pp) *.In.* Ecosistema de Manglar en America Tropical: Estructura, Función y Manejo.Serie Cientifica No. 3. Epomex Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.Universidad Autónoma de Campeche.

Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoon of Mexico. Their origin and classification En: Wiley, M., (de.) *Estuarine Processes*: Academic Press Inc. 182-215.

Lastres, O. L. y T. Aymerich 1992. El bosque tropical semideciduo del Parque La Guira Cuba II. Evaluación de diferentes números de colectores para determinar la producción de hojarasca. **Ciencias Biológicas 24**:11-24.

Le Treut, H. y R. Kandel 1992. ¿Qué nos enseñan los modelos del clima? **Mundo Científico 12**(126): 664-673.

Leach G.J. and S. Burgin, 1985. Litter production and seasonality of mangroves in Papua New Guinea. **Aquatic Botany, 23**:215-224.

Lee S., Y.,1995. Mangrove outwelling: a review. **Hydrobiologia 295**:1-3:203-212.

Lee, S. K., W. H. Tan y S. Havanond. 1996. Regeneration and colonisation of mangrove on clay-filled reclaimed land in Singapore. **Hidrobiologia. 319**: 23-35.

Leigh, Jr. E.G., A.S. Rand y D.M. Winsor 1982. **The ecology of a tropical forest seasonal rhytms and long-term changes**. Smithonian Institution Press. Washington DC., 468pp.

Liebeziet, G. and M.T. Rau. 1988. Nutrient Chemistry of two Papua New Guinean mangrove systems. In Field, C.D. and Vannucci, M. (Eds.), Symposium on New perspectives in Research and Management of Mangrove Ecosystems. Pp. 37-48, UNDP/UNESCO Regional Project, New Delhi.

Lin, Guanghui y L D.S.L. Sternberg. 1995. Variation in propagule mass and its effect on carbon assimilation and seedling growth of red mangrove (Rhizophora mangle) in Florida, USA. **Journal of Tropical Ecology 11**: 109-119.

Lodge, D. J., F. N. Scatena, C. E. Asbury and M. J. Sánchez 1991. Fine litterfall and related nutrients inputs resulting from lower montane rain forests of Puerto Rico. **Biotropica 23**(4):335-342.

Lopez, A., F.J.B., 1986 Caracterización hidrológica para evaluar la calidad de la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, durante el ciclo anual otoño de 1983-verano 1984 y la aplicación de técnicas de recepción remota. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM 79 p.

López-Portillo, J. And E. Ezcurra. 1985. Litterfall of Avicennia germinans in a one-year cycle in a mudflat at the Laguna de Mecoacan, Tabasco, México. **Biotropica 17** (3): 186-190.

Lot, H.A., C. Vázquez-Yáñes y L.F. Menéndez. 1974. Physiognomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf coast of Mexico, 52-61pp. In Proceedings of the International Symposium of Biology and Management of mangroves; G.E. Walsh, C.S. Snedaker and J.H. Teas (Eds). Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida Gainesville, Florida., Honolulu, Hawaii.

Lot, H.A. and A. R. Novelo. 1990. Forested wetlands of México, 287-297. In : A.E. Lugo, M. Brinson and S. Brown (Eds.) Ecosystems of the World 15: Forested Wetlands. Elsevier.

Lot, H.A. 1991. Vegetación y Flora Vascular acuática del Estado de Veracruz. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Lowman, M D.1984. An assessment of techniques for measuring herbivory is rainforest defoliation more intense than we thought. **Biotropica 16** : 264-8.

Lowman, M.D. and J.D. Box 1983. Variation in leaf toughness phenolic content among five species of Australian rain forest trees. **Australian Journal Ecology 8**: 17-25

Loyche, M. and C.L. Amadou 1989. A tentative Volume Table for the Mangroves of Sierra Leona. Field Document 7, FAO/UNDP Project SIL/88/008. Freetown Sierra Leona.

Lozada, P. L. 1990 Contribución al conocimiento de la vegetación y fitogeografía de la laguna de Mitla, Guerrero, México. Tesis de licenciatura Facultad de Ciencias. UNAM, 94pp.

Lozada, P.L. 1994. Estudios Florísticos en Guerrero No. 2 Laguna de Mitla, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 44pp.

Lugo, A. and S.C. Snedaker 1975. Properties of a mangrove forest in southern Florida. (Pages 170-211). *In* G.Walsh, S.Snedaker and H.Teas, eds. Proceedings of the international symposium on the biology and management of mangroves. Univ. of Florida Gainesville.

Lugo, A. E., G. Evink, M.M. Brinson, A. Broce and S.C. Snedaker. 1975. Diurnal rates of photosynthesis, respiration and transpoiration in mangrove forests in south Florida. Pages 335-350. In F. Golley and G. Medina, Eds. Tropical Ecological Systems. Springer-Verlag, New York.

Lugo, A., G. Cintrón y Goenaga C. 1980. El ecosistema de manglar bajo tensión. pp. 261-285. In Memorias del Seminario sobre Estudio Científico e Impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO, Montevideo.

Lugo, A.E. 1978. Strees and ecosystems. (pp 61-101). En: J.H. Thorp y J.W. Gibbons (Eds.). Energy and Environmental Stress im Aquatic Ecosystems. DOE Symposium Series (CONF. 771114), Oak Ridge, Tenn. U.S.A. 854 pp.

Lugo, A.E. and G. Cintrón. 1975. The mangrove forests of Puerto Rico and their management. 825-846 in G. Walsh, S. Snedaker and H. Teas, Eds. Proceedings of the international symposium on the biology and management of mangroves. Univ. of Florida, Gainesville.

Lugo, A.E., S. Brown y M..M. Brinson 1990. Concepts in wetland ecolcgy, 53-79. *In* Foested Wetlands: Ecosystems of the World 15 (Eds.) Lugo A.E., M..M. Brinson y S. Brown; De. Elsevier, Netherland.

Lugo, A. E. 1996. Old- Growth Mangrove Forests in the United States. **Conservation Biology, Vol. 11** (1): 11-20.

Lugo, A. E., R. R. Twilley and C. Patterson-Zucca. 1978. The role of black mangrove forests in the productivity of coastal ecosystems in south Florida. Report to E.P.A. Corvallis Environmental Research Laboratory, Corvallis, Oregon.

Lugo, A.E., and S.C. Snedaker. 1974. Trhe ecology of mangroves. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 5:39-64.

Luna-Lugo, A. 1976. Manejo de manglares en Venezuela. Institutc Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Mérida, Venezuela. 50:41-56.

Llanos, R., J. R., 1987 Abundancia y distribución del zooplancton en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM 115 p.

Mandelli, E.F. y A. Vázquez-Botello, 1976. Informe final de la tercera etapa de estudio sobre el uso de la zona costera en los Estados de Michoacán y Guerrero. Universidad Nacional Autónoma de México.

Mañon, O.,S., 1985 Caracterización limnológica del sistema lagunar costero del estado de Guerrero, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM 151.p.

Margalef, R. 1967. Comunidades planctónicas en lagunas litorales, 545-561pp. Memorias del Simposio Internacional sobre lagunas Costeras, De. A. Ayala-Castañares y F.B. Phleger., UNAM-UNESCO, México Noviembre.

Martínez, G. .A. 1978 Distribución y variación estacional del zooplancton en cinco lagunas costeras del estado de Guerrero, México. **An. Centr. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM** 5 (1): 201-214.

Martínez, R. F. 1994. Status del manejo y Reglamentación de los manglares de Puerto Rico (88-96pp). *In* D. O. Suman (Ed.). El ecosistema de Manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación. pp. 194-208. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Matteucci , S.D. y A. Colma, 1982. Metodología para el estudio de la Vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos , Programa Regional de desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D.C.

McCoy, E. D.; H. R. Mushinsky; D. Johnson; and W. E. Meshaka, Jr. 1996. Mangrove damage caused by hurricane andrew on the southwestern coast of Florida. **Bulletin of Marine Science, 59 (1)**: 1-8.

McDougall, K. W., N. Ahmad, C. R. Harris, & F. R. Higginson. 1989. Organochlorine insecticide residues in fish and birds from three river systems on the north coast region of of New South Wales. **Bull. Environ. Contam. Toxicol. 42**, 884-890.

McKee, K.L. 1995. Interspecific variation in growth, biomass partitioning, and defensive characteristics of neotropical mangrove seedlings: response to light and nutrient availability. **American Journal of Botany 82** (3): 299-307.

McKee, K.L. 1995. Seedling recruitment patterns in a Belizean managrove forest: effects of establishment ability and physico-chemical factors. **Oecologia 101**: 448-460.

McKee, K.L. 1995.Mangrove species dsitribution and orioagule predation in Belize: an exception to the dominance-predation hypothesis. **Biotropica 27** (3): 334-345.

McKee, K.L., I.A. Mendelssohn y M W. Hester 1988. Reexamination of pore water sulfide concentrations and redox potentials near the aerial roots of *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans*. **Amer. J. Bot. 75** (9): 1352-1359.

McKee, K.L. and I.C. Feller 1994. Effects of nutrients and shadings on growth and architecture of mangrove in Belize. **Bulletin of the Ecological Society of America** 75:149-159.

McNae, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forest in the Indo-West-Pacific region. **Adv. Mar. Biol. 6**:73-270.

Mearns, A.J., M.B. Matta, D. Simeek-Beatty, M.F. Buchman and W.A. Wert, 1988. PCB'S and Chlorinated pesticides contamination in U.S. Fish and Shellfish: A historical Assesment Report, NOAA Tech. Memo, NOS-OMA, 39; National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, Wa.

Menédez, L. C. y A.S. Priego. 1994. Los manglares en Cuba: ecología. In D. O. Suman (Ed.). El ecosistema de Manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación. pp. 85-98. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Menéndez, C. L., A.Priego C. y R.Vandama C., 1994. Guanal: una Propuesta de plan de Manejo Integrado de los Manglares (85-99pp). *In* Suman O.D.(editor) El Ecosistema de Manglar en America Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Miller, P.C. 1972. Bioclimate, leaf temperature, and primary production in red mangrove canopies in south Florida. **Ecology 53**: 22-45.

MINAGRI/FAO 1984. Informe Cuba: Seminario sobre manaejo integral de Ecosistemas de Manglares. Manzanillo, Cuba 32pp.

Mizrachi, D., R. Pannier y F. Pannier. 1980. Estudio de algunas características de las estrategias de propagación e implantación de *Conocarpus erectus*(82-96pp) L. In Memorias del Seminario sobre el Estudio Científico e impacto humano en el ecosistema de manglares, UNESCO, Montevideo.

Moffat, D. y O. Lindén 1995. Perception and reality: assessing priorities for sustainable development in the Niger River Delta. **Ambio: 24**, No. 7-8 Dec.527-538.

Mohammed, S.M y R.W. Johnstone 1995. Spatial and temporal variations in water column nutrient concentrations in a tidally dominated mangrove creek: Chwaka Bay, Zanzibar. **Ambio**: **24**, No. 7-8 Dec., 482-486.

Mohanraju, R. and R. Natarajan, 1992. Mwthanogenic bacteria in mangrove sediments. **Hydrobiologia 247**(1-3):187-194.

Molina, L. O. A. y R. E. Esquivel. 1993. Asociaciones vegetales en el manglar de la Barra de Santiago, Ahuachapán, El Salvador. **Biología Tropical. 41** (1): 37-46.

Monreal, P., A., 1991. Evaluación de la concentración de la clorofila a fitoplanctónica estacional en la laguna de Coyuca de Benítez, Gro. Utilizando técnicas hidrobiológicas y de percepción remota. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, 123pp.

Mouzouras, R. 1989. Decay of mangrove wood by marine fungi. **Bot. Mar. 32**:65-69.

Nedwell, D.B. 1975. Inorganic nitrogen metabolism in a eutrophicated tropical mangrove estuary. **Water Research** 9: 221-231.

Negrete, R., M P. 1977. Estudio sobre la fecundidad de *Macrobrachium tehellum* (Smith, 1871),(Decápoda *Paleomonidae*) en la laguna de tres Palos , Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias UNAM. 43 p.

Negrón, L.N. 1980. La producción de hojarasca en el manglar ribereño del Espíritu Santo. Tesis Maestría, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico.

Newbould, P.J., 1967. **Methods for estimating the primary production of forest**. Blackwell Sci. Publi. Oxford and Edimburh, Lonfres. (IBP Handbook No. 2, 1970), 62pp.

Ngoile, M.,A., K., y J.P. Shunula. 1992. Status and exploitation of the mangrove and associated fishery resources in Zanzibar. **Hydrobiologia 247**: 229-234.

Nixon, S.W., B.N. Furnas, V. Lee, N. Marshall, J.E. Ong, C.H. Wong, W.K. Gong, and A. Sasekumar, 1984. The role of mangroves in the carbon and nutrient dynamics of Malasysia estuaries (pp. 496-513). In: Soepandmo, E., A.N. Rao, D. J. Macintosh (Eds.) Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environments: Research and Management, University of Malaya and UNESCO, Kuala Lumpur.

Odum, W.E., C. C. McIvor and T. J. Smith III. 1982. **The ecology of the mangroves of South Florida: a community Profile**. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington, D. C. FW/OBS-81/24. 144 pp.

Odum, W.E.1970. Pathways of energy flow in a South Florida estuary. Ph. D. Dissertation. Univ. of Miami, Fla. 162 pp.

Odum, H.T. y D.E.Campell 1994. El Valor de los ecosistemas de manglares en una economía en desarrollo. **FARO: Revista para la Administración de Zonas Costeras en América Latina**. II Semestre 1:12-15.

Odum, H.T. y. J.E. Arding.1991. Análisis Emergético de la Crianza Marítima de Camarones en Ecuador. Documento de Trabajo. Centro de Recursos Costeros, Universidad de Rhode Island, Narragansett, IR, EE.UU.

Odum, W.E. and E. J. Heald. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangro community (pp265-86). *In:* Estuarines Research . (Ed. L.E.. Cronin). Academic Press . New York.

Odum, H. T. 1967. Work circuits and system stress (Pp 81-138). En: H. E. Young (Editor). Symposium on Primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems. Univ. Of Maine Press. Orono. Maine.

Oliver, J., 1979. The geographic and environmetal aspects of mangroves communities. In Mangroves ecosystems in Australia. Clough B.F., Australian National University Press., Camberra 1982. 19-34.

Ong, J.E., Gong, W.K. and C.H. Wong. 1979. Productivity of a managed mangrove forest in west Malaysia, Int. Conf. On Trends in Applied Biology in S.E., Asia, U,S.M. Penang. 10pp.

Ong, J.E., W.K. Gong, and C.H. Wong. 1982. Productivity and nutrient status of litter in a managed mangrove rofest. Symposium on mangrove forest ecosystem productivity. BIOTROP-UNESCO, Bogor, Indonesia

Onuf, C.P. , J..M. Teal, and I. Valiela. 1977. Interactions of nutrients, plant growth and herbivory in a mangrove ecosystem. **Ecology 58**: 514-526.

Oosting, H.J. 1956. **The study of Plant Community**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 210pp.

Opler, P.A., G.W. Frankie and H.G. Baker, 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography** 3: 231-236.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 1994. **Directrices para la ordenación de los manglares**: Estudio FAO Montes 117. Servicio Forestal del Dpto. Agricultura d e E.U.A. Roma Italia.

Ortega, M. S. y R.R. Stephenson 1976. Some aspects of the hydrography and hydrochemistry of the Yavaros and Huizache-Caimanero Lagoon complexes in north-west Mexico. Informe del Centro de Ciencias del Mar y limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ortiz, J. J. .M., 1974. Posibilidades pesqueras de la laguna de Tres Palos, Gro. Tesis de licenciatura . E.N.C.B. Instituto Politécnico Nacional, 92 pp.

Osorio, O. 1994. Situación de los manglares en Panamá. *In* D. O. Suman (Ed.). El Ecosistema de Manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación. pp. 218-228. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Oyuela, O. 1994. Los manglares del Golfo de Fonseca, Honduras. *In*. D. O. Suman (Ed.). El Ecosistema de Manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación. pp. 133-143. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Paez, G. A. Y E. Mandelli, 1985. Pb in a tropical coastal lagoon sedimente core.. **Est. Coast. and Shelf Sci,. 20**: 367-374.

Paez, O. F. Y J. I. Osuna L., 1987. Acumulación de metales pesados en Mitla: una laguna costera tropical **Cienc. Mar. 13** (3): 97-112.

Panshin, A.L. 1932. An anatomical study of the woods of the Philippine mangrove swamps. **Philipp. J. Sci. 48(2)**:142-205.

Parfit, M. 1995. Diminishing Returns. Exploiting the Ocean's Bounty. **National Geographic 188(5)**: 2-37.

Phillips, D. J. H. 1995. The chemistries and environmental fates of trace metals and organochlorines in aquatic ecosystems. **Marine Pollution Bulletin. Vol. 31** (4-12) : 193-200.

Pinto-Nolla F., G. Naranjo-González y J. Hernández-Camacho.1995. Influencia del habitat en la morfometría y morfología del "mangle salado" *Avicennia germinans* (L) L. en el litoral Caribe colombiano. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias** 19(74): 481-497.

Pizarro, F y H.Angulo.1994. Diagnóstico de los Manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica (34-63pp). *In* Suman O.D.(Ed.) El Ecosistema de Manglar en America Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Pool, D.J., A.E.Lugo y S.C. Snedaker. 1975. Litter production in mangrove forests of southern Florida and Puerto Rico (Pp 213-237). En: G.E. Walsh, S.C.Snedaker y H.J.Teas (Eds). Proc. Of the International Symposium of Biology and Management of Mangroves. Inst. Food Agr. Sei., Univ. Of Florida Gainsville 846 p.

Pool, D.J., S.C. Snedaker y A.E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forests in florida, Puerto Rico, México. And Costa Rica. **Biotropica 9** (3): 195-212.

Price, P.W., I.R. Diniz, H.C. Morais and E.S.A. Marques. 1995. The abundance of insect herbivore species in the tropics: the high local richness of rare species. **Biotropica 27(4)**: 468-478.

Prieto, R. G. 1993. Trayectoria de los ciclones tropicales 1984-1993. Tesis, Centro de Ciencias de la Atmósfera y Facultad de Ciencias, UNAM, 190 p.

Primack, R.B., N.C. Duke and P.B. Tomlinson 1981. Floral monphology in relation to pollination ecology in five Queensland coastal plant. **Austrobaileya** 4: 346-355.

Primavera, H., J., 1995. Mangrove and brackishwater pond culture in the Philippines. **Hydrobiologia 295:** 303-309.

Pritchard, D.W. 1967. What is an estuary?: physical viewpoint (3-6pp). En: Lauff, G.H. (Ed.). Estuaries Simp. Ass. Ame. Adv. Science, USA.

Provost, M.W. 1974. Mean high water mark and use of tidelands in Florida. **Fla. Sci. 36**:50-66.

Pulver, T. R. 1976. Transplant techniques for snapling managrove trees, *Rhizophora mangel*, *Avicennia germinans* and *Laguncularia racemosa*. **Fla. Mar. Res**. Publ. 22.

Putz, F. E. y H. T. Chan. 1986. Tree growth, dynamics, and productivity in a Mature Mangrove Forest in Malaysia. **Forest Ecology and Management. 17**: 231-242.

Rabinowitz, D. 1978a. Dispersal properties of mangrove propagueles. **Biotropica 10**: 47-57.

Rabinowitz, D. 1978 b. Early growth of mangrove seedlings in Panama, and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. **J. Biogeog. 5**: 113-133.

Rabinowitz, D. 1978 c. Mortaliity and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. **J.Ecol. 66**: 45-51.

Ramírez, E., R., 1988. Laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, un sistema de estudio integrado.Tesis profesional. Facultad de Ciencias UNAM. 64 p.

Ramírez, G.,R. 1952. Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras a Acapulco, Gro. **Rev. De la Soc. Mex. De Hist. Nat. 13** 199-218.

Ramirez-García, P. y D. Segura Zamorano. 1994. Ordenación de la vegetación de manglar de la Laguna de Panzacola, Chiapas. Serie Grandes Temas de la Hidrobiología: Los Sistemas Litorales. UAMI, UNAM. (2): 105-113.

Ramírez-García, P., D. N. Ocaña y J. López-Blanco. 1995. Procesamiento de información LANDSAT - TM y fotografía aérea para la evaluación de la comunidad de manglar en la desembocadura del Río Santiago, Nayarit, México. Memorias del VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Puerto Vallarta, México.

Reyna-Trujillo, T., A. Rebollo-Philippe y M. Flores-Esquivel 1989. Carta de Sequía Intraestival IV, 4.,5. Atlas Nacional de México, Instituto de Geografía, UNAM, México, 1992.

Rico-Gray, V. and A. Lot-Helgueras 1983. Producción de hojarasca del manglar de la Laguna de la Mancha. **Biótica 8** (3): 295-301.

Richard, C. R. P., A. Salomón, A. Hernández y A. Villareal. 1996. Inventario de la vegetación de la isla de Coiba, Panamá: composición y florística. **Rev. Biol. Trop.** 44 (1): 31- 40.

Rivera-Monroy, V.H. y R.R. Twilley 1996. The relative role of denitrification and inmobilization in the fate of inorganic nitrogen in mangrove sediments (Terminos Lagoon, Mexico). **Limnology and Oceanography, 41**(2):284-296.

Rivera-Monroy, V.H., J.W. Day; R.R. Twilley; F. Vera-Herrera y C. Coronado-Molina. 1995. Flux of nitrogen and sediment in a fringe mangrove forest in Terminos Lagoon, México. **Estuarine Coastal and Shelf Science 40**: 139-160.

Rivera-Monroy, V.H., R.R. Twilley, R.G. Boustany, J.W. Day, F. Vera-Herrera y M.C. Ramírez 1995. Direct denitrification in mangrove sediments in Terminos Lagoon, Mexico. **Marine Ecology Progress Series 126**: 97-109.

Robertson, A., I., Y N.C. Duke. 1987 Insect herbivory on mangrove leaves in North Queensland. **Australian Journal of Ecology 12,**1-7.

Robertson, A.I., D.M. Alongi and K.G. Boto. 1992. Food Chains and carbon Fluxes, 293-326pp. *In*: A.I. Robertson and D.M. Alongi (Eds.) Coastal and Estuarine Studies 41: Tropical Mangrove Ecosytems. American Geophysical Union Washington, D.C.

Rodgers, III J.C. and S.P. Horn 1996. Modern pollen spectra from Costa Rica. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 124:** 53-71.

Rodríguez, D., 1994. Situación Actual de los Manglares en Venezuela (218-228pp). *In* Suman O.D.(Ed) El ecosistema de manglar en america Latina y la cuenca del Caribe : su manejo y conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Rodríguez, R. y I.García 1985. **Los pecadores de Oaxaca y Guerrero**. Cuadernos de la Casa Chata No. 118, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Museo Nacional de las Culturas Populares. S E P., México, 123. pp.

Rodríguez, M. M. A. 1989. Estudio **in situ** de la degradación de la halófita *Salicornia subterminalis* y su relación con los mecanismos de movilización de nutrientes a través de la interface sedimento-agua en el sistema lagunar de Caimanero-Huizache Sinaloa, México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 86pp.

Rollet, B., 1974. Introduction a l'Etude des mangroves du Mexique, Part 1, **Rev. Bois Forest Tropiques 156**:3-26.

Roman, C., R., 1993. Aspectos biológicos de *Probopyrus pacificensis* parásito del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en la laguna Coyuca, Guerrero, México. Tesis de doctor. Facultad de Ciencias, UNAM., 145pp.

Roman, C., R., 1996. Aspectos biológicos de la laguna de Coyuca, Guerrero. Memorias. 1er. Encuentro Regional sobre Investigación y Desarrollo Costero: Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Puerto Ángel, Oaxaca Méx. 14,15 y 16 de nov.1996.

Rosales, M. T. L., R. L. Escalona, R. M. Alarcón, V. Zamora. 1985. Organochlorine hydrocarbon residues in sediments of two different lagoons of Northwestern Mexico. **Bull Environ Contam Toxicol 35**:322-330.

Ruiz, S., H., 1988. Estudio de la edad y crecimiento del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871). Tesis de maestría Facultad de Ciencias, UNAM. 78 p.

Rützler, K., y I.C.Feller.,1996. Manglares del Caribe. **Investigación y Ciencia**.: 8-13.

Sachtler, M. 1973. Inventario y Fomento de los Recursos Forestales: República Dominicana, Inventario Forestal, PNUD-FAO. FO:SF-DOM 8 Informe Técnico 3, Roma.

Saenger, P. and S.C. Snedaker. 1993. Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. **Oecologia 96:**:293-299.

Saifullah, S. M., S. S. Shaukat y S. Shams. 1994. Population structure and dispersion pattern in mangroves of Karachi, Pakistan. **Aquatic Botany**. 47 : 329-340.

Sánchez, B., I.E. Y R.Roman C., 1991. Análisis preliminar de los crustáceos (Copepoda: Ergasilidae) colectados en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. Res XI Cong. Nal. Zool. 2.

Sánchez, P..H., 1994. Los Manglares de Colombia (21-33pp). *In* Suman O.D.(Ed) El ecosistema de manglar en america Latina y la cuenca del Caribe : su manejo y conservación., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science Universidad de Miami, Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Sarala, Devi K. , P. Venugopal, K. Remani, D. Zacharias y R.V. Unnithan 1983. Nutriens in some estuaries of Kerala. **Mahasagar 16**: 161-173.

Sasekumar, A., V.C. Chong, M.U. Leh y R.D'Cruz. 1992. Mangroves as a habitat for fish and prawns. **Hydrobiologia 247**: (1992),195-207

Sasekumar, A. and J.J. Loi 1983. Litter procution in three mangrove forest zones in the Malay Penninsular. **Aquatic Botany, 17**: 283-290.

Schaeffer-Novelli, Y., y G. Cintrón . 1983. **Métodos para la descripción y estudios de áreas de manglar** . Gobierno de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales. San Juan, Puerto Rico..

Scholander, P.F., L. van Dam and I. Scholander 1955. Gas exchange in the roots of mangroves. **American Journal Botany 42**: 92-98.

Secretaría de Agricultura y Ganadería 1971. Inventario Forestal del Estado de Guerrero. Subsecretaría Forestal y de la Fauna, Dir. General del Investario Nacional Forestal., Publicación No. 24 agosto, México 78pp.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos 1987. Volúmenes de Agua transportados por los Ríos Nexpa, Quetzalapa y Verde durante los últimos 10 años . **Publ. Especial No. 4** : 52 pp.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) 1982. Disponibilidad del recurso hídrico en la Costa del Estado de Guerrero.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos,(SARH). 1993. La erosión y la pérdida de suelos en la costa del Pacífico Mexicano. **Publlicación Especial 6**: 37 p.

Secretaria de Fomento 1900. Plano Topográfico del predio rústico de Chilcahuite y Ceniza, Gobierno Soberano del Estado de Guerrero, 2 hojas papel azul/sobre mantequilla.

Secretaría de Fomento 1902. Plano de los Municipios de Azoyú, Ometepec y Cuajinicuilapa, Escala 1:20,000. Gobierno Soberano del Estado de Guerrero, 4 hojas pepel azul/sobre mantequilla.

Secretaría de Marina 1983. Carta de Navegación de Manzanillo-Punta Maldonado. Dirección General de Oceanografía Naval, México-Costa Oeste, escala 1:750 000,.México.

Secretaría de Marina 1983. Carta de Navegación de Punta Maldonado-Puerto Madero. Dirección General de Oceanografía Naval, México-Costa Oeste, escala 1:750 000. México.

Secretaría de Pesca 1989. **Pesquerías Mexicanas. Estrategias para su Administración**. SEPESCA, México, 1062pp.

Secretaría de Pesca 1990. **Programa de Desarrollo Integral de la Acuacultura**. Secretaría de Pesca , México, 66pp.

Secretaría de Recursos Hidráulicos 1976. Atlas del Aagua de la República Mexicana. México, 256pp.

Secretaría de Recursos Hidráulicos 1978. El recurso hídrico en la zona de Ometepec y Cuajinicuilapa Guerrero, perspectivas de uso racional. Boletin No. 3-A, 23pp. México.

Secretaría de Recursos Hidráulicos 1979. Un Nuevo distrito de riego favorecido por las aguas del Río Santa Catarina. Boletin 4-5, 45pp. México.

Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca 1996. Lo que usted debe saber sobre el clordano y su situación en América del Norte, Serie Clordano No. 1. Instituto Nacional de Ecología, México 16pp.

Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca 1997. Programa de Gestión Ambiental de Sustancias Tóxicas y Atención prioritaria . México. Instituto acional de Ecología, México, 126pp.

Secretaría del Medio Ambiente Recusos Naturales y Pesca 1997. Calendario Cinegético 1997-1998: Temporada agosto 97- mayo 1998. México 127pp.

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. 1996. Lo que usted debe saber sobre la gestión de los plaguicidas en México. Serie Plaguicidas No. 4

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. 1996. Lo que usted debe saber sobre el código internacional de Conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. Serie Plaguicidas No. 3

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. 1996. Lo que usted debe saber sobre el DDT y su uso en el combate al paludismo en México. Serie DDT No. 1

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. 1996. ¿ Por qué, para qué, y cómo se evalúan los riesgos para la salud y el ambiente de los plaguicidas?. Serie Plaguicidas No. 2.

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. 1997. Calendario para la captura, transporte y aprovechamiento de aves canoras y de ornato para la temporada 1997-1998.

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. 1997. Calendario Cinegético, temporada agosto'97-mayo'98.

SEDUE-SEPESCA 1990); Propuestas para establecer algunas zonas de reserva en las entidades:Guerrero-Oaxaca. México, 45pp.

Semple, J.C.1970. The distribution of pubescent leaved individuales of *Conocarpus erectus* (combretaceae). **Rhodora 72**: 544-547.

Sericano, J. L, E. L. Atlas, T. L. Wade, J. M. Brooks. 1990. NOAA'S Status and trends mussel watch Program; chlorinated pesticides and PCBs in oysters (*Crassostrea virginica*) and sediments from the Gulf of Mexico, 1986-1987. **Mar. Environ. Res. 29:** 161-203.

Sericano, J. L., T. L. Wade, T. J. Jackson, J. M. Brooks, B. W. Tripp, J. W. Farrington, L. D. Mee, J. W. Readmann, J. P. Villenueve y E. D. Goldberg. 1995. Trace Organic Contamination in the Americas: An Overview of the US National Status & Trens and the international "Mussel Watch" Programmes. **Marine Pollution Bulletin. Vol. 31** : 4-12, pp 214-225.

Servicio Meteorológico Nacional (CNA) 1996. Deriva de los principales meteoros: tormentas tropicales y huracanes que impactaron las costas de México durante la última década. Boletin de Campo (Datos en Crudo, sin correcciones)(Inédito), 221pp., México.

Servicio Meteorológico Nacional (CNA)1992. Variabilidad climática en las costas de México durante los últimos 25 años, causas y efectos. Comisión Nacional del Agua.. Informe Semestral, 3-14pp. México.(Inédito).

Servicio Meteorológico Nacional. 1994. Ciclo de perturbaciones meteorológicas registradas en el Pacífico Tropical Mexicano durante 1990-1994. **Publicación Especial, 19**, México, 87 p.

Skelton, N.J. y W.G. Allaway 1996. Oxygen and pressure changes measured in situ during flooding in roots of the grey mangrove *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. **Aquatic Botany 54**: 165-175.

Smith, M.S. y S.C. Snedaker 1995. Develpomental responses of established red mangrove, *Rhizophora mangle* L., seedling to relative levels of photosynthetically active and ultraviolet radiation. **Florida Scientist 58** (1):55-62.

Smith, M.S. y S.C. Snedaker 1995. Salinity responses in two populations of viviparuos *Rhizophora mangle* L. seedling. **Biotropica 27** (4): 435-440.

Snedaker, S.C., de Silva D. y Cottrell, D.J. 1977. A review of the role of fresh water in estuarine ecosystems. Vol. I yII. Fianl Report submitted to the Southwest Florida Water Management District. Univ. of Miami. Miami Florida. 420pp.

Snedaker, S. y C. D. Getter. 1985. Pautas para el manejo de los Recursos Costeros. National Park Service U.S. Department of the Interior and U.S. Agency for International Development. North Caroline.

Snedaker, S.C., y A.E. Lugo. 1973. The role of mangrove ecosystems in the maintenance of environmental quality and a high productivity of desirable fisheries. Final Report submitted to the Bureau of Sport Fisheries and Wildlife in Fulfillment of Contract No. 14-16-008-606. Center for Aquatic Sciencies . University of Florida, Gainesville, Florida.

Soto, R. y J.A. Jiménez 1982. Análisis fisionómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical 30**(2): 161-168.

Soto, R. 1992. Nutrient concentration and retranslocation in coastal vegetation and mangroves from the Pacific Coast of Costa Rica. **Brenesia 37**: 33-50.

Soto, R. y J. Jiménez. 1987. Demografía foliar y producción de hojarasca en dos bosques de *Avicennia germinans*(L) L. y uno de *A. bicolor* Standley. **Rev. Biol. Trop. 36(2):** 121-136.

Soto, S.R. 1988. Deforestación y otros tipos de perturbaciones en los manglares del Pacífico de Costa Rica. In: Memorias :Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Usumacinta y Grijalva, INIREB-Tabasco, Gobierno del Estado de Tabasco.

Southwell, C.R. and J.D. Boltman.1971. Marine borer resistances of untreated woods over long perids of inmersion in tropical waters. **Biotropica 3**: 81-107.

Stanton, N. 1975. Herbivore pressure on two types of tropical forests. **Biotropica 7(1)**: 8-11.

Start, A.N. and A.G. Marshall. 1976. Nectarivorous bats as pollinators os trees in West Malasya. Pp. 141-150. In: Tropical trees, variations breeding and conservation. Eds. J. Burley and B.T. styles. New York, Academic Press.

Steinke, T.D., G. Nadaidoo and L.M. Charles. 1983. Degradation of mangrove leaf and stem tissues in situ in Mgeni Estuary, South Africa. 141-150, *in* H.J. Teas (Ed.) Biology and ecology of mangroves. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands.

Steinkey, T.D. and L.M. Charles 1984..Productivity and phenology of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam. in Mgeni Estuary, South Africa (25-36pp).In. H.J. Teas. (Ed.) Physiology and Management of Mangroves. Dr. W. Junk Publishers.

Stephen, M.F. 1984. Mangrove restoration in Naples, Florida, p. 201-216. In E.J. Webb, Jr.(De.), Proceedings of the 10th annual conference on the restoration of coastal vegetation in Florida. Hillsborough Community College, Tampa, Florida.

Strickland, U.D.H. and T.R. Parsons 1968. Fish. Res. Bd. **Can. Bull. 167**.

Suman, D. O. 1994. Situación de los manglares en América latina y la cuenca del Caribe. In D. O. Suman (Ed.). El ecosistema de Manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación. pp. 1-10. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami, Florida & The Tinker Foundation New York, New York.

Sylla, M., A. Stein, N. van Breemen y L.O. Fresco 1995. Spatial variability at different sacales en the mangrove rice agro-ecosystem in west Africa. **Agriculture Ecosystems & Environment 54**:1-15.

Tabilo-Valdivieso E., 1997. El beneficio de los humedales en América Central: El potencial de los humedales para el desarrollo, S.J. Costa Rica; 48pp.

Tam, N. F. Y. , Y. S. Wong, C. Y. Lan, G. Z. Chen 1995. Community structure and standing crop biomass of mangrove forest in Futian Nature Reserve, Shenzhen, China. **Hydrobiologia. 295**: 193-201.

Tam, N.F.Y., Li, S.H., Lam,C.Y., Chen G.Z., Li, M.S., Wong, Y.S. 1995. Community structure and standing crop biomass of a mangrove forest in Futian Nature Reserve Shenzhen, China. **Hydrobiologia 295**, 193-203.

Tamayo, J. 1962. Geografía General de México: Geografía Física, Tomo II: 453-454, 2ª. Edición, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.

Tanner, E. V. J., V. Kapos and J. R. Healey. 1991. Hurricane effects on forest ecosystems in the Caribbean. **Biotropica 23 (4 ª):** 513-521.

Teas, H. 1977. Ecology and restoration of mangrove shoreline in Florida. **Environ. Conser. 4**: 51-57.

Teas, H. 1979. Silviculture with saline water. In A. Hollaender (Ed.). The Biosaline Concept. pp. 117-161. Plenum Publ. Corp., Florida.

Thom, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco México. **J. Ecology 55**: 301-343.

Thom, B.G. 1975. Mangrove ecology from a geomorphic viewpoint. 469-481.*in* G.Walsh, S.Snedaker and H.Teas, eds. Proceedings of the international symposium on the biology and management of mangroves. Univ. of Florida Gainesville

Tomlinson, P.B. 1986. **The Botany of Mangroves**. Cambridge University Press, Cambridge.

Tomlinson P.B., R.B. Primack y J.S. Bunt.,1979. Preliminary Observations on Floral Biology in Mangrove Rhizophoraceae. **Biotropica 11** (4): 256-277.

Tovilla, H.C. M. J. V. Moya. 1995. Explotación de los recursos del manglar por la comunidad de Barra de Tecoanapa Guerrero, México. In La Etnobiología en el conocimiento y conservación de los recursos naturales y culturales. pp. 221-234. UAEM-UNAM, Instituto de Biología, México.

Tovilla, H.C. 1994. Manglares. *In* E.G. De la Lanza y C.M. Cáceres. Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 370-423.

Tovilla, H.C. and E. G. De la Lanza. In press. Climate change and impact on litter production in a mangrove forest in the Mexican Tropical Pacific. In International Conference Long-Term changes in Marine Ecosystems

Tovilla, H.C. y González. 1994. Producción de hojarasca del manglar en tres sistemas lagunares del Golfo de México y el Pacífico. In Grandes Temas de la Hidrobiología: Los Sistemas Litorales, UAMI-UNAM 2:87-103.

Tovilla, H.C. y E.L. Loa. 1991. Manglares y marismas, modificaciones debido a los cambios en el uso del suelo, en la costa del Estado de Chiapas durante 40 años. Memorias I Congreso Latinoamericano de Administración de la Zona Costera, 13-15 marzo, Ensenada, Baja California México.

Tovilla, H.C. y G.E. de la Lanza(En Prensa) Ecología, Producción y Aprovechamiento del Mangle *Conocarpus erectus* L., en Barra de Tecoanapa Guerrero, México.

Turner, I.M. 1995. Foliar defences and habitat adversity of three woody polant communities in Singapore. **Functional Ecology** 9: 279-284.

Turner, I.M., W.K. Gong, J.E. Ong, J.S. Bujang and T. Kohyamas. 1995. The architecture and allometry of mangrove saplings. **Functional Ecology** 9: 205-212.

Twilley, R. 1980. Organic exports from black mangrove forests in south Florida. Ph.D. Dissertation. Univ. of Florida, Gainesville.

Twilley, R.R.., A.E. Lugo & C. Patterson-Zucca. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in southwest Florida. **Ecology 67**, 670-683.

Ukpong, I.E. 1995. An ordination study of mangrove swamp communities in west Africa. **Vegetatio 116**: 147-159.

Ulken, A. 1984. The fungi of the mangal ecosystem (27-34pp). *In* Dov P.F. and I.Dor.(Eds) Hydrobiology of the Mangal .Dr. W JUNK PUBLISHERS The Hague.

UNEP: United Nations Environment programme Wetlands International-Asia Pacific 1997. Wetlands and integrated River Basin management: experiences in Asia and the Pacific. Wetlands International, Gland Switzerland, 346pp.

UNESCO 1993. Medio Ambiente y Desarrollo Notas: La zona Costera. France, 18pp.

UNESCO/PNUMA/FAO. 1980. **Ecosistemas de los bosques tropicales**. Informe sobre el estado de los conocimientos. Madrid, 771pp.

Valdez G., M., 1983. Ecología y distribución de los foraminíferos recientes de la laguna Nuxco (Guerrero, México). Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. 54p.

Van der, Valk A.G. and P.M. Attiwill. 1984. Decomposition of leaf and root litter of *Avicennia marina* at Westernport Bay, Victoria, Australia. **Aquatic Botany, 18**: 205-221.

Van Vliet, G.J.C. 1976. Wood anatomy of *Rhizophoraceae*. **Leiden Bot. Ser. 3**:20-75.

Vázquez-Botello, A. 1978. Variación de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequía y lluvias (mayo-noviembre de 1974) en laguna de Términos, Campeche, México. **An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol.**, Univ. Nal. Autón. México 5(1):159-177.

Vázquez-Botello, A. 1995. Impactos ecológicos y sociales de los plaguicidas en las lagunas costeras de Chiapas. Informe final, Convenio UNAM-CONACyT, México, D. F.

Vera-Herrera, F., J.L. Rojas-Galaviz, C. Fuentes, L.P. Ayala, H. Alvarez-Guillén y C. M. Coronado 1988. Descripcioin ecologica del sistema Fluvio-Lagunar -Deltaico del Río Palizada 4-: 51-88. *In* Yañez-Arancibia, A.and J.W.Day, Jr. (Eds). Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU., México.

Vidal, G. 1979 Diagnóstico del sistema pesquero del Estado de Guerrero. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM, 89 pp.

Villarrroel, M., M. D., 1977. Adaptaciones funcionales y relaciones ecológicas de los macroinvertebrados bentónicos, especialmente moluscos en tres lagunas costeras de Guerrero Méx. Tesis de Doctorado. ICM y L. UNAM 240 pp.

Viner, A.B. 1982. A quantitative assessment of the nutrient phosphate transported by particles ina a tropical river. **Revue Hydrobiologie Tropicale 15**: 3-8.

Vitousek, P M. 1984. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology 65:** 285-298.

Wadsworth, F.H. 1959. Growth and regeneration on the white mangrove Laguncularia racemosa in Puerto Rico. **Caribb. Forester 20**: 59-71.

Walker, L.R., J. Voltzow, J.D. Ackerman, D.S. Fernández y N. Fetcher. 1992. Inmediate impact of hurricane Hugo on a Puerto Rico rain forest. **Ecology 73**(2): 691-694.

Walker, D. L., D. L. Lodge, N. V. L. Brokaw and R. B. Waide. 1991. An introduction to hurricanes in the Caribbean. **Biotropica. 23** (4a):313-316.

Walsh, G. E. 1974. Mangroves : a review. *In* R. Reimhold and W. Queen (Eds.). Ecology of Halophytes. pp. 51-174. Academic Press. New York, New York.

Walter, H. and Steiner, M. 1936.Oekologie der ost-afrikanschen mangroven. **Z. Bot. 30**:65-93.

Watson, J.G. 1928. Mangrove forests of the Malay Península. Malayan Forest Records. No. 6. pp 1-275

Weishäupl, L. 1981. Plantas de mange. Contribuicão ao conhecimento de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. (Combretaceae). Dissertacão apresentada ao Instituto de Biociencias da Universidae de Sâo Paulo. Univ. De Sâo Paulo. Brasil. 157 p.

Welcome, R.L. 1979. **Fisheries ecology of floodplain rivers**. Longman, London., 344pp.

Wells, J.T. y J.M. Coleman 1981. Periodic mudflat progradation, norteastern coast of South America: A hypothesis. **Sedimentary Petrology 51**(4):1069-1075.

White, T.C.R. 1978. The importance of a relative shortage of food in animal ecology. **Oecologia 33**:71-86.

Willis, J.C. 1973. A dictionary of the flowering plants and ferns. Cambridge University Press. Cambridge, 345pp.

Wium- Anderson , S. and B. Christensen 1978. Seasonal growth of mangrove trees in southern Thailand, 2 phenology Bruguira cylindrica. Ceriops tagal, Lumnitzera littorea and Avicennia marina. **Aquatic Botany 5**: 383-390.

Wium- Anderson, S. 1981. Seasonal growth of mangrove trees in southern Thailand, 3 phenology of *Rhizophora mucronata* Lamk, and *Scyphiphora hydrophyllacec* Gaertn. **Aquatic Botany 10**: 371-376.

Wolanski, E. 1992. Hydrodynamics of mangrove swamps and their coastal waters. **Hydrobiologia 247(1-3):**141-161.

Wolanski, E. 1992. Hydrodynamics of mangrove swamps and their coastal waters. **Hydrobiologia 247**(1-3):141-162.

Wolanski, E.1995. Transport of sediment in mangrove swamps. **Hidrobiologia.295**: 1-3: 31-42.

Wong, C.H. 1984. Mangrove aquatic nutrients. In: Ong J.E., and Gong W.K. (Eds.). Productivity of the mangrove Ecosystem: Management Implications. Pp 60-68, University Sains Malaysia, Penang.

Woodroffe, C.D. 1983. Deveopment of mangrove forests from a geological perspectives, 1-19. *in* H.J. Teas (Ed.) Biology and ecology of mangroves. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands.

Woodroffe, C.D., K.N. Bardsley P.J., Ward, y J. R. Hanley 1988. Production of mangrove litter in a macrotidal embayment, Darwin Harbour, N.T., Australia .**Estuarine, Coastal and Shelf Science 26:**581-598.

Woodroffe, C.D.1982. Litter production and decomposition in the New Zealand mangrove, *Avicennia marina* var. Resinifera. New Zealand **Journal of Marine and Freshwater Research. 16**: 179-188.

Woodruff, R.E. 1970. A managrove borer, *Poecilips rhizophorae* (Hopkins) (Coleoptera: Scolytidae). Fla. Dept. Consumer. Serv. Div. Pl. Ind. Entomol. Circ. 98. 2pp.

Yáñez, A., A. 1976 Observaciones sobre *Mugil curema valenciennes* en áreas naturales de crianza México. Alimentación,.Crecimiento, madurez y relaciones ecológicas . **An. Centr. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM 3** (1): 93-124 .

Yáñez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM., Publicación Especial 2: México, 306pp.

Yáñez-Arancibia, A. y A. Aguirre-León. 1988. Pesquerías de la región de la Laguna de Términos. 431-452. En: Yáñez-Arancibia A. y J.W. Day Jr.(Eds.). Ecología de los ecosistemas costeros en el sureste del Golfo de México. La Región de la Laguna de Términos. Universidad Nacional Autónoma de México-Organización de los Estados Americanos.

Yáñez-Arancibia, A., A., J. Curiel G. Y V.L. De Yañez , 1976 Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichtys caerulescens* (Gunther) en el sistema costero de Guerrero, México. (Pisces: *Ariidae*). **An. Centr. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM 3** (1) :125-180.

Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua y J.W. Day Jr. 1980. Fish community structure and fuction in Términos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico. 465-482. En: Kennedy V.(De.), Estuarine Perspectives. Academic Press, Incorporation., New York.

Yáñez-Arancibia, A.; A.L. Lara-Dominguez, P. Sánchez-Gil y H. Alvarez. 1988. Evaluación ecológica de las comunidades de peces de la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche, 323-326. En : Yáñez-Arancibia A. y J.W. Day Jr. (Eds). Ecología de los Sistemas Costeros en el Sureste del Golfo de México: La Región de Laguna de Términos. Universidad Nacional Autónoma de México-OEA.

Yokoyama, K., A.M., 1981. La comunidad de aves acuáticas nidificantes de la laguna de Tres Palos, Guerrero: un ejemplo de la problemática del uso de recursos naturales en México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, 124 p.

Young, B.M. and L. E. Harvey. 1996. A spatial analysis of the relationship between mangrove(*Avicennia marina* var. *australasica*) physiognomy and sediment accretion in the Hauraki plains, New Zealand. **Estuarine, Coastal and Shelf Science 42**: 231-246.

Zarur, T.E. 1982. Distribución y abundancia de la ictiofauna en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM. 70 p.