

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE REBROTE DE *Laguncularia  
racemosa* EN LOS MANGLARES DE LAS PEÑITAS-SALINAS  
GRANDES**

Autor: Br. Richard José Chávez Rojas

Asesor: Dr. Daniel Marmillod

Managua, Junio, 1999

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
INDICE GENERAL.....	i
INDICE DE CUADROS.....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
SUMARY.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 GENERALIDADES DE LOS MANGLARES.....	3
2.1.1 Patrones de distribución de la especie.....	5
2.1.2 Tipos de bosques.....	8
2.2 Descripción de las especies del ecosistema.....	10
2.2.1 <i>Rhizophora mangle</i>	
2.2.1a. Distribución geográfica.....	10
2.2.1b. Ecología.....	10
2.2.1c. Silvicultura.....	11
2.2.2 <i>Avicennia germinans</i>	
2.2.2a. Distribución geográfica.....	11
2.2.2b. Ecología.....	11
2.2.2c. Silvicultura.....	12

2.2.3	<i>Laguncularia racemosa</i>	
2.2.3a	Generalidades de la especie.....	12
2.2.3b	Crecimiento y reproducción .....	12
2.2.3c	Distribución geográfica.....	13
2.2.3d	Ecología.....	13
2.2.3e	Silvicultura .....	13
2.3	Importancia ecológica y económica del manglar para Nicaragua.....	14
2.4	Silvicultura de los manglares.....	15
2.4.1	Estructura y potencial silvicultural.....	15
2.4.2	Incremento en volúmen.....	16
2.4.3	Prácticas silviculturales.....	16
2.3	Estructura y composición del manglar Peñitas-Salinas Grandes.....	19
III.	Materiales y Métodos.....	22
3.1	Localización y descripción del área de estudio.....	22
3.1.1	Localización del bosque de manglar.....	25
3.1.2	Ubicación del área de estudio.....	25
3.1.3	Suelos.....	25
3.1.4	Clima.....	25
3.1.5	Vegetación.....	25
3.1.6	Hidrología.....	26
3.2	Descripción de la metodología.....	28
3.2.1	Descripción del material experimental.....	28
3.2.2	Diseño experimental.....	28
3.2.3	Factores evaluados .....	31
IV.	Resultados y Discusión.....	33
V.	Conclusión.....	43
VI.	Recomendaciones.....	44
VII.	Bibliografía.....	45
VIII.	Anexos.....	47

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro No.	Página
1. Promedio del número de rebrotes vivos y sobrevivencia por clase de inundación durante invierno.....	38
2. Promedio del número de rebrotes vivos y sobrevivencia por clase de inundación durante verano.....	39
3. Número promedio de rebrotes vivos por tipo de inundación y época del año.....	40

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
1. Mapa de ubicación del manglar de las Peñitas-Salinas Grandes.....	23
2. Delimitación del área de estudio.....	24
3. Mapa Hidrográfico del manglar de las Peñitas-Salinas Grandes.....	27
4. Mapa de distribución y ubicación del diseño experimental.....	29
5. Mapa de vegetación del manglar de las Peñitas-Salinas Grandes.....	30
6. Rebrotos promedio por altura de corte durante invierno.....	34
7. Rebrotos promedio por altura de corte durante verano.....	34
8. Comportamiento de la capacidad de rebrote por altura de corte durante invierno y Verano.....	36
9. Comportamiento de la capacidad de rebrote por época de corte.....	37
10. Comportamiento de la capacidad de rebrote de <i>Laguncularia racemosa</i> durante invierno y verano según distribución de clases diamétricas.....	41

## DEDICATORIA

Con mucho amor y cariño a mis padres: Concepción A. Chávez y María B. Rojas por brindarme su apoyo durante mi formación profesional.

A mi hijo  
Richard J. Chávez Narváez

A mis Hermanas: Brisca Lissett y Luzvania.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la virgen de los Desamparados por haberme ayudado a lograr uno de mis sueños deseados.

Al Proyecto OLAFO-MANGLARES/IDR/CATIE por el financiamiento del presente trabajo, al Dr. Daniel Marmillod, a la Lic. Mirtha Gutiérrez, al Ing. René Ayerdis por su valiosa colaboración en la redacción del diseño experimental y a todo el personal del Proyecto OLAFO/MANGLARES que de una u otra manera me apoyaron para la realización de mi tesis.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Norvin Sepúlveda por sus consejos, por haberme brindado la oportunidad de iniciarme en mi carrera como profesional y por sus aportes en este trabajo.

A la Lic. Ana Cristina Rostran por su valiosa colaboración en el procesamiento de los datos.

## RESUMEN

El presente documento se realizó en los manglares de las Peñitas-Salinas Grandes en el municipio de León, Nicaragua, el cual tuvo por objetivo evaluar la capacidad de rebrote de *Laguncularia racemosa*.

Se utilizó un diseño con arreglo bifactorial, tres alturas de corte y las dos estaciones del año, con presencia de covariables como salinidad, inundación y diámetros.

Se hicieron 20 bloques de seis árboles cada uno en rodales de *Laguncularia*, en total se utilizaron 120 árboles en el experimento. El tratamiento a los primeros 60 árboles se realizó al inicio del invierno, seleccionando tres árboles por bloque a los cuales se les aplicaron tres alturas de corte. La corta de los otros 60 árboles se realizó al inicio del verano aplicando las tres alturas de corte correspondiente a los tres árboles restante por bloque.

El análisis de varianza realizado a un nivel de significancia del 5% encontró diferencia significativa en la capacidad de rebrote de *Laguncularia racemosa* por efectos de las alturas de corte aplicadas y las dos estaciones del año.

La mayor capacidad de rebrote lo presenta la altura de corte 3 (corte alto) con un promedio de 7 rebrotes por tocón durante período lluvioso y 2.4 rebrotes por tocón durante período seco.

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que durante el período lluvioso hay mayor sobrevivencia con 6.5 rebrotes promedio presentados en la clase de inundación 2 de marea.

Según el análisis de covarianza se observó que la influencia de la inundación sobre la capacidad de rebrote no es significativa; sin embargo se comprobó su efecto sobre la capacidad de sobrevivencia de los rebrotes. La salinidad por el contrario resultó ser significativa ejerciendo una influencia directa sobre la capacidad de rebrote de la especie durante la época de verano.

El efecto de la inundación y la salinidad actuando de manera conjunta es significativo; lo cual indica que la salinidad está en dependencia de la frecuencia e intensidad de la marea, así como también de la influencia de agua dulce en la zona.

Respecto al diámetro, no se pudo comprobar estadísticamente, pero se determinó que no tiene ningún efecto directo sobre la capacidad de rebrote de la especie.

## SUMMARY

The present study was carried out in the mangroves of Las Peñitas-Salinas Grandes in León Nicaragua, which had the objective to evaluate the regrowth capacity of *Laguncularia racemosa*.

A factorial experiment in Complete Block Design was used applying three cutting height and the season of the year using inundation, salinity and diameter as covariables.

20 plots with six trees were used each one in little forest of *Laguncularia racemosa*, in total were used 120 trees in the study. The treatment to the firsts 60 trees was done at the beginning of the winter, selecting three trees per plot which were cut at three cutting heights. The others 60 trees were cut at the beginning of the summer, using the same cutting height as applied during the winter.

The analysis of variance showed a significative difference (level of 5%) in the regrowth capacity due to the effect of cutting height and the season of the year.

The major regrowth capacity was shown by the cutting height 3 (high cut) with an average of 7 branches per stump during winter and 2.4 branches per stump during summer.

According to the results obtained, major survivability was found during winter, an average of 6.5 regrowths during the middle inundation level.

The analysis of covariance did not show a significant effect of the inundation on the regrowth capacity of *Laguncularia racemosa*. However an effect on the survival rate of regrowth was shown. The salinity resulted to be effect significantly the regrowth capacity during summer.

The covariables salinity and inundation are significant when acting altogether. This means that the salinity depends on the frequency and the intensity of the tide and the influence of fresh water (rainfall, rivers water) in the area.

The diameter has not effect on the regrowth capacity, the datas did not show any trend. However this could not be proven stadistically because the analysis had only one degree freedom.

## I.- INTRODUCCION

Los bosques de mangle constituyen uno de los ecosistemas más fascinantes que existen en la zona del Pacífico de Nicaragua cubierta casi por una tercera parte de comunidades de manglares.

El área de manglares en Nicaragua es de más de 155000 ha (1550 km<sup>2</sup>), según el mapa de suelos elaborado en 1983 por el ministerio de planificación. Esta área representa el 1.2 % del territorio nacional (46 % del área de manglar corresponde a la vertiente del Pacífico y el 54 % a la del Atlántico). De estas, 1470 ha (14.7 km<sup>2</sup>) corresponden al área de influencia de trabajo del Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible de Centroamérica (OLAFO-Manglares), ubicados desde Salinas Grandes hasta las Peñitas de la región II en la ciudad de León. Las coordenadas geográficas para la región son: 12° 00'N, 86°15'O y 13°20'N, 87°30'O del meridiano de Greenwich.

Nicaragua es el país más extenso de América Central y el menos densamente poblado con unos 4.1 millones de habitantes, de los cuales el 60% se concentra en la región del Pacífico. Debido a la crisis económica imperante existe una alta tasa de desempleo (mayor del 60%) y como consecuencia, un aumento en las actividades extractivas de recursos naturales, legales o ilegales, para fines de subsistencia. Uno de los recursos naturales de la costa pacífica sometido a una fuerte presión de uso es el ecosistema "manglar".

Obligados a satisfacer sus necesidades básicas, los campesinos de esta región Nicaraguense extraen de manera desordenada, y sin consideración de sostenibilidad, leña y otros productos maderables del manglar para generar ingresos monetarios. Sus prácticas tradicionales no contemplan regulaciones en cuanto a cantidad de leña extraída, ni tratamientos silvícolas de regeneración en los rodales intervenidos.

Con el fin de diseñar e implementar en el campo, modelos de sistemas de manejo que contribuyan a la sostenibilidad de los recursos del manglar, en el presente documento se dan pautas para una alternativa de manejo de talleres del bosque de mangle ubicado en la comunidad de Las Peñitas-Salinas Grandes.

## OBJETIVOS

### General

- Determinar la capacidad de rebrote de *Laguncularia racemosa* en los distintos sitios de ocurrencia natural de la especie en los manglares Peñitas-Salinas Grandes.

### Específicos

- Determinar la influencia de la altura de corte sobre la capacidad de rebrote de *Laguncularia racemosa*.

- Determinar la influencia de las estaciones del año sobre la capacidad de rebrote de la especie en correlación con los factores ambientales.

- Identificar algunos de los principales factores ambientales que afectan en particular la capacidad de rebrote de la especie.

## II.- REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades de los manglares

El manglar según Snedaker (1982), es un grupo taxonómicamente diverso de especies con adaptaciones morfológicas, anatómicas, fisiológicas y reproductivas que les permiten crecer en la zona de influencia de las mareas en costas tropicales y subtropicales protegidas del golpe directo de las olas del mar.

La palabra manglar se emplea para designar un grupo de especies de árboles o arbustos que poseen adaptaciones que les permite colonizar terrenos anegados y sujetos a intrusiones de agua salada. El término incluye varias especies que poseen adaptaciones similares pero pertenecen a familias diferentes. Aunque sus limitaciones geográficas están generalmente ceñidas dentro de la faja entre los trópicos, ocurren importantes incursiones hacia las regiones subtropicales, estimándose que entre el 60 y 70 % de las costas entre los 25°N y 25°S están cubiertas por manglares.

Según Walsh, citado por Citrón y Shaeffer-Novelli (1988), el manglar se desarrolla en mayor grado donde se reúnen las siguientes cinco condiciones: (1) *Temperaturas cálidas* - donde la temperatura promedio del mes más frío exceda los 20 °C y la amplitud anual sea menor de 5°C. (2) *Substratos aluviales* - los manglares mejor desarrollados ocurren en costas deltaicas donde predominan lodos finos ricos en materia orgánica especialmente cuando los sedimentos son derivados de rocas volcánicas. (3) *Resguardo de oleaje y fuertes marejadas* - altos niveles de energía causan erosión e impiden el asentamiento de las semillas. (4) *Presencia de agua salada* - los manglares son halófitos facultativos que ocupan aquellos terrenos donde las plantas de hábito estrictamente terrestre no pueden desarrollarse debido a la presencia de sales. *Gran amplitud de marea* - una amplia fluctuación de la marea y un declive reducido permiten la intrusión de sal a grandes distancias tierra adentro. La amplia faja de terrenos afectados por la intrusión salina puede ser colonizada por el manglar.

Los manglares en relación a su disposición espacial comúnmente presentan patrones de zonificación en franjas, aún cuando en muchas localidades parecen desarrollar mosaicos complejos, más que una zonificación en franjas (Windevoxhel. L. Nestor. 1992).

Los manglares poseen una estructura simple, en general en un solo piso. En el cinturón exterior que da al mar, presenta casi siempre un hábito arbustivo y alcanzan alturas que raras veces superan de 2 - 5 mts. En condiciones medio ambientales óptimas alcanzan alturas de 30 - 40 mts. y DAP de mas de 50 cm. De esta forma, los volúmenes oscilan entre amplios márgenes, de acuerdo al medio ambiente y a la especie en cuestión (Lamprecht. 1986).

La composición florística de los manglares depende de la situación geográfica y además de:

- La frecuencia, la duración y el nivel de las inundaciones causadas por las mareas altas.
  - La salinidad del agua
  - Las condiciones edáficas.
- (Lamprecht. 1986).

Según la composición y la riqueza florística, para los manglares, se pueden distinguir dos regiones de distribución geográficamente separadas:

- los manglares del viejo mundo u orientales ubicados en el océano Indico y en el pacífico, florísticamente mas ricos.
- Los manglares florísticamente menos ricos del nuevo mundo u Occidentales.

El manglar occidental, por lo general, se caracteriza por presentar una sucesion de zonas de dominio de diferentes especies, las cuales avanzan en dirección a tierra firme: la franja exterior dominada por *Rhizophora mangle*; la franja siguiente, dominada por *Avicennia germinans*, luego la de *Laguncularia racemosa* y por último la de *Conocarpus erectus*.

El manglar oriental esta zonificado de forma similar, pero como posee mayor numero de especies, la composición florística de las franjas en sí es menos homogénea.

### 2.1.1 Patrones de distribución de las especies

Los manglares en general tienden a formar franjas con cierta homogeneidad, según Snedaker (1982), este es el rasgo más notable de la estructura de los bosques del manglar. No existe un gradiente ecológico definido (debido a que estos varían a lo largo del manglar) para diferenciar la distribución de las especies a lo largo y ancho del manglar. La distribución está determinada por la cantidad y tipo de sedimento, salinidad, contribución de agua dulce, topografía del terreno, suelo y la influencia de las mareas, lo cual varía sensiblemente a lo largo de los manglares.

La estructura del bosque, así como su relación con algunos factores edáficos y topográficos tales como la salinidad del agua intersticial, compactación del sedimento y distancia de los géneros al estero y boca, han sido citados como los más importantes en el manglar (Jiménez y Soto, citados por Ayerdis 1996).

De acuerdo a Ayerdis (1996) los factores que más afectan la estructura del bosque son la salinidad, la distancia a la boca de los esteros y la interacción salinidad-suelo.

La densidad de *Avicennia* tiende a disminuir a medida que aumenta la distancia a la boca. *Laguncularia* por el contrario aumenta y *Conocarpus* y bosque seco tienen muy poca presencia. Donde existe baja salinidad intersticial (25.7 - 75.5 ppm) y mayores distancias al estero es donde se presentan las mayores cantidades de bosque seco. Donde existen los mayores valores de salinidad y las menores distancias al estero es donde *Laguncularia* tiene mayor presencia, lo que puede estar ligado con su gran mortalidad. En general se observa una estrecha relación entre las variables ambientales y estructurales. La salinidad incrementa rápidamente al aumentar la distancia al estero, y la altura y el diámetro tienden a disminuir y la densidad a aumentar (Ayerdis, 1996).

De acuerdo a Citrón y Schaeffer-Noveli, citados por Ayerdis (1996), al aumentar la distancia al canal la salinidad intersticial aumenta y *Rhizophora* es reemplazada por *Avicennia*, sin embargo afirman que si las salinidades son altas pero estables, se desarrollan árboles de buen porte, en cambio, donde el aumento de la salinidad ocurre con rapidez, el desarrollo del bosque interior de *Avicennia* se reduce, estableciéndose un bosque achaparrado que disminuye en altura hacia el centro. En Nicaragua, el primer caso ocurre con mayor frecuencia en la zona del Pacífico, donde existen árboles de *Avicennia* con mejor porte que en el Estero Real, debido al aumento abrupto de la salinidad se producen rodales de bosques achaparrados.

De acuerdo a observaciones realizadas por Mainardi (1995) a menos que el manglar se encuentre asociado a una cuenca de drenaje extensa o reciba abundante aporte de agua por escorrentía, en las zonas de menor precipitación se producen marcadas sequías estacionales. En los manglares de estas zonas, la salinidad del sustrato de las zonas expuestas a los cuerpos de agua puede ser similar a la del mar 35 ppm, mientras la de aquellas alejadas a los cuerpos de agua puede llegar hasta 163 ppm. En consecuencia, la altura y el área basal del bosque son mayores en aquellos lugares próximos a los cuerpos de agua. Esto ha sido comprobado por estudios realizados por Ayerdis (1996), quien determinó que la salinidad está inversamente relacionada con el área basal y altura de los rodales. En el Estero Real debido a la geomorfología de la zona la irrigación de la marea llega solo a una estrecha franja no mayor de 200 metros, lo que causa una mejor estructura del bosque en esa zona. Contrariamente en la zona del Pacífico donde los esteros están ubicados paralelos a la costa y son protegidos por una serie de islas, la influencia de la irrigación de la marea es mayor produciendo gradientes diferentes de salinidad y por consiguiente diferente estructura del bosque.

De acuerdo a estudios realizados por Ayerdis (1996), la altura total está afectada por los niveles de salinidad del sustrato, el grado de compactación de éste. La correlación es negativa lo que hace suponer que a medida que aumenta la salinidad disminuye la altura de los árboles. También señala que las mayores alturas se encuentran en sedimentos más consolidados. El diámetro medio está afectado por la salinidad y la distancia del estero, sin embargo, la pendiente negativa de la salinidad sigue

indicando que a medida que aumenta la salinidad disminuye el diámetro medio, la distancia al estero al contrario al aumentar contribuye a aumentar el diámetro medio. La densidad está afectada directamente por el grado de compactación del sedimento.

En general el comportamiento de las alturas y diámetros del bosque de manglar de las Peñitas a medida que se aleja del canal tienen una tendencia inversamente proporcional con la salinidad. Los bosques dominados por *Laguncularia* se ubican en sitios con menor salinidad, seguidos por *Rhizophora*.

Aunque el clima "tropical de sabana seco" es similar en ambas zonas, sus manglares son diferentes por causas geomorfológicas. En el Estero Real, el ecosistema se ha desarrollado en un paisaje estuarino y penetra más de 45 kilómetros en línea recta dentro del continente. Los bosques de manglar se presentan allí como estrechas fajas de vegetación (de 20 a 200 metros de ancho) a lo largo de los esteros, e inmersas en salitrales de extensión considerable. En la boca del golfo de Fonseca su presencia está limitada a una muy estrecha franja de mangle rojo achaparrado (*Rhizophora mangle*). Al contrario, en la costa pacífica el ecosistema se ha desarrollado en fajas paralelas a las costas protegidas del mar por una banda de tierra (islas naturales). Su ancho es mucho mayor que en el Estero Real, llegando algunas veces a distancias mayores de 1000 metros. Sin embargo, los rodales más gruesos se encuentran en el Estero Real, probablemente por condiciones más favorables de sedimento y mayor contribución de agua dulce al ecosistema por el sistema hidrológico existente.

A simple vista, el ecosistema muestra una zonación natural de la vegetación bien definida, que se percibe mediante patrones distintos de distribución de las especies arbóreas. Esta zonación espacial depende de factores ecológicos como salinidad, sedimentación, aporte de agua dulce y posición en relación con las riberas de los esteros (Citrón y Shaeffer-Novelli 1988). En los manglares del occidente de Nicaragua, se encuentran, en la ribera de los cursos de agua, bosques dominados por el mangle rojo (*Rhizophora sp.*), luego rodales de Agelí (*Laguncularia racemosa*), seguido por comunidades de Palo de sal blanco (*Avicennia germinans*) que bordean los salitrales. En la franja de contacto con el bosque seco aparecen ocasionalmente el Botoncillo

(*Conocarpus erectus*) y el palo de sal negro (*Avicennia bicolor*). Además de estas formaciones puras existen tipos de bosques mixtos caracterizados por distintos grados de mezclas entre las especies mencionadas.

Debido a estas diferencias en gradientes, los bosques del Estero Real son diferentes en estructura y composición. Una mayor diversidad de tipos de bosques producto de una mayor mezcla de especie se produce en el Pacífico, además existe mayor cantidad de botoncillo y agelí en estos bosques. En el Estero Real, la diversidad en cuanto a tipos de bosques es menor donde el Palo de sal puro y el mangle rojo son las formaciones dominantes con poca mezcla entre ellas.

### 2.1.2 Tipos de Bosques

#### Mangle rojo puro

La distribución del tipo de bosque de mangle rojo puro en los manglares del Pacífico de Nicaragua no es abundante debido a que generalmente se encuentran ubicados en la ribera de los esteros y canales internos pequeños, llamados caletas, donde existe alta frecuencia de inundación de mareas. Tomando en consideración sólo la vegetación viva, la pureza es relativa y es igualmente variable entre zonas, los bosques puros de mangle rojo identificados en el pacífico de Nicaragua están compuestos entre el 74% al 85% por el género **Rizophora** el resto es una asociación, con menor peso por **Avicennia** y **Laguncularia**. Incluyendo la vegetación muerta la densidad por hectárea en este tipo de bosque oscila entre 1595 a 2240 ejes. En algunos sitios el tipo de bosque mangle rojo puro tiene densidad ligeramente mayor en las categorías de diámetros pequeños entre 2.5 a 14.9 cm como en el manglar de Las Peñitas sin embargo los diámetros mayores de 15 cm en esta zona son escasos y no se registraron diámetros mayores de 34.9 cm. En el Estero Real es de forma inversa, existe una frecuencia ligeramente menor en los diámetros pequeños sin embargo presenta mayor cantidad de ejes mayores de 15 cm registrandose ejes en la clase diamétrica mayor de 50 cm. Esta heterogeneidad es el resultado de la respuesta de la vegetación a los múltiples factores físicos que operan e interaccionan a distintas densidades del ambiente (Citrón y Schaeffer-Novelli, 1984). Ayerdis (1996) determinó

estudiando los manglares de Las Peñitas que existe una alta correlación entre variables estructurales y los factores ambientales entre ellos la interacción salinidad-substrato.

### **Palo de sal puro**

En general los tipos de bosque de palo de sal puro se ubican en zonas con altas salinidades y substratos compactos. Palo de sal o curumo se les llaman a las especies *Avicennia germinans* y *Avicennia bicolor*. Se encuentran detrás de la franja de mangle rojo mezclados con esta especie o formando rodales puros. *A. germinans*, la especie más generalista es característica de las zonas con altas concentraciones de sal, pero puede aparecer también en la ribera de los esteros. La prolongada estación seca típica del Pacífico de Nicaragua y su alta temperatura y de evaporación hacen que *Avicennia* sea el género capaz de ocupar y sobrevivir con éxito en estas zonas. Considerando sólo la vegetación viva del género *Avicennia* aporta en este tipo de bosque más del 80% de la densidad, 96% del volumen y 92.4% en área basal, esta estructura indica que los árboles de *Avicennia* son en general bastante gruesos y rodales bastante puros. En el manglar de Las Peñitas se reporta una densidad de aproximadamente 2065 arb/ha, el volumen de 44.7 m<sup>3</sup>/ha y área basal de 10.49 m<sup>2</sup>/ha. En el manglar de Las Peñitas, Palo de sal es dominante en aproximadamente 60% del bosque, en cambio en el Estero Real su desarrollo es muy pobre y no es dominante en este manglar esto posiblemente puede deberse a la interacción salinidad-substrato reportado por Ayerdis (1996) .

### **Agelí puro**

Es la única especie del género, su presencia es mucho mayor en los manglares de la costa pacífica sur que en el Estero Real donde ocurre solamente en unos pocos rodales mixtos asociado al mangle rojo, en cambio en los manglares más al sur como en las Peñitas se encuentra formando rodales puros en un área considerable. Según Ayerdis (1996) este es el género del manglar que reporta mayor mortalidad, posiblemente debido a su sensibilidad a las altas salinidades. En el manglar de Las Peñitas se observó el fenómeno de mortalidad masiva en ciertas zonas y repoblación de otras que anteriormente estaban ocupadas por salitrales, agelí es la especie que frecuentemente está asociada a este fenómeno, la cual está ocupando rápidamente áreas que anteriormente eran salitrales, este fenómeno posiblemente esté relacionado con

cambios hidrológicos ocasionados por tormentas tropicales y/o huracanes.

En los manglares del Pacífico sur el género *Laguncularia* aporta en este tipo de bosque el 90% de la densidad, 72% en volumen y 83% en área basal, esta estructura indica que este bosque tiene alta pureza de agelí, sin embargo en general los árboles no son muy gruesos. En términos absolutos la densidad es bastante alta con aproximadamente 3070 arb/ha, el volumen es de 20.3 m<sup>3</sup>/ha y área basal de 8.18 m<sup>2</sup>/ha. En cuanto a la sanidad los árboles muertos en este tipo de bosque representan el 8% en densidad, 20% en volumen y 12% en área basal, los enfermos y dañados de *Laguncularia* aportan el 9% en densidad, 42% en volumen y 21% en área basal.

### **Mangle mixto**

Son rodales con predominancia entre 30-70% de mangle rojo y agelí y con 20% de palo de sal. Se encuentran ubicados inmediato a la franja de mangle rojo puro. Estos rodales tienen una densidad aproximada entre los 2000 a 2600 ejes/ha y un volumen de 26 a 36 m<sup>3</sup>/ha. Este tipo de rodales es más frecuente en los manglares del Pacífico sur, en los manglares del Estero Real la mezcla con palo de sal es más frecuente.

### **Agelí mixto**

Son rodales con 30-40% agelí, 20-30% mangle rojo y 30-40% de palo de sal, el grado de mezcla depende de varios factores, entre ellos el grado de apertura del dosel superior, además de la influencia de la marea. Estos bosques generalmente se encuentran en lugares frecuentemente inundados por la marea, donde progresan mejor. Esta mezcla es común en los manglares del Pacífico norte. Según Ayerdis (1996) este tipo de bosque se ubica en sustratos compactos.

## **2.2 Descripción de las especies del ecosistema manglar**

**2.2.1 *Rhizophora mangle*:** es la especie de más amplia distribución. Generalmente *Rhizophora* es la especie que se encuentra en la parte exterior de las franjas de manglar y en los bordes de los canales. La característica más llamativa de esta especie es su complejo sistema de raíces aéreas. Estas raíces parten desde el mismo tronco de las

ramas laterales y caen hacia el suelo. La red de raíces provee sostén al árbol además de llevar a cabo funciones vitales de nutrición y aeración.

En general los árboles de *Rhizophora* son de 4-10 m de altura, pero pueden alcanzar hasta los 50 m. Los árboles de mayor talla tienen una copa reducida y el tronco libre de ramas laterales en gran parte de su longitud.

#### **a) Distribución geográfica**

En Nicaragua se encuentran mezclada las tres especies (*Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa* y *Rhizophora harrisonii*) (MARENA-CATIE, 1994). En la costa del Pacífico desde el Estero Real hasta San Juan del Sur, reportándose también en el Mar Caribe.

#### **b) Ecología**

Ocupa substratos poco sólidos. La especie crece en los bordes de los canales y puntas de barra en los meandros y canales de los esteros. Cuando se encuentra a salinidades superiores a los 50 p.p.m, la especie muestra enanismo. En estas circunstancias las plantas no superan 1.5 m de altura y los pequeños propágulos que producen no superan las 10 cm de largo. (Jiménez, 1994). Se ha observado que las especies de *Rhizophora* necesitan iluminación completa para su desarrollo, pero pueden sobrevivir en estado de latencia bajo sombra lista a desarrollarse cuando se producen aberturas en el dosel superior.

#### **c) Silvicultura**

La floración se produce a lo largo de todo el año con picos evidentes al inicio de la época de lluvias (mayo) y a finales de la estación lluviosa (Septiembre-Octubre). El fruto es pequeño. Después de un período aproximado de un mes, una radícula rompe la pared del fruto y continúa el crecimiento por un período de aproximadamente seis meses. Posteriormente el propágulo se desprende y quedan los cotiledones adheridos a la pared del fruto, que se desprende del árbol madre poco después. (Jiménez, 1994).

2.2.2 *Avicennia germinans* : se distingue por el desarrollo pronunciado de pneumatóforos. Estos órganos se originan del sistema radicular que queda muy superficial y está dispuesto radialmente alrededor del tronco. Los pneumatóforos brotan de estas raíces radiales y alcanzan alturas de 20 cm o más sobre el suelo. Al igual que *Laguncularia*, la función de los neumatóforos es de ventilar el sistema radicular.

Los árboles de *Avicennia* son de tamaño variable alcanzando hasta 15 m de altura y diámetros de 30-35 cm o más. Sin embargo, en terrenos altamente salados o en ambientes marginales y rigurosos crece como arbustos de poca estatura. esta especie posee una corteza exterior gris oscura o negra con un interior amarillento.

#### **a) Distribución geográfica**

La especie se encuentra en todos los manglares de la costa pacífica de Centroamérica. Su distribución en la Costa Pacífica de América ha sido reportada desde Punta de Lobos, México, hasta el sur de Punta Malpelo, Perú. (Jiménez, 1994). En Nicaragua se encuentra en la Costa Pacífico desde el Estero Real hasta San Juan del Sur, encontrándose también el Mar Caribe.

#### **b) Ecología**

La especie presenta la mayor Tolerancia a altas Salinidades entre las especies de manglar de la Costa Pacífica (Jiménez, 1994).

#### **c) Silvicultura**

La floración se observa entre Enero y Mayo, un período más extenso y tardío que el de *Avicennia bicolor*.

Cosechas maduras de *Avicennia germinans* pueden encontrarse entre Agosto y Noviembre, con un pico entre Septiembre y Octubre.

### 2.2.3 *Laguncularia racemosa*

#### a) Generalidades sobre la especie

*Laguncularia sp.* pertenece a la familia Combretaceae, y es una especie típica constituyente del ecosistema manglar. es monotípica y común e incluso dominante en localidades al oeste de Africa y América tropical.

*Laguncularia racemosa* está típicamente restringida en franjas más cerca de la tierra de la comunidad de manglares, pero también colonizan rápidamente sitios disturbados donde pueden formar rodales puros. Los pneumatóforos son facultativamente desarrollados; en algunas situaciones son abundantemente desarrollados, en otros pueden estar ausentes, no conociéndose el estímulo preciso para su desarrollo.

#### b) Crecimiento y reproducción

En el sur de Florida esta especie es distintivamente estacional en el desarrollo, con extensión de brotes y ocurrencia de bifurcaciones durante el verano, pero con un extenso período de inactividad en invierno. La bifurcación es sobre todo por syllepsis y brotes vigorosos pueden producir una rama en cada nudo, pero el fracaso de los brotes es correspondientemente frecuente tanto que troncos son caracterizados por muertes numerosas, caídas de ramas, con solamente un poco de los más robustos unos sobreviven. nudos que no producen un brotes mantienen una yema de reserva.

En la estación climática más fuerte del sur de Florida y probablemente en otros sitios en estos rangos, estas especies tienen un período de floración distinto en los meses más calientes, resultando una alta fructificación dentro de 2 o 3 meses. *Laguncularia* posee un sistema radicular poco profundo (cerca de 0.3 m) con raíces que parten en forma radial desde el tronco y producen proyecciones geotrópicamente negativas (pneumatóforos) que sobresalen del suelo. Estos pneumatóforos no son tan desarrollados como los de *Avicennia* y suelen ocurrir agregados cerca del tronco.

Los árboles de *Laguncularia* alcanzan hasta 20 m de altura, aunque generalmente

ocurre como un árbol de mediana altura (entre 4 y 6 m). Su tronco tiene un corteza fisurada, característica que lo distingue de *Avicennia*, el cual tiene una corteza enteriza.

#### **c) Distribución geográfica.**

La especie se extiende desde Florida hasta Perú y Brasil, Las Antillas e islas Galápagos. En África Tropical desde Senegal hasta Angola. En Nicaragua se encuentra en la Costa del Pacífico y en Estero Real, encontrándose también en el mar Caribe.

#### **d) Ecología.**

Crece en las regiones costeras, en lugares sometidos a la influencia de las mareas, en manchones puros, o asociada con otras especies como *Rhizophora* y *Avicennia*. Se desarrolla en suelos de gran contenido de materia orgánica en descomposición, con escasa aireación y gran actividad de bacterias anaeróbicas. Estas condiciones ocasionan la formación de grandes cantidades de ácido sulfídrico, que produce la pestilencia característica de estos suelos.

La especie está estrictamente restringida a tierra de comunidades de bosques de manglares, pero también son pioneras de lugares alterados, donde forman sus propias comunidades. En el Pacífico norte, esta especie se localiza formando rodales puros en terrenos con consistencia sólida también en mezclas con mangle rojo y palo de sal. Se desarrolla muy bien en terrenos frecuentemente inundados, donde la salinidad es menor debido al constante flujo y reflujo de marea.

#### **e) Silvicultura.**

Esta especie tiene semiviviparidad, y generalmente cuando las semillas se desprenden del árbol, ya poseen la plúmula (hojas) en estado latente y su germinación es rápida. La semilla de esta especie, también flota, y cuando es la época de producción, se observan en las orillas del estero, manchas color gris formadas por cantidades de semillas que se agrupan. La regeneración da la apariencia de un almácigo o vivero. En los manglares centroamericanos se ha observado buena regeneración natural, abundante y crecimiento rápido con una muy buena formación

de los fustes. Presenta buenas posibilidades de regeneración a partir de brotes; se encontró que el acodo vegetativo natural se realiza con gran facilidad en esta especie.

### **2.3 Importancia ecológica y económica del manglar para Nicaragua**

Los manglares son valiosos económicamente, no solo por los productos forestales que ofrecen como leña, varas, carbón, taninos, madera para construcciones de viviendas y galeras para la avicultura; sino también por el rol que juegan al aportar alimentos y habitación a numerosas especies de importancia económica y ecológica. La fauna asociada es rica y diversa: peces, moluscos, crustáceos, avifauna, mamíferos, reptiles, etc. Ecológicamente cumplen una especial función como barreras protectoras del viento en áreas de tormentas tropicales, estabilizan las costas y sirven como filtros reteniendo sedimento (CATIE, 1984 ).

Los manglares desde el punto de vista biológico tienen una alta productividad primaria y producción secundaria. Como tales, producen una serie de bienes y servicios de gran importancia para las comunidades, pero a su vez son muy frágiles para efectos de manejo. Fundamentalmente en su componente florístico (Prado, M y Silva, C, 1992).

El aprovechamiento se ha dado tradicionalmente sin ningún manejo técnico, lo cual ha influido en la desvalorización de los manglares. En Nicaragua se ha realizado tradicionalmente en forma no planificada, debido a ello el ecosistema actualmente, está siendo deteriorado, especialmente en aquellas áreas ocupadas por especies de *Rhizophora* y en segunda instancia las que están pobladas por *Avicennia* y *Laguncularia*. Esta situación pone en peligro tanto la ecología del manglar, como la probabilidad de incrementar los rendimientos al máximo bajo la concepción de una utilización y un desarrollo sostenido de los mismos.

A pesar de su importancia, los bosques de mangle han estado por décadas, bajo una severa presión y un mal manejo. Los índices de muchos países señalan tasas de deforestación significativas. El Estero Real, en territorio Nicaragüense pierde anualmente unas 355 ha de manglar; la sobre explotación y la conversión a otros usos

contribuye a su degradación. La madera del mangle es de uso popular para la construcción de viviendas rurales en los países centroamericanos. Por otra parte, su uso como leña y la producción de tanino de la corteza es uno de los principales factores causantes de la degradación del manglar en el país. La construcción de estanques para la producción de sal, la conversión de áreas de manglar a cultivo y pastizales en Nicaragua y muchos otros países ha contribuido a la alteración de áreas de manglar. Además, la construcción de carreteras, áreas urbanas y turísticas, canales y represas ha alterado la hidrología del manglar en todos los países.

De los estudios de casos surge que los leñadores extraen, en promedio una cifra ligeramente superior a los 2700 árboles anuales. Se estimó así mismo la altura promedio aprovechable de los tallos utilizados para leña en 3.36 mts. De acuerdo al Instituto Nacional de Energía ( INE ) el consumo de leña por persona es de 1.3 m<sup>3</sup>/año. Para cubrir esta demanda de leña sería necesario cortar 87.48 árboles/persona/año en la comunidad de las Peñitas.

## **2.4 SILVICULTURA**

### **2.4.1 Estructura y potencial silvicultural**

Los manglares se explotan para la extracción de una variedad de productos. De ellos se extrae madera para la elaboración de vigas, postes, pilotes y durmientes. La madera también se utiliza para la elaboración de carbón vegetal. La corteza de mangle rojo es rica en taninos y la extracción de éstos constituye un renglón de importancia en algunas áreas.

En Venezuela los bosques más desarrollados llegan a contener madera en el orden de 300 m<sup>3</sup>/ha con un área basimétrica de 10-40 m<sup>2</sup>/ha (Luna-Lugo, 1976, citado por Estrada, L. 1979). En la República Dominicana los bosques alcanzan áreas basales de 20 m<sup>2</sup>/ha y un volumen de aproximadamente 95 m<sup>3</sup>/ha (Sachtler, 1973, citado por Citrón y Shaeffer Novelli. 1988). En Nicaragua en el Estero Cantagallo en la región del Estero Real, Los bosques llegan a contener 106.2 m<sup>3</sup>/ha en las áreas de protección de los bosques rivereños, 62 m<sup>3</sup>/ha en las áreas aprovechables de mangle rojo y 58 m<sup>3</sup>/ha en los bosques mixtos de mangle y agelí (Barrera, 1997).

## **2.4.2 Incremento en volumen**

En Malaya el volumen máximo del rodal se alcanza luego de 25 años. El incremento anual en volumen en el bosque de Perak (el bosque más desarrollado de Malaya) es de 9-10 m<sup>3</sup>/ha con rendimiento total de 210 m<sup>3</sup>/ha al cabo de 25 años. El rendimiento promedio de los bosques en esa región es de aproximadamente 93 m<sup>3</sup>/ha en 25 años (Noakes, citado por Citrón y Shaeffer Novelli, 1988).

En Puerto rico (Wadsworth , 1959, citado por Citrón y Shaeffer Novelli, 1988) informa sobre rodales de Laguncularia que al cabo de 22 años alcanzaron un volumen de 187 m<sup>3</sup>/ha. A esa edad los árboles tenían en diámetro promedio de 12.7 cm.

## **2.4.3 Prácticas Silviculturales**

Debido a su difícil acceso, muchas prácticas silviculturales clásicas no pueden ser utilizadas en los manglares. En Malaya (Noakes, citado por Citrón y Shaeffer Novelli, 1988) se ha empleado varios métodos sencillos incluyendo el corte total a un diámetro mínimo de 10-12 cm. Este método permite el retener como fuentes sencillas árboles de menor valor comercial que pueden aprovecharse en otro ciclo de corte. Sin embargo, este método sufre de desventaja ya que los árboles que quedan en pie usualmente poseen menor vitalidad y son productores de números menores de semillas. Además, estos árboles frecuentemente son tumbados por el viento antes de que puedan contribuir a la regeneración del área. En algunos rodales de diámetros homogéneos el corte se hace mediante una tala total.

Se intentó la conservación de árboles portadores de semillas a razón de 25-30 árboles por ha. Posteriormente sólo se retuvieron árboles portadores de semillas donde la regeneración natural, luego de aclareos, era insuficiente. Este sistema no dio resultados satisfactorio, las cosechas subsiguientes siendo más pobres. Como resultado, durante los subsiguientes períodos un 20 % de los rodales requirió la siembra de semillas.

Esta situación llevó a la adopción paulatina, desde 1931, del sistema de corte total. Los cortes parciales para inducir la regeneración, aunque se practican, sólo pueden

realizarse en áreas limitadas debido a las dificultades impuestas por las características del terreno.

En Tailandia el uso principal que se les da a los manglares es la producción de leña o carbón, utilizándose para esos fines el 90 % de la reproducción. Desde 1961 se utilizó un sistema de entresaque con las siguientes especificaciones:

- 1) Donde los rodales consistían de árboles cuyos troncos tenían diámetros inferiores a 6 cm se permitía un entresaque dejando un espaciamiento no mayor de 2 m.
- 2) Donde la mayoría de los troncos tenía diámetros entre 7-9.5 cm el espaciamiento no sería mayor de 5 m.
- 3) En los rodales con troncos con diámetros entre 10-13 cm el espaciamiento no sería mayor de 10 m.
- 4) Donde los diámetros fueran sobre 13 cm se dejaría árboles en grupos de 3 ó 4 con un espaciamiento entre grupos de no más de 20 m.

El sistema anterior no permitía la extracción a lo largo de las márgenes de canales y requería el dejar una franja intacta de por lo menos 50 mts a lo largo de los bordes de los mismos. El turno de corte escogido fue de 15 años.

Estas especificaciones fueron difíciles de implantar debido a la dificultad de supervisar las talas, causándose el deterioro de muchas áreas de manglar. El gobierno de Tailandia ha adoptado un nuevo procedimiento en la administración de los manglares, consistente en la tala total en fajas alternas. Estas fajas tienen un ancho de 40 m y están orientadas a 45° de la dirección del movimiento de la marea.

El área de la concesión se divide en 30 fajas que son explotadas anualmente y en forma alternada. Luego de 15 años el área de la concesión habrá sido explotada en su totalidad excepto por las 15 fajas alternas. Dentro de la faja de corte anual se extrae todo excepto los árboles con diámetros por debajo de los 5 cm de dap.

Este sistema se adoptó por su sencillez en la implantación y el hecho de que con el sistema anterior la cosecha de los árboles portadores de semillas era imposible sin dañar la regeneración. Esa práctica, por lo tanto, desperdiciaba los árboles porta semillas. Las nuevas prácticas dependen exclusivamente de la regeneración producidas por semillas producida por los árboles de las fajas alternas y adyacentes y aquellas traídas por la marea. La anchura de la faja es estrecha para facilitar la regeneración total dentro de la misma. Al presente se están explotando de esta forma 178764 ha de manglar.

La explotación de manglares en la Reserva Forestal de guarapiche en Venezuela, está constituida por 370000 ha de pantanos en los estados de Sucre y Monagas. El plan de manejo de la unidad norte fue preparado para la explotación de un área de manglar con volumen promedio de 200 m<sup>3</sup>/ha, 428 árboles menor de 8 cm de dap/ha y área basal entre 10-40 m<sup>2</sup>/ha.

El plan silvicultural adoptado fue el de talados totales en fajas alternas de 50 mts por 300 mts dispuestas perpendicularmente y a ambos lados de los cursos de agua. El área fue dividida en 30 cabidas anuales de aproximadamente 200 ha. Luego de 15 años se explotaban las parcelas dejadas en pie y al cabo de 30 años se reiniciaban el ciclo de corte en las parcelas explotadas. La recuperación ocurre por regeneración natural.

El proyecto OLAFO en conjunto con el MARENA-CATIE desde 1989, realizan estudios socio-económicos y biofísicos para demostrar la factibilidad del aprovechamiento sostenido del ecosistema del manglar seco de Nicaragua. Uno de los proyectos auspiciados por MARENA-CATIE es el llamado manejo integrado del manglar en la ciudad de León, llevado a cabo en las áreas demostrativas como las Peñitas y Salinas Grandes. Este tiene como propósito el manejo y ordenamiento del bosque de mangle para proporcionar a los pobladores alternativas productivas del ecosistema.

## 2.5 Estructura y composición del manglar Peñitas-Salinas Grandes.

Las áreas del manglar están delimitadas en cuatro Subzonas, que van desde Las Peñitas hasta Salinas Grandes. Existe una cobertura boscosa de manglar de 1470 ha de las cuales 600 ha corresponden a la categoría de *Rhizophora*, 180 ha a *Rhizophora* bajo, 250 ha a *Avicennia* alto y 440 ha para *Avicennia* bajo.

Según datos del inventario forestal de OLAFO en 1994, el 64 % del área del manglar de Peñitas-Salinas Grandes es productiva, aprovechable y existe un 51 % de *Avicennia* y el resto es *Laguncularia* y en menor cantidad *Rhizophora*.

En Salinas Grandes se encuentran géneros de *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia* y *Conocarpus*. *Rhizophora* ocupa el borde de los esteros, le sigue *Avicennia* en el orden de distribución y *Laguncularia*, existe un ecotono entre la comunidad del manglar y el bosque seco, es importante señalar que existen sitios entre corcovado y hacia el sector de las Peñas en el que *Laguncularia* ocupa una franja del estero y se mezcla con *Rhizophora*. En este sector se encuentran árboles con alturas de 11 mts y más, estos son descortezados para extraer taninos. Salinas Grandes tiene un aporte importante de agua dulce a través del Río Grande la Leona.

Las peñitas, aquí encontramos los géneros *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia* y *Conocarpus*. *Rhizophora* es el más importante siempre ocupa el borde de los esteros, le sigue *Avicennia* en importancia, la que tiene una alta capacidad de invasión en algunas áreas. Existe una buena regeneración natural que debe ser muy bien manejada. Le sigue en importancia *Laguncularia* que se mezcla con los dos géneros anteriores y en mayor importancia está *Conocarpus* que ocupa la parte más interna contiguo al bosque seco. Una diferencia importante con Salinas Grandes es que en esta comunidad las alturas son inferiores a 10 mts en el caso de *Rhizophora*, en *Avicennia* existen individuos con alturas mayores a los 10 mts. Es notorio que el ganado realiza una

poda constante en plantas de *Avicennia* con fines alimenticios por lo que esta área presenta un tipo de crecimiento semi-postrado, esto en la Isla Santa Lucía y el sector de la carretera. En general el bosque es más bajo que en Salinas Grandes. Los ríos que aportan agua dulce son Río Chiquito y el San Cristóbal.

La actividad humana en la zona ha sido muy drástico a nivel del ecosistema, en el sector de Salinas Grandes el bosque alto ha sido afectado por la extracción de corteza para la obtención de taninos, debido a la técnica artesanal utilizada para extraer la corteza, los árboles sometidos a esta actividad mueren en el término de un mes como promedio, esto hace que obstruya el paso a través de los esteros y canales puesto que ya muertos caen sobre dichos esteros, por otro lado interrumpen el proceso de regeneración natural, puesto que interfieren en la entrada de luz y está ocupando espacio que, deben utilizar las plántulas que regeneran en el bosque; también se extraen barules ( sostén de plantas de bananos ), madera para construcción y leña.

El bosque alto presenta una densidad de 2084 individuos/ha y para el bosque bajo 3067 individuos/ha ( Isla Juan Venado ). En el incremento los datos se tomaron cada tres meses y el análisis de la varianza por fechas mostró que no existe diferencia significativa, no así entre una parcela y otra que existen diferencias significativas. En base al análisis de crecimiento relativo de plantas se observó un incremento de 3 cm/año. El crecimiento es bajo, si tomamos este valor para establecer relaciones nos da que un crecimiento a lo largo de 10 años sería 30 cm.

Las especies que se aprovechan en estos manglares son del género **Rhizophora**: *R. mangle*, *R. racemosa* G.F.W. Meyer y *R. harrisonii* Leechm, todas conocidas como Mangle rojo. Las especies del género **Avicennia**: *A. germinans* y *A. bicolor* Standl., son menos aprovechadas. A este género se le conoce como Palo de sal o Corumo, *Laguncularia racemosa* Gaerth. Conocida como agelí o angelí, se utiliza como leña y en ocasiones es utilizada como madera para construcción, *Conocarpus erectus* L. (botoncillo) suele ser utilizada como leña (Cáceres, L. F, 1992).

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Localización y descripción del área de estudio**

##### **3.1.1. Localización del bosque de manglar**

El manglar de las peñitas se encuentra ubicado en el occidente de Nicaragua (fig. 1) a 22 km de la ciudad de León en la costa del pacífico. Se extiende desde la boca de las Peñitas hasta la boca de Salinas Grandes ubicandose entre los 12°21'24" latitud Norte y los 87°01'06" longitud Oeste en la boca de Salinas Grandes según coordenadas de los mapas del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER (1986a, 1986b, 1986c). El área de manglar limita al norte con las partes altas que comprenden las fincas de Sn Gabriel, los Planes, Candelaria, Sn Silvestre, El Carmen, La Sancoya y el cerro el Infiernito; al sur con el Oceano Pacífico; al Oeste con las Peñitas y al Este con Salinas Grandes.

El área de estudio abarcó 740 ha (7.4 km<sup>2</sup>) que va desde la caleta el Rosario en las Peñitas hasta caleta el Corcovado en Salinas Grandes, cubriendo una longitud de 8.4 km y un ancho máximo de 2 km en la zona de las Cañas.

##### **3.1.2. Ubicación del área de estudio**

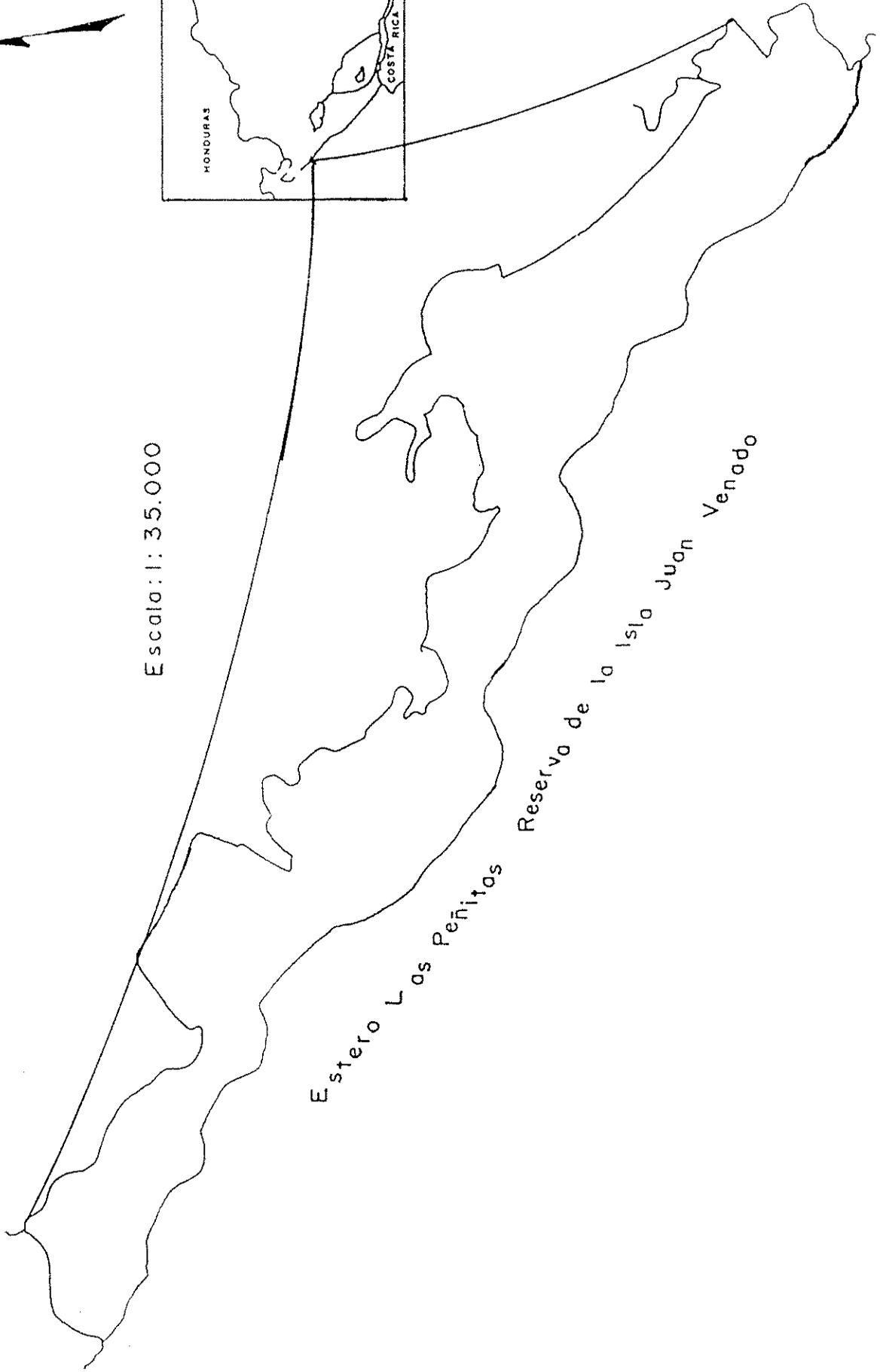
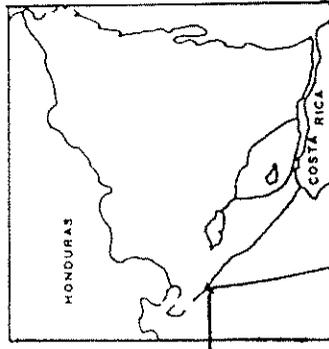
Está ubicada al norte de la Isla Juan Venado, cruzando el estero principal, se extiende dese la caleta el Toro, al este de la Isla Santa Lucía, hasta la inserción estero Cañas en el estero principal.

Tiene una longitud de 5.6 km y un ancho máximo de 2 km. En la zona entre Caleta el Toro y Caleta Las Cañas (fig. 2), está localizada geográficamente entre los 12°21'15" latitud Norte y los 87°00'00" longitud Oeste en la Caleta el Toro y en los 12°18'10" latitud Norte y en los 86°55'00" longitud Este en la caleta las Cañas, según coordenadas de mapa del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER .

# Fig 1 Manglar de Las Peñitas - Salinas Grande



Escala: 1: 35.000

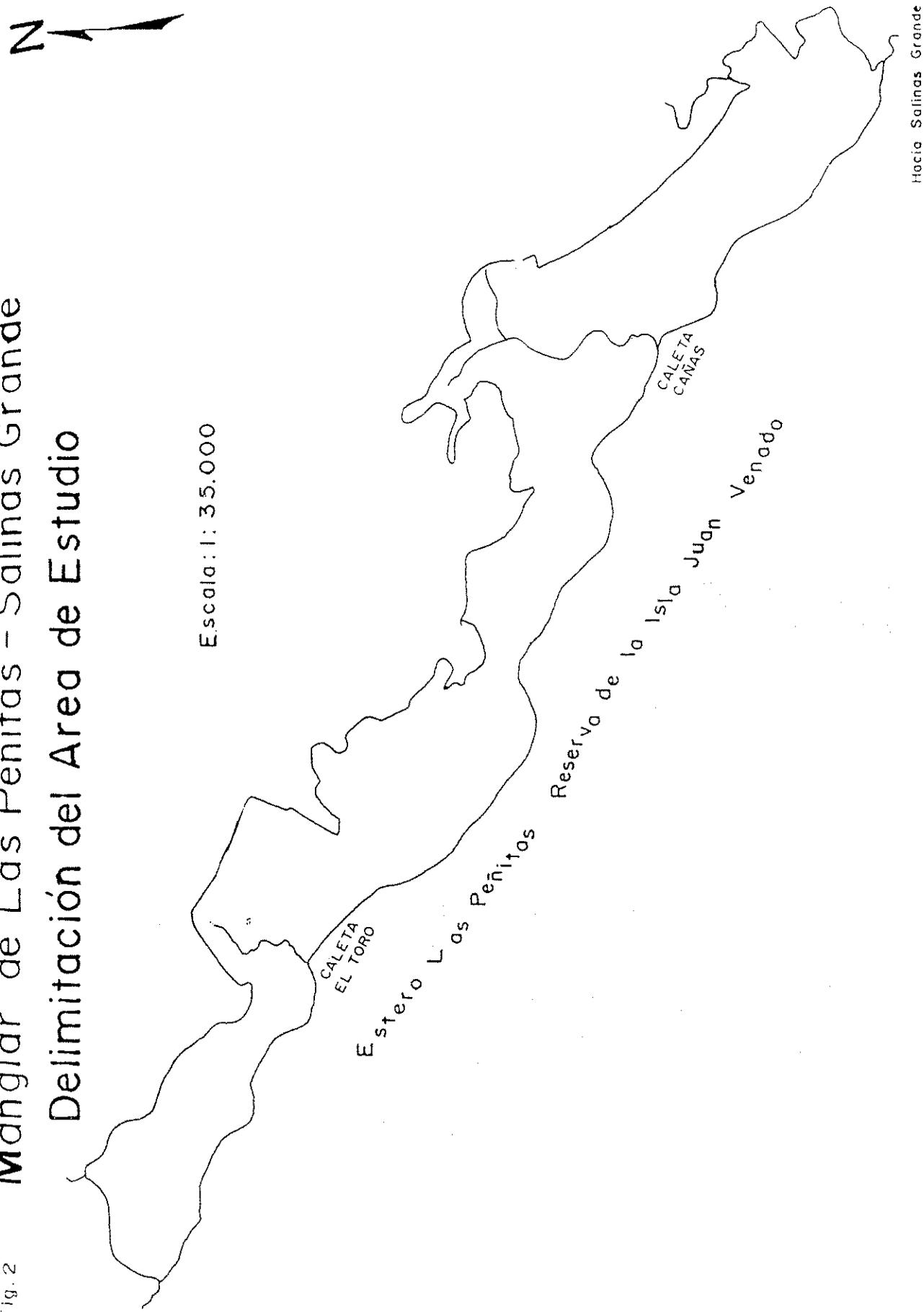


Hacia Salinas Grande

# Manglar de Las Peñitas - Salinas Grande

## Delimitación del Area de Estudio

Fig. 2



### **3.1.3. Suelos**

El ecosistema de manglar se sustenta en su totalidad sobre suelos hidromórficos.

Los suelos del manglar están saturados de humedad la mayor parte del año. Son de textura arcillosa y a veces arcillo-limosa o lodos marinos o arcillo-arenosa con alto contenido de materia orgánica. El drenaje y la aireación son pobres, tienen gran acidificación debido a la oxidación de sulfuros que conducen a la formación de ácido sulfúrico. El pH tiene gran variación, llegando a bajar hasta 1 y 2, principalmente cuando aparecen materias marinas calcáreas a profundidades de varios metros. En general se indica que estos suelos aparecen principalmente en sitios inundados por mareas y en los deltas cenagosos de los ríos en su desembocadura al mar.

### **3.1.4. Clima**

El clima es cálido, las temperaturas son altas con un promedio anual de 28 °C y la precipitación con promedio anual oscila entre los 1200 - 1800 mm, con valores extremos de 840-2400 mm registrado en una serie de 20 años. La humedad relativa es de 74%, los meses más calurosos y secos son Marzo y Abril y los menos calurosos, Noviembre y Diciembre. El sitio se ubica en una zona de vida de Bosque Tropical seco, con estaciones lluviosas y secas bien marcadas.

La estación lluviosa inicia en Mayo, se ve interrumpida por un período de veranillo o canícula que se extiende aproximadamente de mediados de Julio a mediados de Agosto, continuando Luego la época lluviosa hasta el mes de Octubre. La estación seca se extiende de Noviembre a Abril, en esta prácticamente no se registran precipitaciones.

### **3.1.5. Vegetación**

La vegetación arbórea del manglar está constituida básicamente por los géneros *Avicennia* (palo de sal), *Laguncularia* (agelí), *Rhizophora* (mangle) y *Conocarpus* (botoncillo). En algunos sitios se presenta vegetación de tierra dulce, algunas veces formando islotes de bosques.

### **3.1.6. Hidrología**

Dada la estructura geomorfológica el aporte en el área de estudio es principalmente agua salada. El agua que penetra por la boca las Peñitas corre sobre el estero principal e inunda el área hasta llegar al lugar conocido como caleta el Posol y el agua que penetra por el otro lado por la boca Salinas Grandes inunda también hasta la caleta el Posol; sirviendo este como límite entre el agua que corre hacia el este y oeste respectivamente.

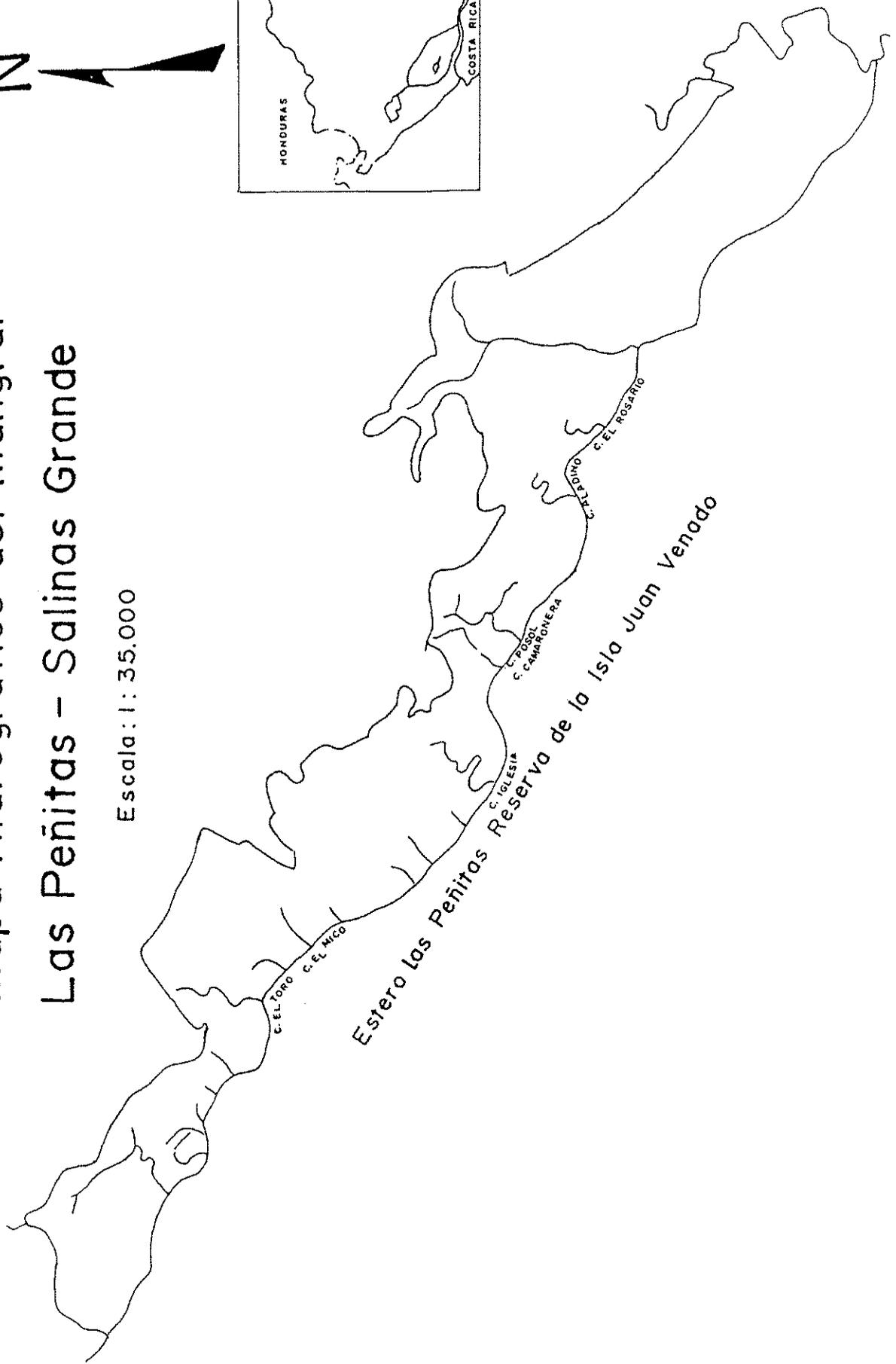
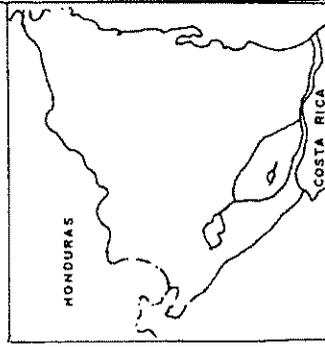
El agua proveniente de las Peñitas y Salinas Grandes a través de los esteros abastece de agua a una serie de canales internos. En el área de estudio existen varios canales entre los cuales están: El Toro, El Mico, La Camaronera, El Posol, El Aladino, Las Cañas y La Iglesia (fig. 3).

El agua dulce que recibe el manglar proviene de las escorrentías del agua de lluvia que baja de las partes más altas de pequeños canales procedentes del río Chiquito que se comunica con algunos de los canales (caletas) del manglar principalmente en la parte norte del canal las Cañas y por agua de riego procedente de represas pequeñas de pequeños ríos en algunas de las fincas que existen al norte del área de estudio.

Fig 3

# Mapa Hidrografico del Manglar Las Peñitas - Salinas Grande

Escala: 1: 35.000



Hacia Salinas Grande

## 3.2 Descripción de la metodología

### 3.2.1 Descripción del material experimental

El material experimental con el que se trabajó es *Laguncularia racemosa* perteneciente a la familia Combretaceae.

En los manglares de las Peñitas-Salinas Grandes el género *Laguncularia* aporta en este tipo de bosque el 90% de la densidad, 72% en volumen y 83% en área basal, esta estructura indica que este bosque tiene una alta pureza de agelí; sin embargo en general los árboles no son muy gruesos. En términos absolutos la densidad es bastante alta con aproximadamente 3070 arb/ha, el volumen es de 20.3 m<sup>3</sup>/ha y área basal de 8.18 m<sup>2</sup>/ha. Normalmente la distribución de frecuencia del número de árboles por hectarea disminuye drásticamente en la clase diamétrica de 10.0-14.9 cm. El volumen máximo se encuentra en la clase diamétrica de 5.0-9.9 cm. Esto indica nuevamente que en este tipo de bosque existe una alta densidad de árboles pero con diámetros pequeños. Además presenta una dominancia relativa de 15.2 % en relación a *Rhizophora* y *Avicenia*, que presentan 13.4 y 71.3 % respectivamente (Proyecto OLAFO/MANGLRES. 1997).

### 3.2.2 Diseño experimental

El ensayo experimental fue establecido en mayo de 1996, El diseño utilizado es un diseño en bloques con arreglo bifactorial tres alturas de corte y las dos estaciones del año (invierno y verano). se hicieron 20 bloques o parcelas circulares (fig. 4). Este diseño se ideó para aplicar cortas selectivas.

El ensayo se estableció en un área de 525 ha; los bloques se establecieron a priori en un mapa de vegetación elaborado por el proyecto OLAFO-MANGLARES 1994 (fig. 5). El tamaño de los bloques se definieron en función de la homogeneidad del área y de los seis árboles seleccionados a los cuales se les aplicó los tratamientos.

# Manglar de Las Peñitas - Salinas Grande

## Mapa de Distribución y ubicación del Diseño Experimental



Escala: 1: 35.000

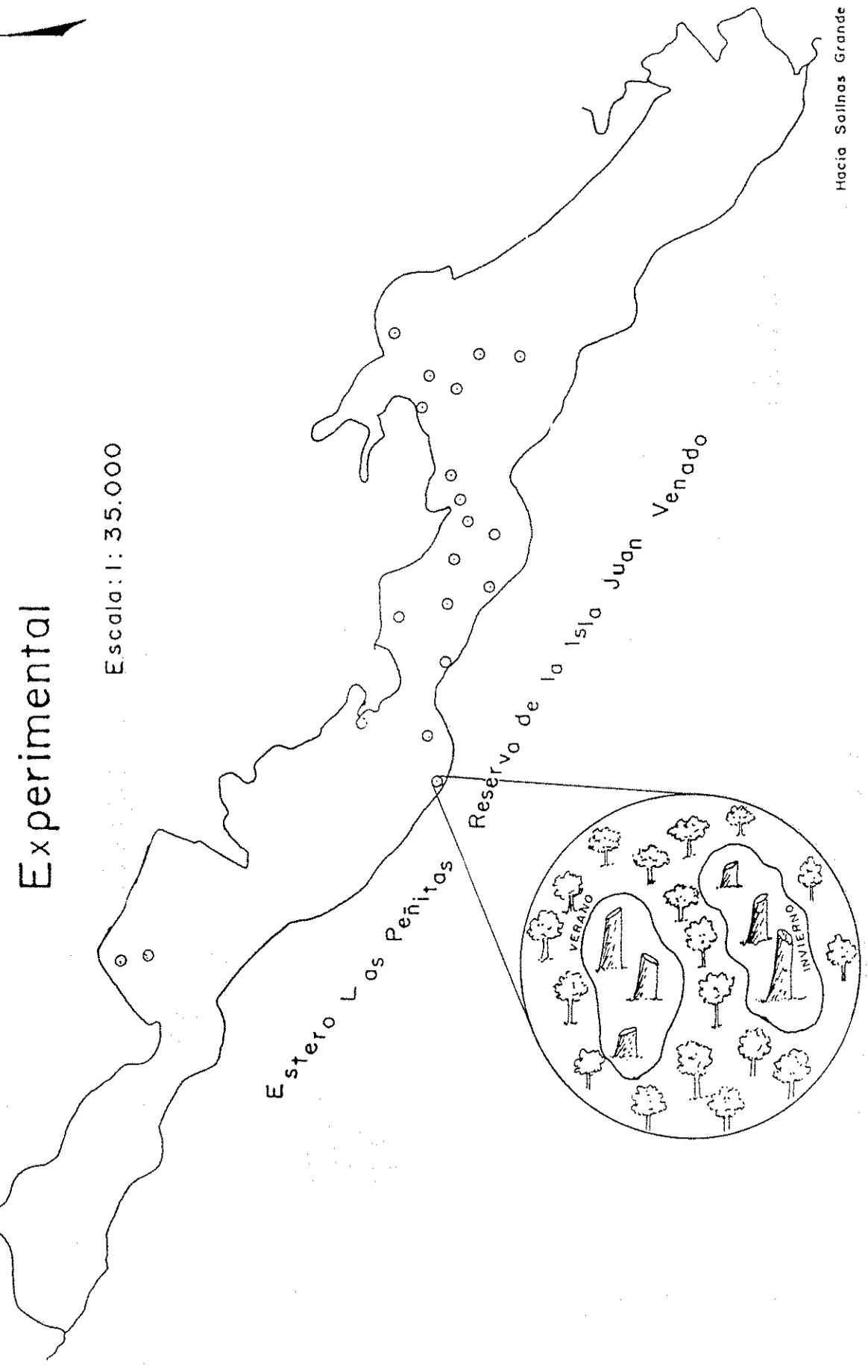
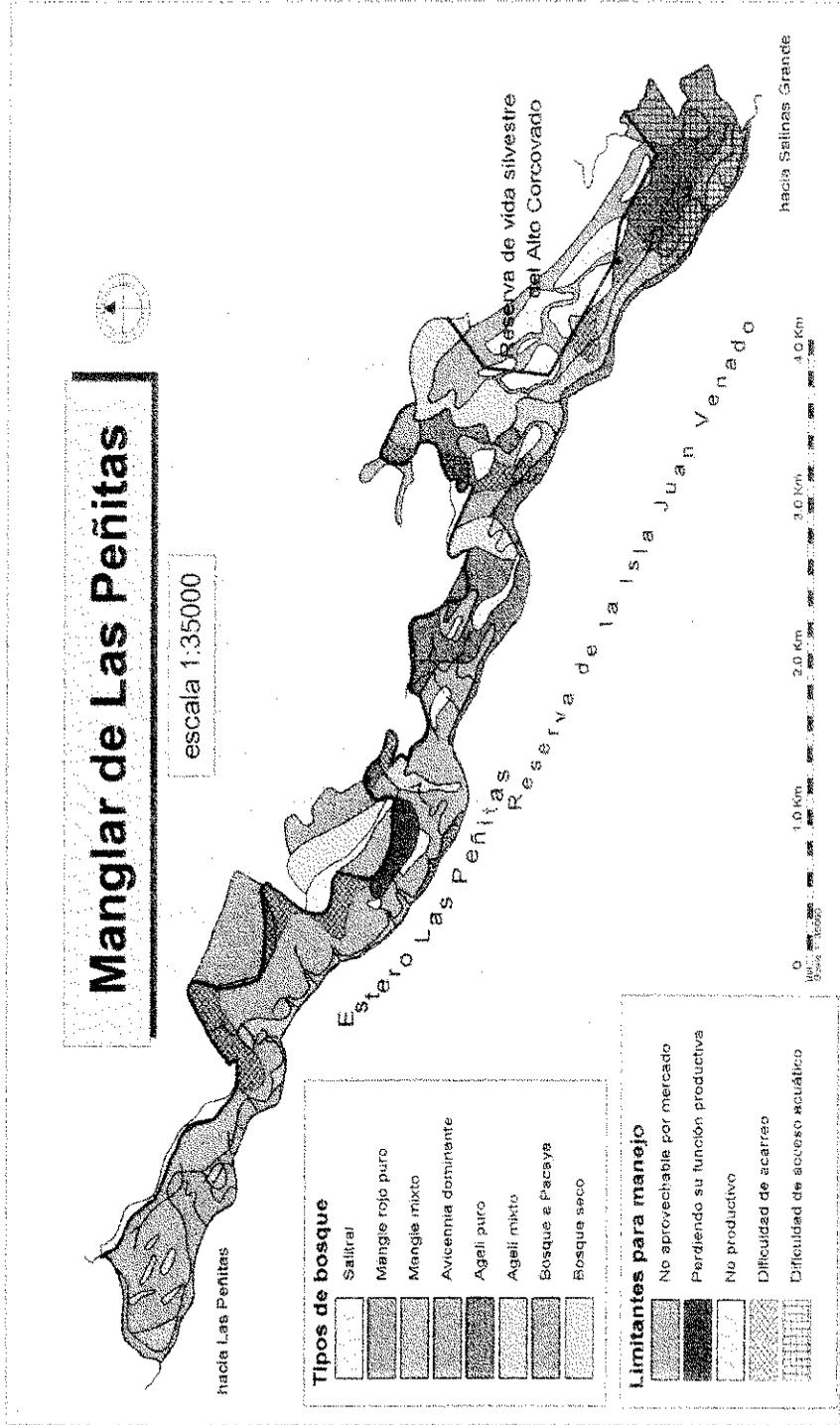


Fig 4

Fig. 5



Posterior al establecimiento apriori, en bosques puros así como también en bosques mixtos con predominancia de *Laguncularia*, se escogieron rodales, y se seleccionaron y marcaron seis árboles. La unidad experimental es el árbol y por azar se aplicaron los seis tratamientos a los seis árboles seleccionados. Los tratamientos consistieron en tres alturas de corte: bajo, medio y alto. Los cortes fueron realizados con hacha.

Dado que en el diseño participaron las dos estaciones del año como uno de los factores del diseño, se escogieron por azar 3 árboles por bloque a los cuales se les aplicó el tratamiento en la época lluviosa, a los otros tres restantes del grupo se les aplicaron los tratamientos a la entrada de la estación seca.

Se hicieron 20 bloques de 6 árboles en rodales de *Laguncularia*, en total se utilizaron 120 árboles en el experimento. La corta de los primeros 60 árboles se realizó al inicio del invierno, se seleccionaron los 3 árboles por bloque y se les aplicaron las tres alturas de corte correspondientes a cada uno:  $h_1 = 20$  cm,  $h_2 = 35$  cm,  $h_3 = 60$  cm. Alturas que corresponden a la altura baja, media y alta de corte. La corta de los otros 60 árboles se realizó al inicio del verano a los cuales también se les aplicó las tres alturas de corte: baja, media y alta respectivamente.

### 3.2.3 Factores evaluados

El ensayo se evaluó considerando los siguientes factores:

**Altura de corte:** Se realizaron tres alturas de corte:

- a) un corte a 20 cm que está por debajo del nivel mínimo de la marea.
- b) un corte a 35 cm que está a la altura media de la marea.
- c) un corte a 60 cm que está por encima del nivel máximo de la marea.

Estas alturas de corte fueron definidas en base a observaciones de los niveles mínimos, medios y máximos de la marea en el interior del bosque.

**Epoca del año:** En el estudio se consideraron las dos épocas del año (invierno y verano) como uno de los factores evaluados. En este sentido el invierno y verano fueron los niveles del factor época, durante los cuales se determinó el efecto sobre la capacidad de rebrote de la especie en estudio.

## **Covariables**

**Inundación:** se midió la inundación máxima mensual por bloque. La unidad de medida fue en centímetros. Las mediciones se realizaron utilizando un dispositivo que consistió en una estaca de 1.5mts. a la cual se le adhería mensualmente una cartulina pintada con tinta de acuarelas, cubierta con un tubo pvc, para evitar que el agua de lluvia alterara la medición. Dicho dispositivo fue colocado en el centro de cada parcela. Posteriormente se hicieron mediciones de nivelación utilizando un nivel de ingeniero y una estadia para conocer el nivel de cada individuo en relación al nivel del maerógrafo y determinar el tipo de inundación de cada tocón.

**Salinidad:** Para la salinidad, se tomó la muestra equivalente a un litro de muestra. Esta se obtuvo de cada una de las parcelas o bloques del experimento. El análisis de salinidad se hizo mediante conductividad eléctrica en el laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria, siendo la unidad de medida en milimhos/cm.

**Diámetro:** fue medido en centímetros a la altura de corte de cada árbol en las dos estaciones del año en que se evaluó la capacidad de rebrote de Laguncularia.

## **Variables repuesta**

**Número de rebrotes:** fueron contados y enumerados como rebrotes 1, 2, 3, etc. Los conteos se realizaron mensualmente para determinar el número de rebrotes nuevos y/o rebrotes muertos. Estos se marcaban con etiquetas de aluminio para evitar ser recontados nuevamente y alterar los resultados del estudio.

**Estado:** se determinó el estado del rebrote y se clasificó como: sano (S), daño mecánico (DM), daño por insecto (DI), Estado de marchitez (MR) y muerto (M).

#### IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

Utilizando los valores de cada uno de los factores evaluados (época del año y tipo de corte) y covariables (inundación y salinidad) de todos los bloques, se elaboró una base de datos; la cual fue incorporada al programa SPSS, facilitando el análisis de varianza de cada una de los factores y covariables.

El anexo 1, muestra el análisis de varianza realizado a un nivel de confianza del 95 %, el cual indica que existe un efecto altamente significativo de bloque, lo que quiere decir que el bloqueo contribuyó a mejorar la precisión del experimento realizado, y que una parte importante de la variabilidad aleatoria, correspondiente a las diferencias de heterogeneidad del suelo en los diferentes sitios del manglar donde se ubicaron las parcelas, fue captada y disminuida del error total, lo que facilitó establecer el verdadero significado estadístico de los factores en estudio.

El ANDEVA demuestra con un 95% de confianza que existe un efecto significativo en la capacidad de rebrote de la especie por efectos de las diferentes alturas de corte aplicadas, es decir que al menos una de las tres alturas de corte aplicadas muestra diferencias reales en cuanto a la capacidad de rebrote.

Mediante la prueba de rangos múltiples de **Duncan** (anexo 2), se encontró que el tipo de corte tres (corte alto) y el corte 2 (corte medio) indican diferencias significativas en relación al tipo de corte 1 (corte bajo); sin embargo el corte 3 es el que presenta la mayor capacidad de rebrote, ya que está menos expuesto a la inundación total principalmente durante la época de invierno lo que le garantiza mayor sobrevivencia y mayor capacidad de rebrote.

En la figura 6 y 7 se muestran los resultados del número de rebrotes promedios encontrado por altura de corte durante invierno y verano respectivamente.

El ANDEVA demuestra con un 95% de confianza que existe un efecto significativo en la capacidad de rebrote de la especie por efecto de las estaciones del año invierno y verano .

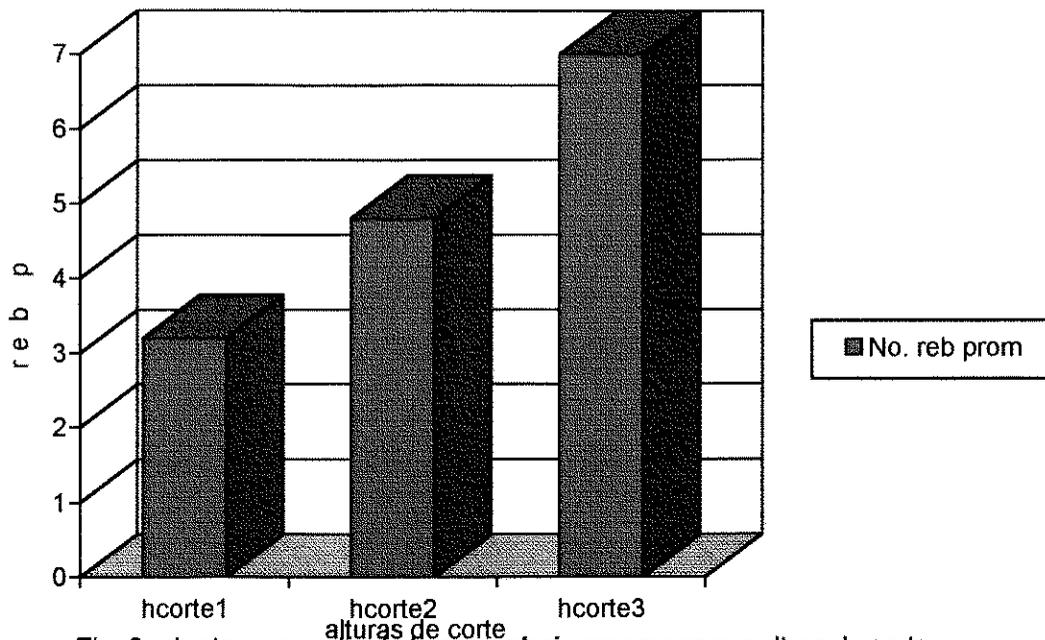


Fig. 6 rebotes promedio de *Laguncularia racemosa* por altura de corte durante invierno en los manglares Peñitas-Salinas Grandes, León, 1996

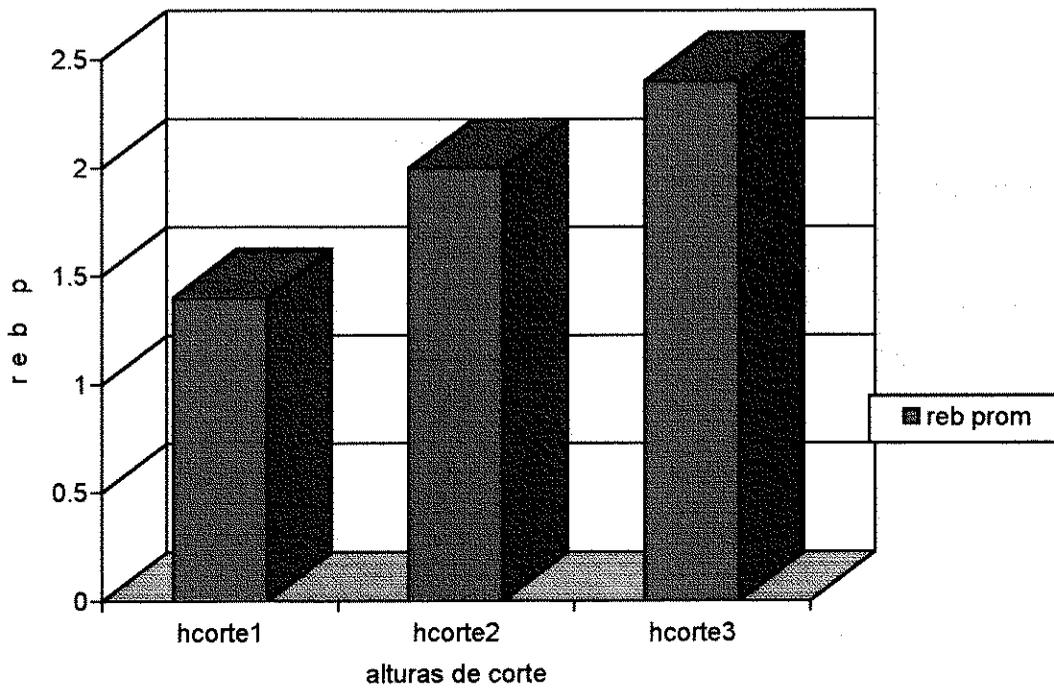


Fig. 7 rebotes promedio de *Laguncularia racemosa* por altura de corte durante el verano en los manglares Peñitas-Salinas Grandes León, 1997.

En la figura 8, se muestra el comportamiento de la capacidad de rebrote por altura de corte y época del año. En la figura 9, se muestra el comportamiento de la capacidad de rebrote de la especie por época de corte.

El mejor comportamiento se presenta durante el invierno en un período de seis meses después del aprovechamiento, donde la altura de corte 3 (corte alto) mantiene el promedio superior de rebrotes en relación a la altura de corte 2 y 1 respectivamente, que muestran una caída más fuerte del número promedio de rebrotes a partir del cuarto mes en la época del invierno debido a la frecuencia de las mareas a la que están expuestos los cortes bajos y medios respectivamente.

Durante el verano se observa un comportamiento similar, aunque el número promedio de rebrotes es menor que en invierno.

Los factores que más afectan la estructura del bosque son la salinidad, la distancia a la boca de los esteros y la interacción salinidad suelo. Donde existen los mayores valores de salinidad y las menores distancias al estero es donde *Laguncularia* tiene mayor presencia (Ayerdis, 1996), lo que puede estar ligado con su gran mortalidad y con su baja capacidad de rebrote durante el verano ya que las concentraciones de sal tienden a aumentar debido a la ausencia de agua de lluvia en la zona y la marea muchas veces no logra inundar toda el área por lo que las sales difícilmente pueden lavarse aumentando de este modo las concentraciones de sal en el sustrato.

Así mismo el ANDEVA realizado demuestra que existen diferencias significativas a un 95% de confianza en la capacidad de rebrote de la especie por el efecto de interacción altura de corte\*estación del año. Esto indica que la influencia de ambos factores sobre la capacidad de rebrote no son independientes entre sí. De modo que, no debe considerarse el efecto de cada factor por separado. Se debe concluir que una altura de corte es la mejor para las dos épocas del año.

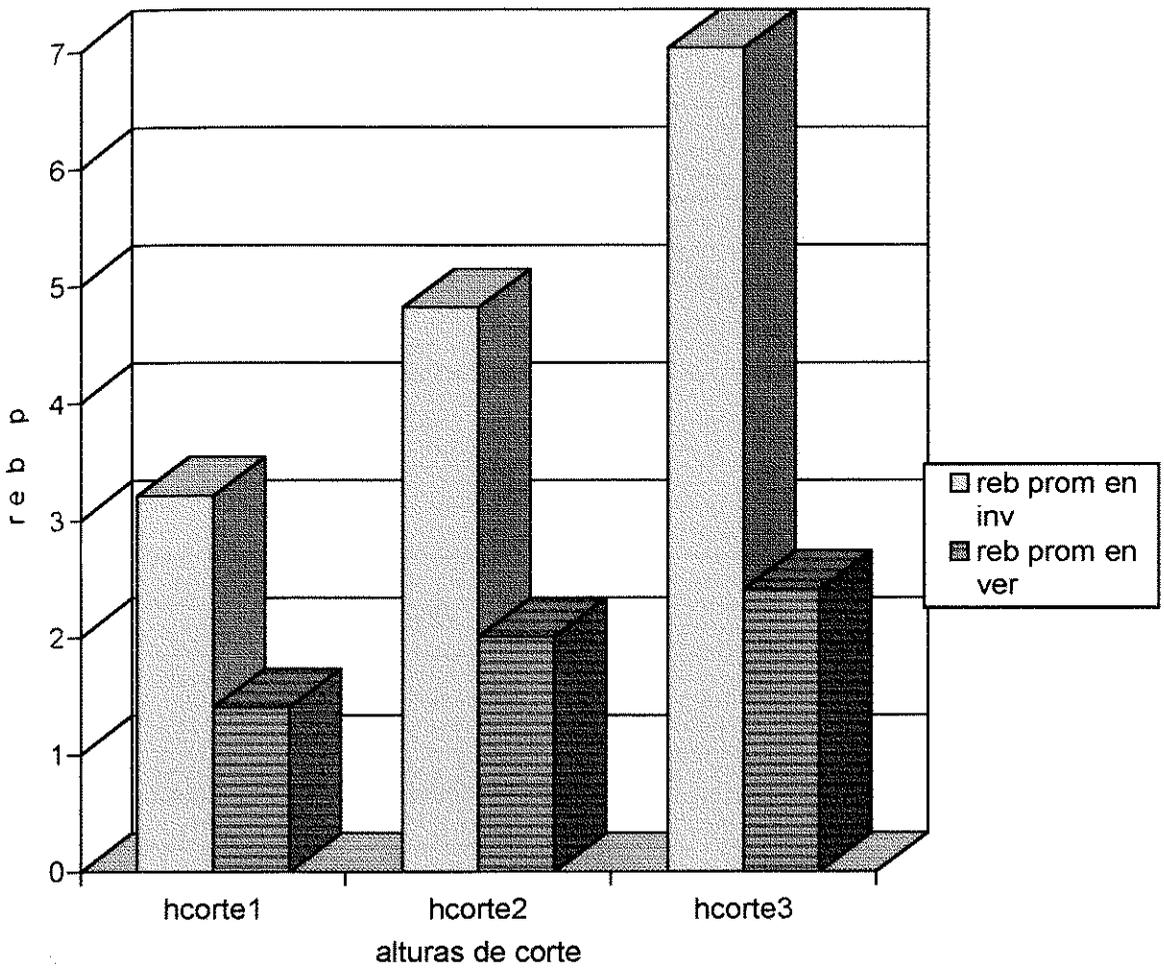
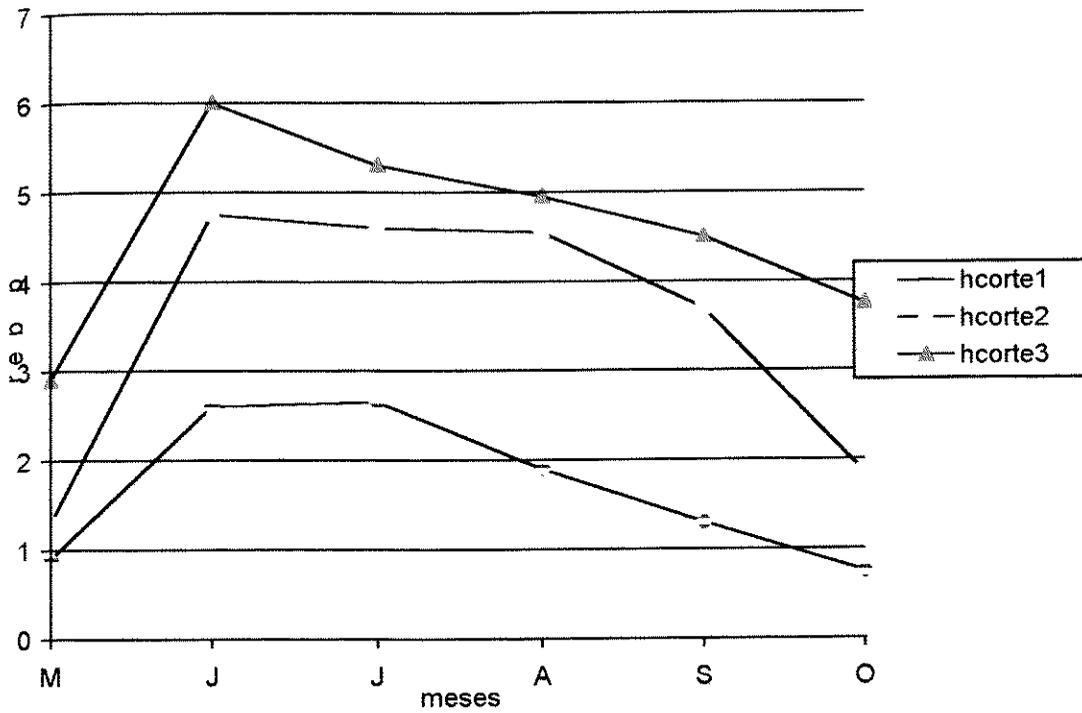


Fig.8 comportamiento de la capacidad de rebrote de *Laguncularia racemosa* por altura de corte durante invierno y verano en los manglares Peñitas-Salinas Grandes, León, 1996-1997.

Capacidad de rebrote durante período lluvioso



Capacidad de rebrote durante período seco

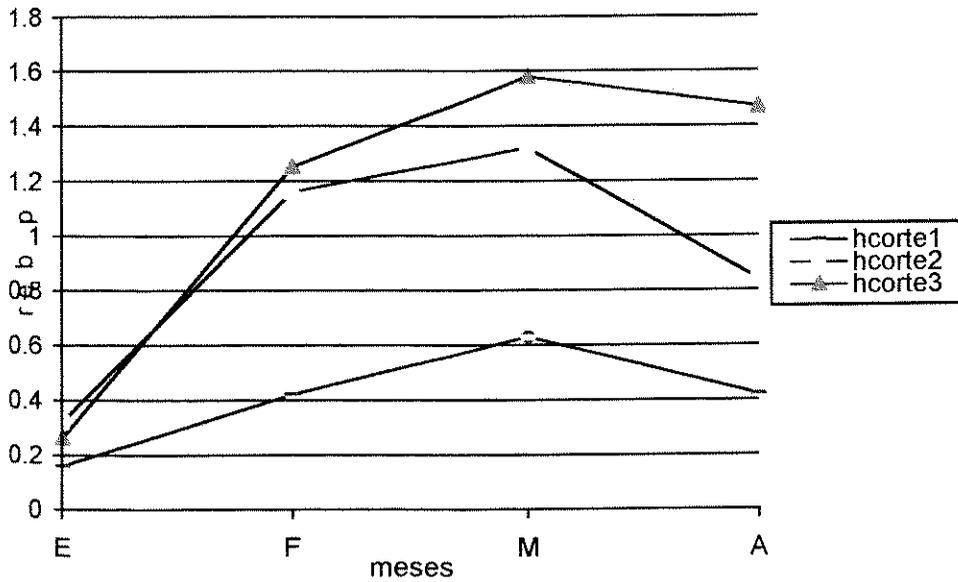


Fig. 9 Comportamiento de la capacidad de rebrote de *Laguncularia racemosa* por época de corte en los manglares Peñitas-Salinas Grandes, León, 1996-1997.

En lo que respecta a las variables definidas como covariables se obtuvieron los siguientes resultados:

Respecto a la capacidad de rebrote de la especie, según el análisis de covarianza resultó que la inundación no es significativa. Sin embargo se comprobó su influencia sobre la sobrevivencia del número de rebrotes. En el cuadro 1 se muestran los resultados donde se observa que durante invierno solamente hay dos clases de inundación de marea; completamente inundado (1) y medianamente inundado (2).

Cuadro 1. Promedio del número de rebrotes vivos y sobrevivencia por clase de inundación durante invierno, Manglares Peñitas-Salinas Grandes, León, 1996.

Datos	Clase de inundación de marea		Total general
	1	2	
Contar clase de inundación de marea	38	22	60
Promedio de rebrotes vivos	1.184210526	3.227272727	1.933333333
Desv estándar de rebrotes vivos	2.759311147	3.490556214	3.177605253
Promedio de Sobrevivencia	3.921052632	6.545454545	4.883333333
Desv estándar de Sobrevivencia	4.115767827	4.26198336	4.326080414

De acuerdo a los datos del cuadro 1 en la clase de inundación 2 (medianamente inundado) se observa el mayor promedio de rebrotes vivos 3.2 y el mayor promedio de sobrevivencia 6.5.

En la clase de inundación 1 (completamente inundado) el promedio de rebrotes vivo es de 1.1 y la desviación estándar es de 2.7 lo que indica que los datos están más dispersos debido a la alta mortalidad de rebrotes a causa de la inundación completa de los tocones.

Durante el verano se observaron las tres clases de inundación (cuadro 2); completamente inundado (1), medianamente inundado (2) y no inundado (3).

Cuadro 2. Promedio del número de rebrotes vivos y sobrevivencia por clase de inundación durante el verano, Manglares Peñitas-Salinas Grandes, León, 1996-1997.

Datos	Clase de inundación de marea			Total general
	1	2	3	
Contar clase inundación de marea	14	31	12	57
Promedio de rebrotes vivos	0.214285714	0.935483871	2.166666667	1.01754386
Desvest de rebrotes vivos	0.425815314	1.436093866	2.289634085	1.62008849
Promedio de Sobrevivencia	0.214285714	1.580645161	3.166666667	1.578947368
Desvest de Sobrevivencia	0.425815314	1.9282841	2.79067712	2.137650316

De acuerdo a los datos observados en el cuadro 2, en la clase de inundación 3 (no inundado) se observa el mayor promedio de rebrotes vivos y de sobrevivencia 2.1 y 3.1 respectivamente, lo que indica también un efecto de la inundación sobre la capacidad de sobrevivencia de los rebrotes.

La desviación estándar de 2.2 en el número de rebrotes vivos indica baja dispersión de los datos lo que es debido a la poca mortalidad de los rebrotes. En la clase de inundación 2 (medianamente inundado), se observa un promedio de rebrotes vivos de 0.9 con una desviación estándar de 1.4 lo que indica una mayor dispersión lo cual es debido a una mayor mortalidad de rebrotes. En la clase de inundación 1 (completamente inundado), se observa un promedio de rebrotes vivos de 0.2 y una desviación estándar de 0.4, lo que indica que los datos no están muy dispersos debido probablemente a que la emergencia de rebrotes en la altura de corte baja fue poca o la mortalidad fue menor.

En lo que respecta a la salinidad según el análisis de covarianza resultó ser significativa, al igual que la interacción inundación\*salinidad.

En el cuadro 3, se muestran resultados del número promedio de rebrotes vivos por tipo de inundación durante invierno y verano.

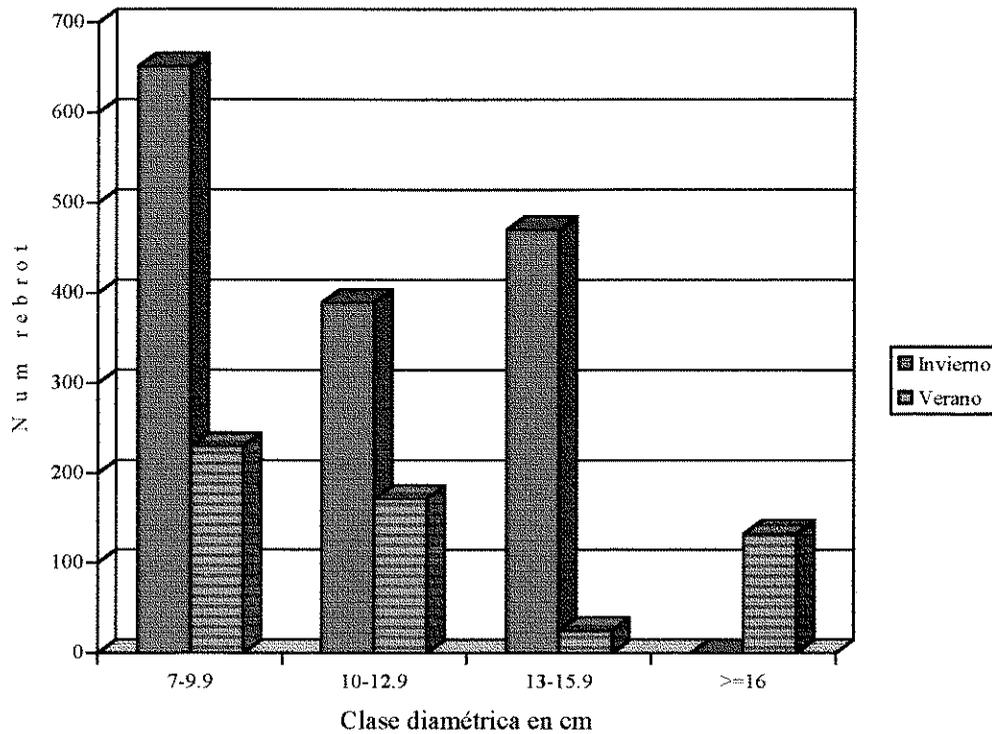
Cuadro 3. Número promedio de rebrotes vivos por tipo de inundación y época del año en los manglares de Las Peñitas-Salinas Grandes, León, 1996-1997.

Época del Año	Numero promedio de rebrotes vivos por clase de inundación			Totales
	Inundac total	Inundac media	Inundac nula	
Invierno	1.1	3.2	-	2.15
Verano	0.2	0.9	2.1	1.01

De acuerdo a los datos del cuadro 3, al comparar el número promedio mayor de rebrotes vivos por época del año, se observa que durante el invierno la inundación media presenta el mayor promedio de rebrotes vivos 3.2 y durante el verano la inundación nula presenta el mayor promedio de rebrotes vivos 2.1. Esto es debido a que durante el invierno la sobrevivencia de rebrotes se ve afectada por las altas y frecuentes inundaciones a la que están sometida los tocones debido a la precipitación y la influencia de agua dulce en el área. Durante el verano la sobrevivencia se ve influenciada por las altas concentraciones de sal ya que las mareas no logran inundar toda el área del manglar incrementando las concentraciones de sal, afectando de este modo la capacidad y sobrevivencia del número de rebrotes.

Resultados obtenidos por Ayerdis (1996) indican que la mayor mortalidad de esta especie en esta zona, se debe a su sensibilidad a las altas salinidades, siendo estos resultados similares al comportamiento observado en la sobrevivencia de la especie a través de rebrotes.

El diámetro como una de las covariables medidas no se pudo comprobar estadísticamente, pero se determinó que el número de rebotes no tiene una relación proporcional directa con el diámetro.



**Fig. 10. Comportamiento de la capacidad de rebrote de *Laguncularia racemosa* durante invierno y verano según distribución de clases diamétricas en los Manglares de Las Peñitas-Salinas Grandes, León, 1996-1997.**

Como se observa en la figura 10, no existe un patrón definido entre clases diamétricas y número de rebotes, lo cual se debe a que no existe una relación directa proporcional entre el diámetro y el número de rebotes. En este sentido el número de rebotes de cada tocón está más bien en dependencia de los factores ambientales como inundación, salinidad del substrato y la época en que se realicen los cortes.

## **Análisis de correlación**

Utilizando la misma base de datos, se elaboró una matriz de correlación para determinar la correlación entre los factores como: época de corte\*rebrote, tipo de corte\*rebrote y salinidad e inundación\*rebrote.

En el anexo 3, se muestra una matriz de correlación, donde se observa la correlación entre el número de rebrotes con la salinidad con  $p$  menor que 0.05 ( $p=0.015$ ), lo que indica la interacción de la salinidad con el número de rebrotes, lo que hace suponer que a medida que aumenta la salinidad aumenta la mortalidad del número de rebrotes.

De acuerdo a Ayerdis (1996) la estructura de éste tipo de bosque, está afectada por los niveles de salinidad del substrato y el grado de compactación de éste. Existe una correlación negativa por lo que supone que a medida que aumenta la salinidad disminuye la altura de los árboles.

Se encontró correlación entre el número de rebrotes con el tipo de corte ( $p=0.008$ ), lo que indica una interacción entre éstos, de modo que a mayor altura de corte habrá mayor capacidad de rebrote y mayor sobrevivencia.

También se encontró correlación entre el número de rebrotes con la época del año en que se realizan los cortes ( $p=0.007$ ) así como también entre el número de rebrotes con la inundación y ( $p=0.000$ ), lo que indica que la capacidad de rebrote está afectada directamente por la época en que se realizan los cortes y la sobrevivencia del número de rebrotes por la inundación.

Además se observa una alta correlación entre la salinidad y la inundación ( $p=0.000$ ) lo que indica una interacción de ambos factores ambientales.

## V.- CONCLUSIONES

1. Se comprobó que *Laguncularia racemosa* tiene alta capacidad de rebrote, pero está influenciada por la altura de corte y por la época en que se realizan los cortes; por la salinidad y la inundación en su conjunto.
2. La mayor capacidad de rebrote lo presenta la altura de corte 3 (corte alto) con un promedio de 7 rebrotes por tocón durante el invierno y 2.4 rebrotes por tocón durante el verano.
3. Durante el invierno se observa el mayor promedio de sobrevivencia con 6.5 rebrotes observado en la clase de inundación media.
4. Se encontró una alta correlación existente entre la capacidad de rebrote y la época del año en que se realizan los cortes ( $p=0.007$ ), entre la capacidad de rebrote y la altura de corte ( $p=0.008$ ); así como también se encontró correlación existente entre el número de rebrotes y los factores ambientales como salinidad e inundación con  $p=0.015$  y  $0.000$  respectivamente.
5. De acuerdo al tipo de bosque y a la hidrología de esta zona, los principales factores ambientales identificados que afectan la capacidad de rebrote de la especie, son la salinidad y la inundación; los cuales ejercen una influencia significativa para que la especie pueda sobrevivir mediante el manejo de talleres.

## VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y considerando que el presente trabajo es un estudio inicial que servirá de base para llevar a cabo manejo de manglares a través de talleres, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Debido a las características del ecosistema manglar muchas prácticas silviculturales clásicas no pueden ser utilizadas. En este sentido, los aprovechamientos deben realizarse haciendo cortes con alturas entre 35 y 60 cms. Preferiblemente con sierra o con hacha bien afilada para evitar que el tocón se raje y muera por efectos de pudrición o ataques de insectos.
2. Los aprovechamientos deben realizarse al inicio de la época lluviosa, ya que fue cuando se observó la mayor sobrevivencia, mejor desarrollo y la mayor capacidad de rebrote. Además las concentraciones de sal son menores debido a la influencia de agua dulce, esto garantizará una mayor sobrevivencia de rebrotes.
3. Realizar evaluaciones del comportamiento de marea y salinidad, en los sitios donde se hagan aprovechamientos y se quiera manejar la especie mediante talleres, ya que es conocido que la marea y la salinidad son los dos factores ambientales importantes que afectan la capacidad de rebrote de *Laguncularia*.
4. Realizar otro estudio para evaluar el comportamiento de las alturas de cortes en talas totales, ya que en países como Malasia, Tailandia y Venezuela se tienen buenas experiencias de aprovechamientos totales en fajas. Esto además permitirá una comparación con los resultados obtenidos en este documento.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Ayerdis B, J. R. 1996. Efectos de algunos factores edáficos y topográficos sobre la estructura del manglar de las Peñitas, León, Nicaragua. Turrialba (C. R).
- Barrera, J. E. 1997. Evaluación del potencial productivo de los manglares del Estero Canta Gallo, Chinandega. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria (U.N.A), Managua, Nicaragua.
- Bossi, R, y Citron G. 1990. Manglares del Gran Caribe hacia un manejo sostenible. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PUMA). Asociación para la Conservación del Caribe (CNN). Nairobi, Kenya. 35 Pg.
- Cáceres, L. F. 1992. Estudio Socioeconómico/CATIE-OLAFO. 2da. fase. Nicaragua.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE ). 1984. Especies para leña. Arbustos y árboles para la producción energética. San José Costa Rica.
- Citrón y Shaeffer-Novelli. 1988. Ecología del manglar. In José L. Vivaldi (de.). Compendio enciclopédico de los recursos naturales de Puerto Rico. Santo Domingo, Republica Dominicana. Editorial Librotex.
- Clough, B. F. 1993. International Society for mangrove Ecosystems, Okinawa; International Tropical Timber Organization. The economic and enviromental values of mangrove forest and their present state of conservation in the south-east Asia/pacific Region.
- Espinosa, A. R. 1992. Evaluación de la estructura y composición del bosque de manglar y lineamientos para su manejo silvícola en la reserva forestal de Terraba-Sierpe, Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae. Turrialba , Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enceñanza (CATIE).
- Estrada, L. 1979. Rendimiento volumétrico para algunas especies de mangle (Canal del Dique-Costa Atlántica). Tesis de grado. Bogotá, Colombia, Universidad Distrital "Francisco José De Caldas. 75 Pg.
- Gómez k. A. and Gómez A. A., 1984. Statical Procedures for Agricultural Research. 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley & Sons. N.Y. 680 p.
- Gutierrez H. et al. 1990. Diagnóstico preliminar de Manglares en Nicaragua. Univesidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 44 pg.
- Lamprecht, H. 1986. Silvicultura en los trópicos. Primera edición en español 1990. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GTZ, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburgo, Alemania.

- Jiménez, J.A. 1994. Los Manglares del Pacífico Centro Americano. Heredia, Costa Rica, editorial Fundación UNA 336 p.
- Mainardi, V.1995. Estructura y Composición Florística de Rodales con *P. rhizophorae* en el manglar del Estero Guarumal, Sierpe Costa Rica; tesis de magister Scientia, Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.
- Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA)/Proyecto OLAFO-CATIE. 1994. Estudio Tecnológico De La Madera en tres especies de mangle. Primera edición. Editorial HISPAMER. 93 pg.
- Pedroza H. 1993. Fundamentos de Experimentacion Agricola. Managua, Nicaragua.
- Prado, M. y Silva, C. 1992. Evaluación del Estado Actual y Uso Potencial de la vegetación de manglares en la Costa Pacífica de Nicaragua. Proyecto OLAFO /Universidad Nacional. León, Nicaragua.
- Proyecto Conservación Para el Desarrollo Sostenible en Centro América (OLAFO-MANGLARES). 1997. Elementos técnicos, económicos y sociales para el manejo forestal de los manglares de la costa pacífica de Nicaragua (inpress).
- Salazar, R. 1984. Manejo de rebrotes y rotaciones en plantaciones para leña/CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Snedaker, C. 1982. Mangroves species zonation: why?. In Task for vegetation science. ed. by D.N. Sen; K.S. Rajpurohit. The hague, Holanda, Dr.W. Junk Publisher. 125 pg.
- Windevoxhel, L. Nestor. 1992. Valoración económica parcial de los manglares de la región II de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae Turrialba, Costa Rica/CATIE.

## VIII. ANEXOS

**ANEXO 1.** Analisis de varianza para la variable capacidad de rebrote.

Fuente de variacion	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Sig de f
<b>Factores</b>					
Bloque	240.551	19	12.661	3.785**	0.000
Tipocorte	25.553	2	12.777	3.819*	0.023
Epoca	12.754	1	12.754	3.812*	0.018
Epoca*Tcorte	22.490	2	11.245	3.361*	0.047
<b>Covariables</b>					
Inundación	8.227	1	8.227	2.459ns	0.118
Salinidad	16.369	1	16.369	4.893*	0.028
Inun*Salini	42.588	2	21.294	6.365*	0.020
Error	1127.364	337	3.345		
<b>Total</b>	<b>1495.896</b>	<b>365</b>	<b>4.058</b>		

669 casos fueron procesados  
 270 casos (40.4 pct) fueron perdidos

**ANEXO 2.** Análisis de varianza y Prueba de rangos múltiples de Duncan, para determinar significancia por tipo de corte.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	F Prob
Entre grupos	2	37.0729	18.53	3.88	0.021
Dentro grupos	642	3065.9256	4.77		
Total	644	3102.9984			

Prueba de rangos múltiples: Prueba de Duncan con un nivel de significancia 0.05 %

La diferencia entre dos medias es significativa si  
 $MEAN(J) - MEAN(I) \geq 1.5452 * RANGE * \sqrt{1/N(I) + 1/N(J)}$   
 Con los siguientes valores por rango:

Step 2 3  
 Rango 2.78 2.93

(\*) Indican diferencias significativas; las cuales son mostradas en el triangulo mas abajo.

```

      G G G
      R R R
      P P P

      1 2 3
  
```

Media	Tipocorte	
0.6000	Grp 1	
1.0372	Grp 2	*
1.1581	Grp 3	*

### Anexo 3. Matriz de correlación de factores y covariables

- - Correlation Coefficients - -

	BLOQUE	REBROTE	SALINIDA	TIPOCORT	INUNDACI	EPOCORT
BLOQUE	1,0000 ( ,660) P= ,	,0103 ( ,645) P= ,795	,1346 ( ,405) P= ,007	,0000 ( ,645) P=1,000	,0261 ( ,591) P= ,527	,3047 ( ,660) P= ,000
REBROTE	,0103 ( ,645) P= ,795	1,0000 ( ,645) P= ,	,1218 ( ,399) P= ,015	,1039 ( ,645) P= ,008	,1461 ( ,582) P= ,000	,1055 ( ,645) P= ,007
SALINIDA	,1346 ( ,405) P= ,007	,1218 ( ,399) P= ,015	1,0000 ( ,405) P= ,	,0000 ( ,399) P=1,000	,2369 ( ,405) P= ,000	-,0509 ( ,405) P= ,307
TIPOCORT	,0000 ( ,645) P=1,000	,1039 ( ,645) P= ,008	,0000 ( ,399) P=1,000	1,0000 ( ,645) P= ,	,0000 ( ,582) P=1,000	,0000 ( ,645) P=1,000
INUNDACI	,0261 ( ,591) P= ,527	,1461 ( ,582) P= ,000	,2369 ( ,405) P= ,000	,0000 ( ,582) P=1,000	1,0000 ( ,591) P= ,	-,0640 ( ,591) P= ,120
EPOCACORT	,3047 ( ,660) P= ,000	,1055 ( ,645) P= ,007	-,0509 ( ,405) P= ,307	,0000 ( ,645) P=1,000	-,0640 ( ,591) P= ,120	1,0000 ( ,660) P= ,
SUPERIOR	-,0623 ( ,639) P= ,115	,1949 ( ,639) P= ,000	,0105 ( ,395) P= ,835	,7367 ( ,639) P= ,000	,3085 ( ,576) P= ,000	-,0007 ( ,639) P= ,986
MEDIO	-,0668 ( ,639) P= ,092	,1995 ( ,639) P= ,000	-,0011 ( ,395) P= ,982	,7203 ( ,639) P= ,000	,3157 ( ,576) P= ,000	-,0105 ( ,639) P= ,792
INFERIOR	-,0711 ( ,639) P= ,073	,1836 ( ,639) P= ,000	-,0012 ( ,395) P= ,981	,6918 ( ,639) P= ,000	,3181 ( ,576) P= ,000	-,0386 ( ,639) P= ,330

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" , " is printed if a coefficient cannot be computed

- - Correlation Coefficients - -

	SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR
BLOQUE	-,0623 ( 639) P= ,115	-,0668 ( 639) P= ,092	-,0711 ( 639) P= ,073
REBROTE	,1949 ( 639) P= ,000	,1995 ( 639) P= ,000	,1836 ( 639) P= ,000
SALINIDA	,0105 ( 395) P= ,835	-,0011 ( 395) P= ,982	-,0012 ( 395) P= ,981
TIPOCORT	,7367 ( 639) P= ,000	,7203 ( 639) P= ,000	,6918 ( 639) P= ,000
INUNDACI	,3085 ( 576) P= ,000	,3157 ( 576) P= ,000	,3181 ( 576) P= ,000
EPOCACOR	-,0007 ( 639) P= ,986	-,0105 ( 639) P= ,792	-,0386 ( 639) P= ,330
SUPERIOR	1,0000 ( 639) P= ,	,9917 ( 639) P= ,000	,9813 ( 639) P= ,000
MEDIO	,9917 ( 639) P= ,000	1,0000 ( 639) P= ,	,9852 ( 639) P= ,000
INFERIOR	,9813 ( 639) P= ,000	,9852 ( 639) P= ,000	1,0000 ( 639) P= ,

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" , " is printed if a coefficient cannot be computed

**ANEXO 4.**

Cuadro 4.1 Clase relativa del número de rebrotes por altura de nacimiento y altura de corte durante invierno.

Contar de clrhcn	tl			Total general
	1	2	3	
Clrhcn				
1	25	6	4	35
2	6	10	9	25
3	8	15	19	42
4	2	22	21	45
5	9	12	27	48
6	2	10	18	30
7	3	11	23	37
8	2	8	14	24
9		1	4	5
	1			1
0	6	2	1	9
Total general	64	97	140	301

Cuadro 4.2 Clase relativa en porcentaje del número de rebrotes por altura de nacimiento durante el invierno.

Contar de clrhcn	tl			Total general
	1	2	3	
Clrhcn				
1	44	6	3	
2	54	17	9	
3	68	33	23	
4	72	56	38	
5	88	68	58	
6	91	79	71	
7	96	91	87	
8	100	99	97	
9	100	100	100	
0				
0				
Total general				

Cuadro 4.3 Clase relativa del número de rebrotes por altura de nacimiento y altura de corte durante el verano.

Contar de clrh	t1			Total general
Clrh	1	2	3	
1	7	8	1	16
2		1	5	6
3	2	2	3	7
4	3	6	8	17
5	2	5	7	14
6	1	3	8	12
7		3	10	13
8	1		1	2
9			1	1
		2		2
0	13	11	5	29
Total general	29	41	49	119

Cuadro 4.4 Clase relativa en porcentaje del número de rebrotes por altura de nacimiento durante el verano.

Contar de clrh	t1			Total general
Clrh	1	2	3	
1	44	29	2.3	
2	44	32	14	
3	56	39	20	
4	75	61	39	
5	88	79	55	
6	94	89	73	
7	94	100	95	
8	100	100	98	
9	100	100	100	
0				
0				
Total general				

ANEXO 5



Rebrotes de *Laguncularia racemosa* con corte alto (60 cms)

ANEXO 6



Rebrotos de *Laguncularia racemosa* con corte medio (35 cms)

ANEXO 7



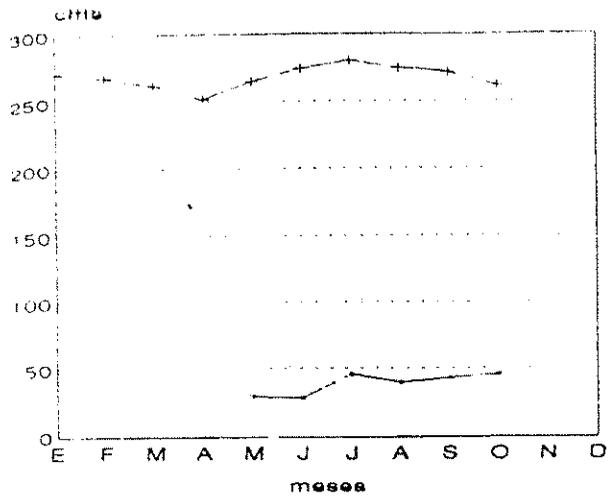
Rebrotos de *Laguncularia racemosa* con corte bajo (20 cms)

Anexo 8

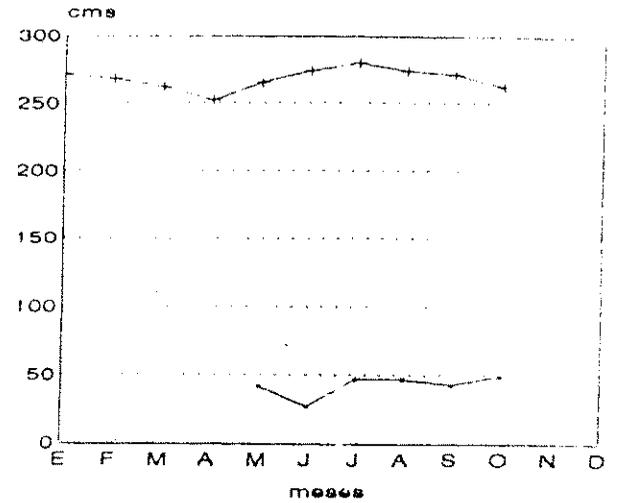


Dispositivo para medir inundación dentro del bosque de manglar

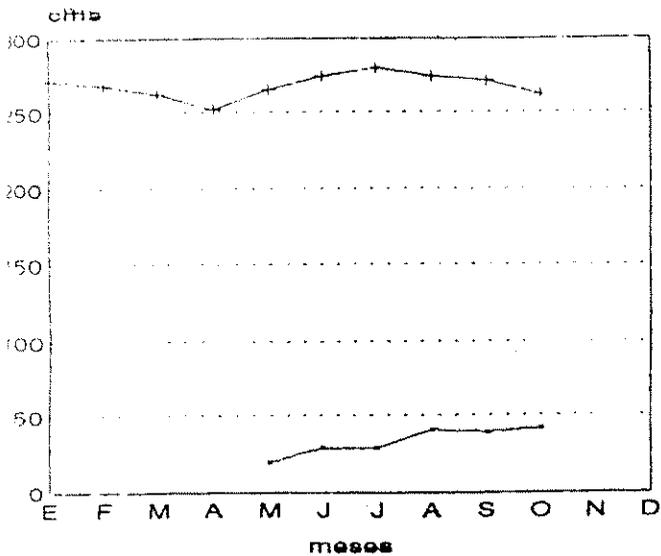
**ANEXO 9. Comportamiento de la marea externa vs marea interna en el bosque de manglar de Las Peñitas Salinas Grandes, León, 1996.**



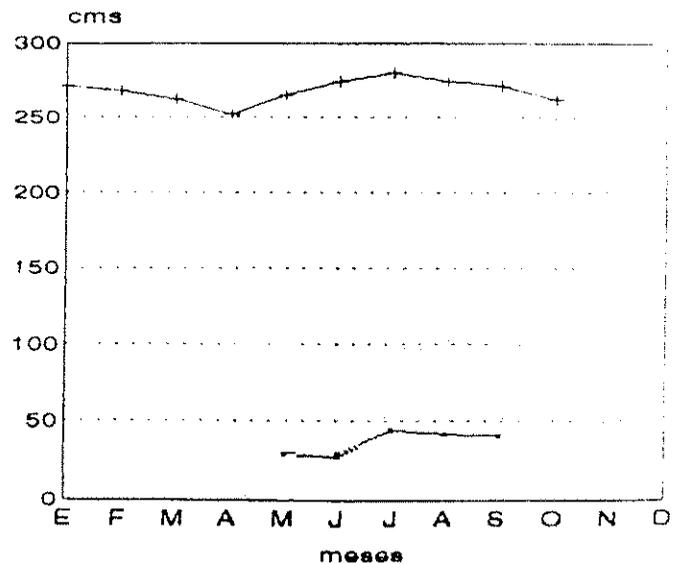
M. interna + M. externa  
BLOQUE I



M. Interna + M. externa  
BLOQUE II

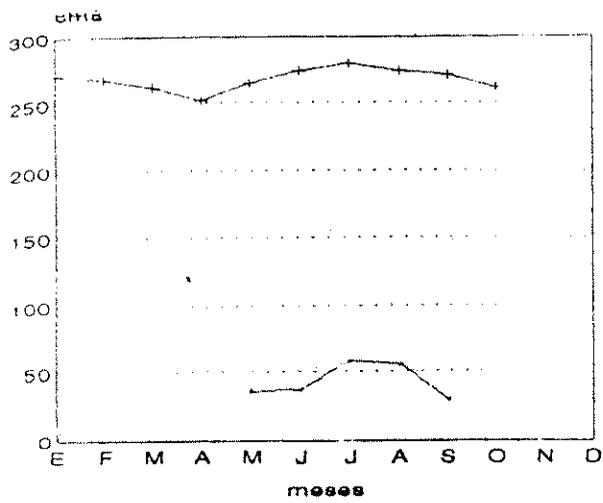


M. Interna + M. externa  
BLOQUE III

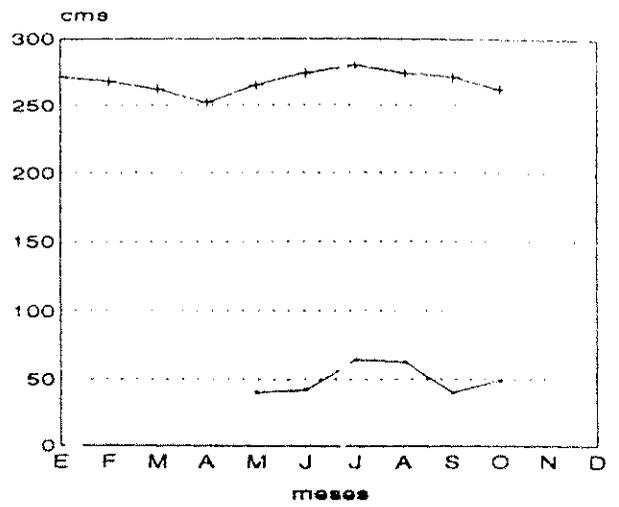


M. Interna + M. externa  
BLOQUE IV

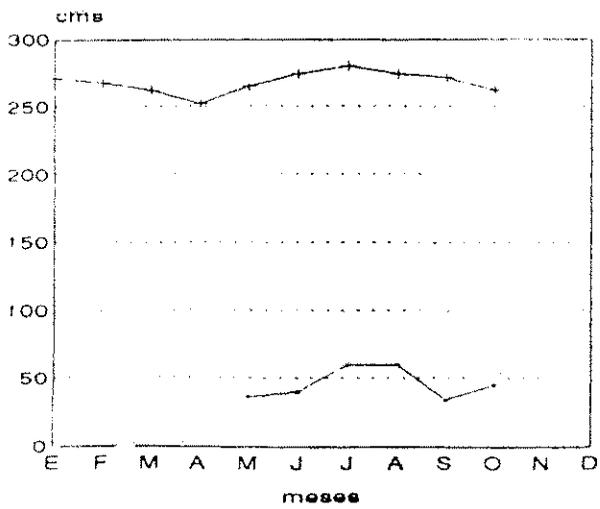
# Cont. ANEXO 9



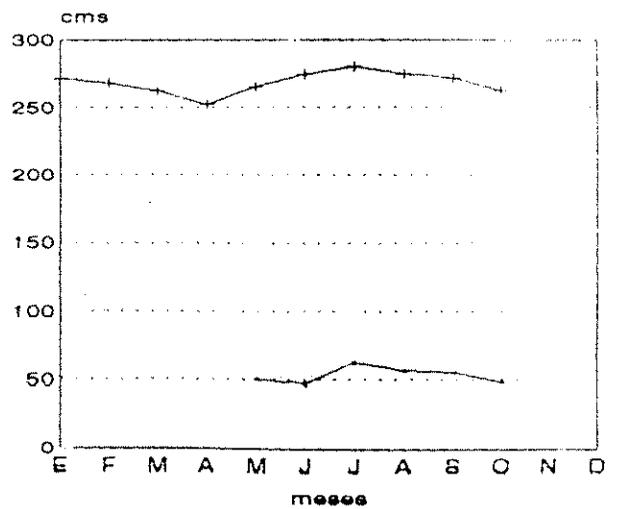
Interna + M. externa  
BLOQUE V



M. Interna + M. externa  
BLOQUE VI

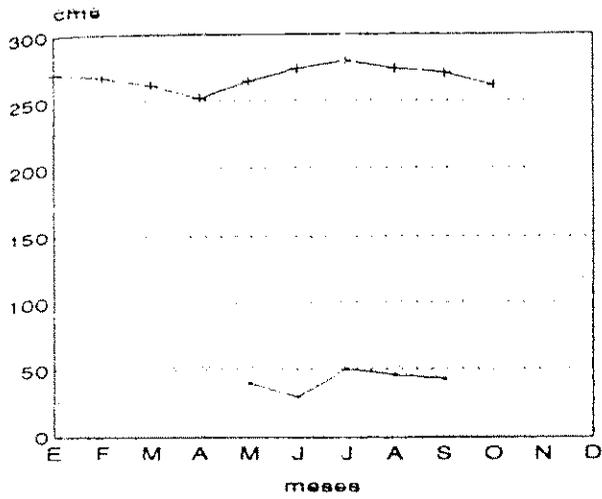


M. Interna + M. externa  
BLOQUE VII

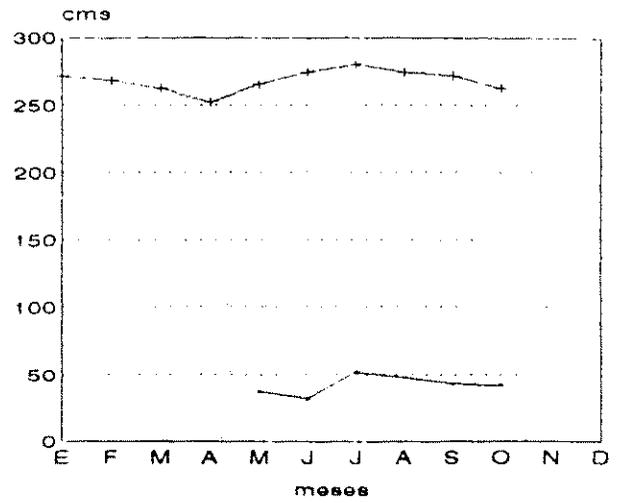


M. Interna + M. externa  
BLOQUE VIII

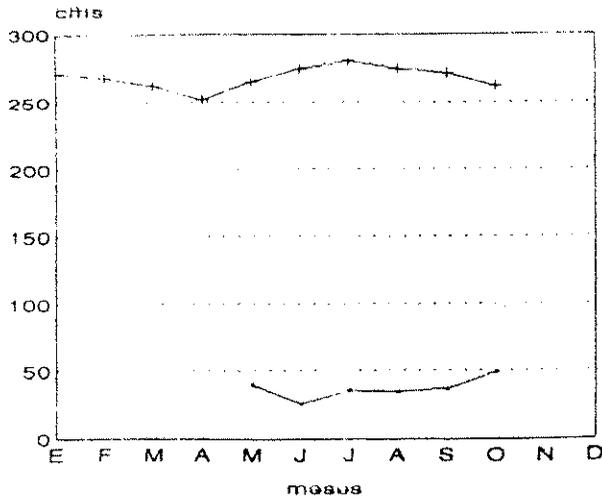
Cont. ANEXO 9.



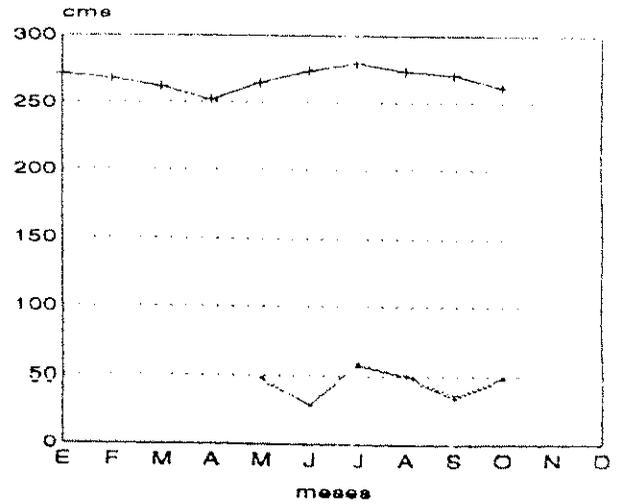
M. Interna + M. externa  
Bloque IX



M. Interna + M. externa  
BLOQUE X

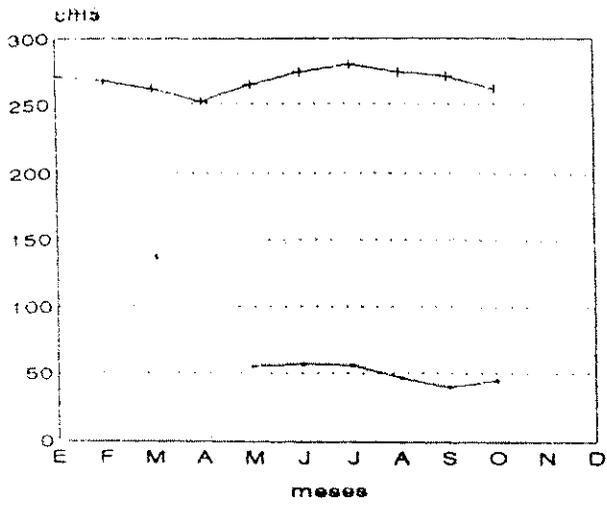


M. Interna + M. externa  
BLOQUE XI

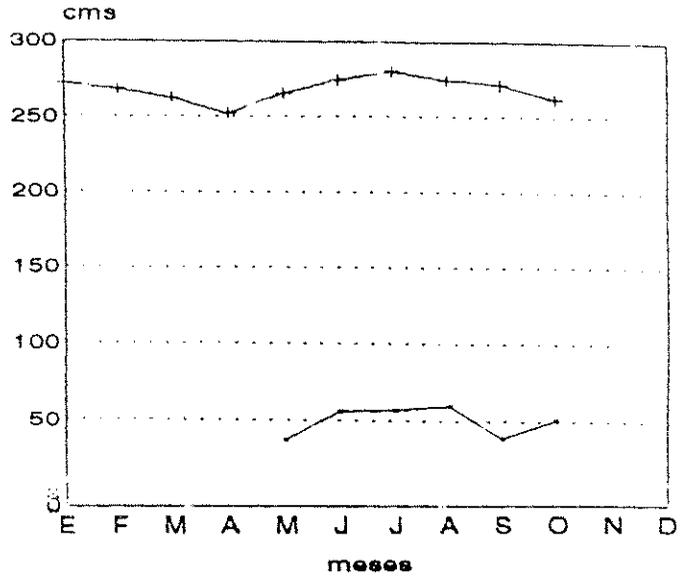


M. Interna + M. externa  
BLOQUE XII

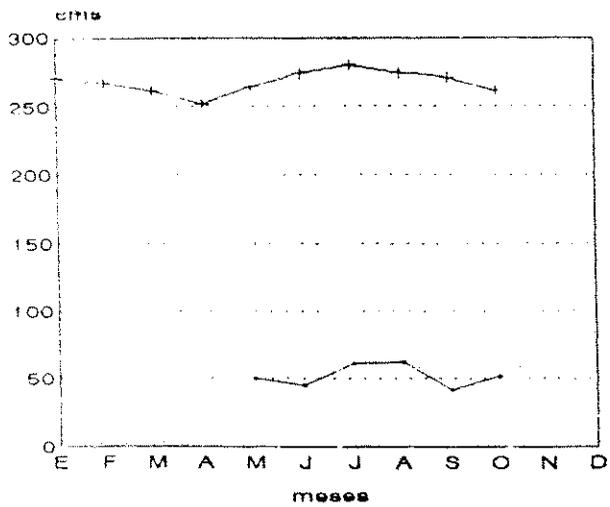
Cont. ANEXO 9.



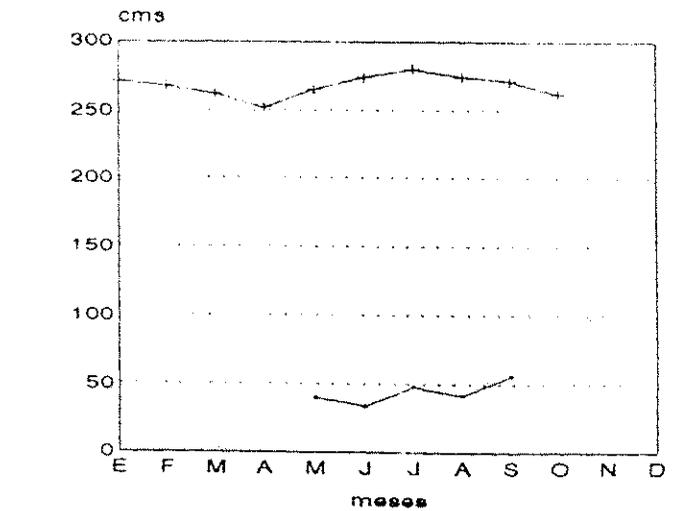
M. Interna + M. externa  
BLOQUE XIII



M. Interna + M. externa  
BLOQUE XIV

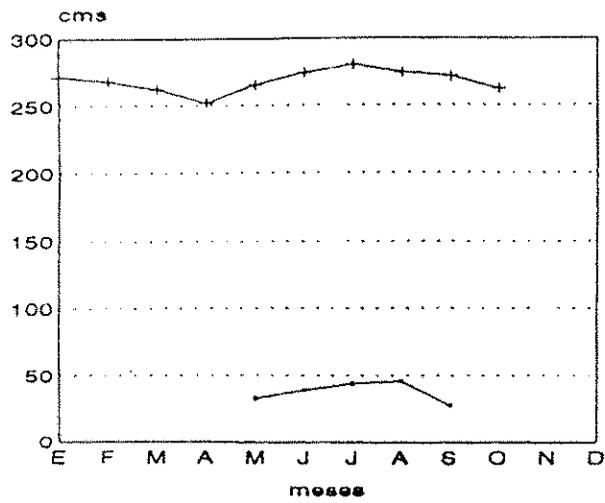


M. Interna + M. externa  
Bloque XV

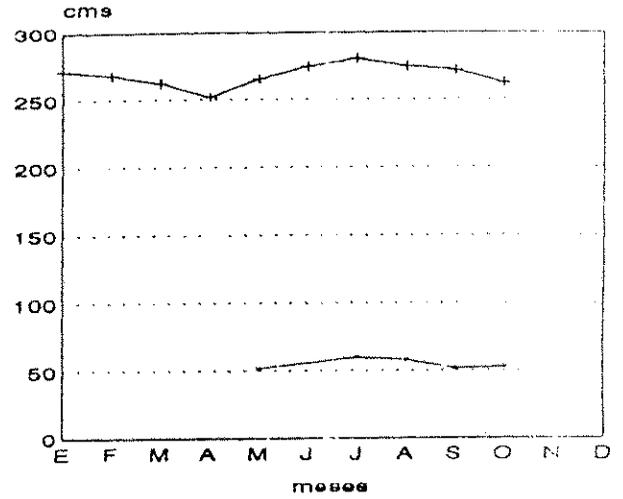


M. Interna + M. externa  
BLOQUE XVI

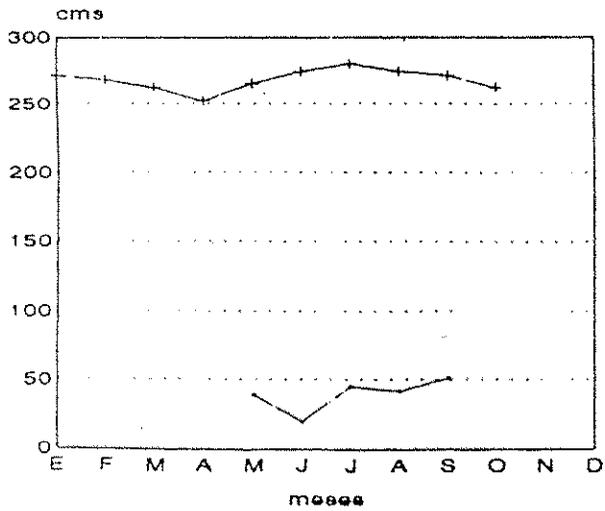
Cont. ANEXO 9.



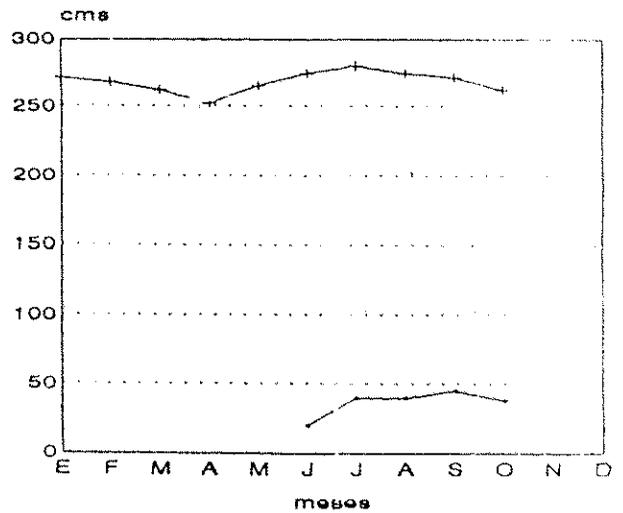
-- M. Interna + M. externa  
BLOQUE XVII



-- M. Interna + M. externa  
BLOQUE XVIII



-- M. Interna + M. externa  
BLOQUE XIX



-- M. Interna + M. externa  
BLOQUE XX