

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

TRABAJO DE DIPLOMA

**Evaluación del Potencial Productivo de los
Manglares del “Estero Canta Gallo”,
Chinandega**

Autor: Br. José Esteban Barrera Reyes

**Asesores: Dr. Daniel Marmillod Sigris. (CATIE/Costa Rica)
Msc. Ing. Javier López (UNA/Managua)**

Managua, Noviembre, 1997

Dedicatoria

A mi DIOS

A la memoria de mi Padre

A mi madre y mis hermanos

A mi querida esposa

Agradecimiento

- Deseo agradecer profundamente a **DIOS** por iluminarme siempre guiándome a través del sendero correcto, facilitándome la fuerza de voluntad, salud física y mental indispensable para culminar mis estudios superiores y el presente trabajo.
- Al **Dr. Daniel Marmillod**, por el apoyo decidido que me brindó durante todo el trayecto de la ejecución y elaboración de la presente tesis y por las enseñanzas que recibí de sus parte.
- A los grupos de leñadores de Tonalá y de la Colonia Luis Andino M. por sus aportes hechos en el campo durante el desarrollo del Inventario Forestal.
- Al **Ingeniero Javier López** por sus aportes y comentarios hechos en la revisión del documento.
- Al **Licenciado Victor Cedeño**, por haberme inducido a realizar este trabajo.
- Un reconocimiento franco a mi familia, especialmente a mi **padre José Esteban Barrera Izaguirrez** (qepd), quien fue mi mejor amigo y el sabio consejero en los momentos más difíciles de mi vida y de mis estudios. Su ejemplo esta conmigo.
- A mi esposa **María Teresa Trujillo H.** Siempre positiva y paciente.

INDICE DE CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS	i
LISTADO DE CUADROS	ii
LISTADO DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
II REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Breve reseña histórica.....	4
2.2 Ecología	4
2.3 Clasificación.....	5
2.4 Funciones de los manglares del litoral	7
2.5 Inventario Forestal	7
2.6 Silvicultura de los manglares.....	9
III MATERIALES Y METODOS	11
3.1 Descripción del área.....	11
3.2 Características del clima y de las mareas.....	14
3.3 Vegetación	14
3.4 Fauna	16
3.5 Diseño del Inventario Forestal.....	17
3.6 Organización para el trabajo.....	22
3.7 Cálculo del volumen	22
3.8 Procesamiento de la información	27
3.9 Fórmulas utilizadas.....	30
IV RESULTADOS Y DISCUSION	33
4.1 Tipos de bosque	33
4.2 Prioridades de manejo.....	35
4.3 Regeneración natural	38
4.4 Cálculos realizados.....	40
4.4.1 Ecuaciones de regresión.....	40
4.4.2 Volumen comercial total	42
4.4.3 Area basal.....	44
4.4.4 Abundancia.....	45
4.5 Resultados estadísticos.....	47
4.5.1 Intensidad de muestreo.....	48
4.5.2 Varianza.....	48
4.5.3 Desviación estándar y Coeficiente de Variación.....	48
4.5.4 Error de muestreo.....	49
4.6 Pautas metodológicas recomendadas para realizar trabajos de Inventario Forestal en los manglares del Estero Real	50

4.6.1 Distribución de las unidades muestra	50
4.6.2 Intensidad de muestreo	50
4.6.3 Forma y tamaño de la parcela.....	51
4.6.4 Formato de Campo	51
4.6.5 Trabajo de campo.....	51
V CONCLUSIONES.....	52
VI RECOMENDACIONES.....	54
VII BIBLIOGRAFIA CITADA.....	57

LISTADO DE FIGURAS

1. Localización del Estero Real en Chinandega, Nicaragua	12
2. Localización del Estero Canta Gallo en El Estero Real	13
3. Esquema del diseño de inventario utilizado	19
4. Dimensión de y forma de las parcelas utilizadas	20
5a. Mediciones realizadas en <i>Avicennia spp.</i> antes de ser tumbado	24
5b. Mediciones realizadas en <i>Rhizophora spp</i> antes de ser tumbado	24
6a. Mediciones realizadas en <i>Avicennia spp</i> después de ser tumbado	26
6b. Mediciones realizadas a <i>Rhizophora spp</i> después de ser tumbado.....	27
7a. Chequeo de la información altura total vs altura comercial	29
7b. Chequeo de la información diámetro vs altura.....	29
8. Area por tipo de bosque en el área productiva aprovechable.....	36
9. Tipos de bosque por prioridad de manejo	38
10a. Cubierta boscosa por prioridad de manejo.....	40
10b. Distribución de la capacidad de uso	40
11. Volumen comercial total (m^3/ha) por tipo de bosque.....	43
12. Area basal (m^2/ha) por tipo de bosque	46
13. Abundancia (Nejes/ha) por tipo de bosque	48

LISTADO DE CUADROS

1. Area (ha) encontrada intensidad de muestreo utilizada en el inventario forestal utilizado	36
2. Prioridades de manejo determinadas en el manglar del Estero Canta Gallo.	39
3. Area de bosque por prioridad de manejo	39
4. Resultados encontrados en la regeneración natural	41
5. Funciones de regresión elaboradas con Palmer's Statistical Package para el calculo del volumen.....	43
6. Funciones de regresión elaboradas con Statistical Analysis System para el calculo de la altura a los árboles que no se les calculó	43
7. Volumen comercial total (m ³ /ha), por clase diamétrica y tipo de bosque	44
8. Area basal (m ² /ha) por clase diamétrica y tipo de bosque.....	46
9. Abundancia (Nejes/ha) por clase diamétrica y tipo de bosque	47
10. Resultados estadísticos	49

LISTADO DE ANEXOS

1. Descripción de variables evaluadas en parcelas de 100 m ²	62
2. Descripción de variables evaluadas en subparcelas de 1 m ²	65
3. Formato de campo utilizado en parcelas de 100 m ²	66
4. Formato de campo utilizado en subparcelas de 1m ²	66
5. Guía utilizada para la mediación del diámetro.....	67
6. Guía utilizada para determinar la Clase de Iluminación de Copas según pautas de Dawkins, 1958.....	68
7. Guía utilizada para determinar la forma de la copa según pautas Synnot, 1990.....	69
8. Guía utilizada para determinar la Clase de Iluminación de la subparcela según pautas de Dawkins, 1959.....	70
9. Erosión hídrica de la ribera del Estero Real.....	71
10. Invasión de <i>Avicennia</i> en el hábitat de <i>Rhizophora</i>	72
11. Degradación del bosque producto del aprovechamiento sin técnica.....	73
12. Playones o salitrales aptos para la camaronicultura.....	74
13. Inicio de la construcción de un estanque camaronero.....	75
14. Madera rolliza de <i>Rhizophora</i>	76
15. Leña de <i>Rhizophora</i> lista para la venta.....	77

RESUMEN

La explotación forestal de los bosques de manglar exigió las primeras descripciones cuantitativas de éstos. Esta información se requería para la determinación de las parcelas para su manejo forestal.

En los manglares del Estero Canta Gallo, se realizó un Inventario Forestal Sistemático post-estratificado o con estratificación posterior con líneas de reconocimiento forestal perpendiculares al estero, separadas entre si, por una distancia sistemática de 200 m. La intensidad de muestreo utilizada en toda la población fue de 1.16% usando parcelas cuadradas de 10 x 10 m (100 m²), para levantar la información de toda la vegetación superior a los 2.5 cm de dap (diámetro a la altura del pecho). En cada parcela de 10 x 10 m, se instalaron subparcelas de 1 x 1 m (1 m²), en las cuales se realizó un conteo de la regeneración natural inferior a 2.5 cm de dap. El objetivo fundamental de este inventario, es generar la información necesaria para la elaboración de un Plan de Manejo Forestal en los manglares del Estero Canta Gallo. De los resultados obtenidos podemos mencionar que en el área total inventariada (221.1 ha), se observa un claro dominio de mangle rojo (Rhizophora spp) con 109.8 hectáreas de cobertura, seguido de la especie palo de sal (Avicennia spp) con 68.7 hectáreas, el resto del área se encuentra dividida entre los bosques mixtos de mangle rojo – palo de sal y mangle rojo – angelín (Laguncularia racemosa). En el área de mangle rojo se encuentran 10.5 hectáreas de bosque no aprovechable por razones de manejo (bosque de protección) y en el área del bosque correspondiente a la especie palo de sal, existen 20.5 hectáreas no

aprovechables por impedimentos técnicos (distancia de acarreo difícil). El tipo de bosque mangle rojo puro posee un volumen de 62 m³/ha en el área aprovechable y 106.2 m³/ha en el área no aprovechable. Al observar los diámetros de la mayoría de vegetación, se puede deducir que el bosque de manglar del Estero Canta Gallo se encuentra en una etapa de recuperación ya que existe una alta densidad de individuos de diámetros menores de 10 cm (gráficamente es similar a una jota invertida). El estado de degradación es que se encuentra el bosque es debido a la explotación a que fue sometido en las décadas pasadas. Cabe señalar que aún existe una intervención antrópica considerable hacia los árboles de mayores diámetros (>18 cm), por lo cual se encuentran claros a lo interno del bosque y en el otro extremo de la situación, existe demasiada competencia entre los individuos de diámetros menores.

SUMMARY

The exploitation of mangrove forests requested the first quantitative description of the latter. This information was necessary to determine plots for forest management.

In the mangroves of the Canta Gallo estuaries, a forest inventory was conducted, of the type "Systematic poststratified or with posterior stratification", with inventory lines perpendicular to the estuary, systematically distanced 200 m from one another. The sampling intensity which was used considering the whole population was of 1.6 %, using square plots of 10 m x 10 m (100 m²), to collect information on all vegetation presenting a dbh (diameter at breast height) higher than 1.3 m. Within each of these 10 m x 10 m plots, 1 m x 1 m sub-plots were installed, where we conducted a counting of natural regeneration with a dbh lower than 2.5 cm. The fundamental objective of this inventory is to generate the necessary information to elaborate a forest management plan in the mangroves of the Canta Gallo estuary. Among the results obtained, we can mention that the total area of the forest (222.1 ha) is dominated by the Rhizophora genus with 109.8 ha, followed by Avicennia 68.7 ha and Laguncularia forests. Within the area populated with Rhizophora, there are 10.5 ha which are not exploitable for management reasons (first 10 m from the river banks) and within the Avicennia forest, there are 20.5 ha which are not exploitable because of technical limitations (difficult dragging distance). With respect to volume and basal area Rhizophora dominates with 62 m³/ha in the exploitable forest and 106.2 m³/ha in the forest which is not exploitable for management reasons. Observing the diameters of most of the vegetation, it can be concluded that the mangrove forest of the Canta Gallo estuary is in a recuperation

stage, since there is a high density of individuals with a diameter lower than 10 cm. The degradation to which it was submitted in the past decades. We should mention that even today there is considerable anthropogenic intervention towards trees with larger diameters (> 18 cm), causing clearings inside the forest and, on the other hand, too much competition between individuals with lower diameters.

I. INTRODUCCIÓN

Los manglares de Nicaragua específicamente los de la costa pacífica han sido por muchas décadas explotados para aprovechar su corteza y su madera (cp Fernando Obando). De la corteza del mangle rojo (**Rhizophora spp**), se extrae taninos para utilizarlo en la curtiembre de cueros, lo cual hasta la década de los ochenta tuvo una gran demanda a lo interno del país, provocando el descortezamiento de miles de árboles que irremediablemente morían. Con respecto a su madera, ésta ha sido saqueada para utilizarla como fuente energética (leña) o como varules (sostén de las plantas de banano). Esta práctica fue la que más perjudicó al bosque, por ser la regeneración natural establecida la que se explotaba. Actualmente, debido a la caída del mercado de la corteza de mangle y del mercado del varul, solamente se está aprovechando la madera para utilizarla como leña y algunas ocasiones para construcciones rústicas (ranchos típicos), pero el aprovechamiento se realiza sin ninguna base técnica o lineamientos que dicten la forma más adecuada de intervenir el bosque sin sobre-explotarlo.

Conociendo lo grave del problema, la **UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)**, formuló el proyecto de conservación y uso adecuado para la zona de los manglares del Estero Real y su área de influencia, el cual es administrado y asesorado por el **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)**. Este proyecto fue presentado a diferentes organismos internacionales con el propósito de buscar financiamiento y fue la **Agencia Danesa para**

el **Desarrollo Internacional (DANIDA)**, la que asumió el financiamiento del proyecto solicitando para ello una contraparte nacional que en éste caso le correspondió al **Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)**, anteriormente.

El objetivo principal que se plantea el proyecto es "**la conservación y uso adecuado del recurso manglar**" y para ello contempla una serie de estudios investigativos relacionados a las áreas de humedal. El presente trabajo es un inicio de las investigaciones que el proyecto **DANIDA - Manglares** se ha fijado para facilitar las pautas iniciales del uso sostenible del recurso. Dicho trabajo trata de un **inventario forestal** realizado en los manglares del estero Canta Gallo, con el objetivo de generar un Plan de Manejo Forestal. El área inventariada, se seleccionó debido a que es una de las zonas bajo mayor presión de uso por parte de los pobladores de Puerto Morazán, Tonalá y Colonia Luis Andino Mairena, esto debido a su fácil accesibilidad.

1.1 Objetivo general

- El presente trabajo se enmarca dentro de las investigaciones del proyecto DANIDA-manglares. Tiene como objetivo general conocer el área de cobertura boscosa y el volumen comercial total de madera en pie por tipo de bosque en los manglares del estero Canta Gallo, con el fin de proporcionar las pautas iniciales para la elaboración de un plan de manejo forestal.

Los objetivos específicos son:

- 1) Conocer los tipos de bosques existentes.
- 2) Determinar la abundancia y composición de la regeneración entre 2.5 – 10 cm de diámetro para fines de manejo.
- 3) Recomendar algunas pautas metodológicas para la ejecución de Inventarios Forestales en manglares del Estero Real, así como algunas recomendaciones para su manejo, basado, basado en los resultados del inventario y en las observaciones de campo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Breve reseña histórica

Desde tiempos muy antiguos los manglares han llamado la atención de aventureros, viajeros y exploradores. Estos y los primeros naturalistas que incursionaron en las regiones tropicales no dejaban de maravillarse de estos bosques tan extraños. Para ellos resultaba sorprendente ver árboles creciendo en las mismas márgenes del mar y bañados por aguas saladas. La arquitectura de los árboles también resultaba peculiar y llamativa encontrando en los recuentos históricos frecuentes alusiones a éstos extraños árboles (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1984).

2.2 Ecología

El ecosistema de los manglares es uno de los ambientes más conspicuos relacionados con el mar encontrados por todo el mundo tropical. Es un ecosistema intermareal dinámico, dominado por varias especies de mangle y ocupado por varias especies de animales y plantas. La definición del ecosistema del manglar varía un poco dependiendo de la autoridad mundial que se cite. Sin embargo la mayoría de las definiciones incorporan las siguientes características: 1) el ecosistema del manglar incluye especies de plantas que viven en suelos húmedos y fangosos en aguas intermareales y tropicales y 2) los manglares, generalmente, se asocian con costas

protegidas y pueden existir en las partes altas de los ríos donde tienen efecto las mareas (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1988).

2.3 Clasificación

Los manglares están clasificados en tres tipos principales, dependiendo del ambiente donde se desarrollan: manglares riberos, manglares de cuenca, y manglares de borde o islote.

Los manglares riberos se desarrollan en la porción estuarina de los ríos donde el agua salada se mezcla con el agua dulce. Estos reciben grandes cantidades de nutrientes y minerales, y la salinidad del agua donde evolucionan es mucho menor que la del mar. Estas condiciones son óptimas para el crecimiento del manglar, razón por la cual es en éstos lugares donde logra desarrollarse al máximo. Debido a su vigoroso crecimiento, los manglares producen hojarasca a un ritmo acelerado, impartiendo a los estuarios un alto grado de fertilidad y productividad en términos de las pesquerías. La altura máxima que alcanzan es de unos 25 - 35 m. La especie dominante es el mangle rojo (*Rhizophora spp*).

Los manglares de cuenca se desarrollan en las llanuras costeras donde el drenaje es pobre y donde predominan las intrusiones salinas. En estos lugares el flujo del agua es principalmente estacional y el agua puede permanecer estancada por periodos relativamente largos. Las cuencas periódicamente inundadas por el agua dulce de las

escorrentías pueden ser muy productivas. Por lo general, las especies dominantes son mangle negro (Avicennia bicolor) y mangle blanco (Avicennia germinans). Los bosques de cuenca no están bien desarrollados en lugares áridos, pues la evaporación excesiva concentra y acumula la sal en el suelo hasta el punto de alcanzar concentraciones tan altas que inhiben el crecimiento de los árboles.

Los manglares de borde o islote son típicos de las costas protegidas, donde el mangle crece en contacto directo con el mar. Bajo estas condiciones son pocos los "subsidios" que aportan los sistemas terrestres, y los nutrientes pueden ser particularmente limitantes. El resultado es que aquí el manglar no crece tan frondoso como en los ambientes riberinos y de cuenca. El mangle rojo es por lo general la especie dominante. En el Caribe, los manglares de borde o islote frecuentemente están asociados a las praderas submarinas y a los arrecifes de coral (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1988).

En general los manglares se desarrollan en suelos más o menos arcillosos o pesados y en lugares protegidos de oleajes fuertes por rompeolas (cayos, bahías). En los manglares también se puede distinguir una zonación según las condiciones topográficas y edáficas. Comúnmente la frontera hacia el mar la forma el mangle rojo o colorado. Detrás de esta faja se desarrolla una de mangle negro (Avicennia nítida o Avicennia bicolor) con angelín o patabán (Laguncularia racemosa) mientras que más hacia tierra firme penetra la yana o botoncillo (Conocarpus erecta) y el mangle negro. No obstante, a veces hay modificaciones de la zonación, a saber, detrás de la elevación

existen depresiones más o menos pantanosas donde vuelven a presentarse los manglares, en los cuales, el orden de la zonación puede estar perturbado de distintas maneras, como pasa a menudo en las bahías protegidas (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1988).

2.4 Funciones de los manglares del litoral

- Proteger la línea costera contra la erosión del mar.
- Proteger las zonas interiores contra salpicaduras y vientos permanentes.
- Control de la calidad del agua.

Otras funciones de los manglares son: criaderos acuáticos, hábitats de vida silvestre, estabilización y protección de la costa (Cintrón & Schaefer Novelli, 1988).

La función contra erosiva se reconoció ya en las leyes del siglo pasado; no obstante, la protección legislativa de los manglares no fue eficaz para protegerlos contra la destrucción, que en algunos tramos es casi completa (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1984).

2.5 Inventario Forestal

El tipo de inventario a ser aplicado depende de varios factores como son el área de terreno a ser cubierto, el tipo de vegetación, propósitos de la investigación, fuentes

disponibles etc. En la actualidad la presión entre las actividades forestales, agrícolas y acuicultura crecen cada día. Por eso soluciones alternativas de uso múltiple deben evaluarse rápida y eficientemente (**Menéndez,1985**).

Las técnicas de muestreo son comúnmente las más utilizadas en los inventarios forestales, sus ventajas y desventajas son ampliamente discutidas en textos estadísticos y reportes forestales. Su objetivo principal es obtener información a bajo costo. Los numerosos métodos de muestreo han sido diseñados para diversos tipos de situaciones, algunos de estos son clásicos y fáciles de aplicar, otros con análisis estadísticos más elaborados pueden ser conducidos con el auxilio de expertos (**Menéndez,1985**).

Considerando el problema de accesibilidad y las condiciones de trabajo en los manglares, es fuertemente recomendado diseñar muestreos que incorporen cualquier elemento que pueda contribuir a incrementar la precisión de la clasificación forestal reduciendo los trabajos de campo (**FAO, 1993**). De acuerdo con **Menéndez, 1985**, los diseños más utilizados han sido: Muestreo estratificado, Muestreo doble, Muestreo multietapas, Muestreo en grupo o bloques, Inventario forestal continuado y entre otros el Inventario Sistemático, puesto que este tipo de diseño resulta muy útil y práctico en cualquier tipo de bosque que se utilice, por la facilidad de trabajo que ofrece al momento de realizar la estratificación con fines de ordenamiento para futuros planes de manejo o aprovechamiento forestal.

2.6 Silvicultura de los manglares

En la mayoría de los manglares de Asia oriental, Rhizophora es el principal género comercial. Los productos principales son el carbón vegetal, leña, postes y astillas. La tala se basa en concesiones, a veces a largo plazo y esta circunscrita a cortas anuales. En algunas zonas, la tala ilícita constituye un problema que puede reducir el manglar a una zona arbustiva de las especies menos deseables. En algunos casos se emplea la corta a mata o tala rasa en franjas (Tailandia, Indonesia). Tiene la ventaja de que es sencilla, fácil de supervisar y generalmente la regeneración natural es adecuada (Espinoza, 1992).

También los manglares se pueden tratar con distinta intensidad, según su función protectora. En las zonas expuestas, por lo general formadas por mangle rojo no se recomienda emplear métodos muy violentos, es decir, en estas zonas hay que utilizar métodos refinados, como las talas selectivas. Sería conveniente proclamar legislativamente la faja más expuesta como bosque de protección. En las zonas más protegidas es posible utilizar métodos menos refinados, como las talas razas (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1984).

Los manglares pueden someterse al régimen de oquedal o al de tallar (monte bajo). El tallar puede aplicarse en todas las especies a excepción del mangle rojo, que no rebrota de tocones. En los manglares se puede tratar la población ya sea por vía natural o por vía artificial. Si se aplica la regeneración natural hace falta emplear tratamientos

silviculturales adecuados (talas selectivas, talas por grupos, etc.), puesto que la regeneración natural no se presenta en la cantidad y calidad deseadas.

El turno en los oquedales de manglares será de unos 20 a 40 años (y hasta 60 años) para producir maderas de construcción. En los talleres el turno puede ser aproximadamente de 5 años a 10 para la producción de calzontes (un tipo de alfajilla para ranchos), varillas, alfajillas, etc (Espinoza, 1992).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área

El Estero Real es el río más importante de la costa pacífica de Nicaragua. Nace cerca de los municipios del Sauce y Achuapa, departamento de León y desemboca en el Golfo de Fonseca, en el departamento de Chinandega. El sistema hidrográfico que drena por la cuenca del Estero Real, está conformado por los ríos Tecomapa y Villanueva, los cuales se unen en sus partes más bajas. Tiene una extensión de 107 km. y una cuenca de 3767 km² (INETER, 1987). Localizado en la parte noroeste del departamento de Chinandega (Figura 1).

El Estero Canta Gallo es un afluente del Estero Real, y está ubicado al noreste del municipio de Puerto Morazán a 4 km. de distancia (Figura 2). La única forma de llegar desde Puerto Morazán o de la Colonia Luis Andino Mairena hasta el estero Canta Gallo es por agua navegando a través del estero principal (Esteros Real). Geográficamente el estero Canta Gallo se encuentra entre los 12° 52" y 12° 55" de latitud norte y entre los 87° 08" y 87° 12" de longitud oeste. El estero tiene una longitud aproximada de 5 Km y una área cubierta de manglares de 221.1 hectáreas sin incluir los cursos de agua. Al norte del estero se encuentra una vegetación arbustiva sin valor económico, al sur Estero Real, al este el estero Canta Gallito y al oeste se encuentran estanques camaroneros .

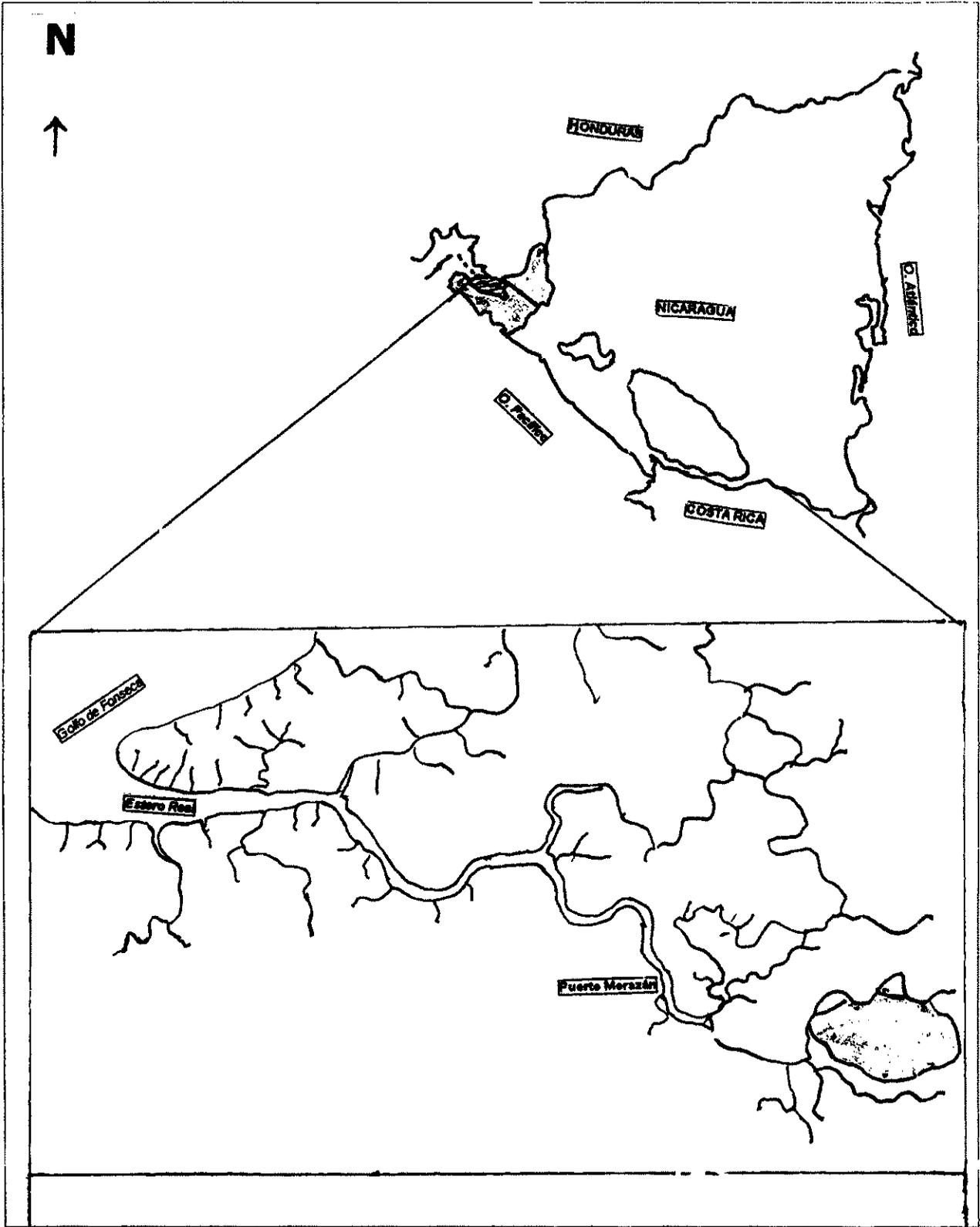


Figura 1: Localización del Estero Real en el departamento de Chinandega-Nicaragua, 1993

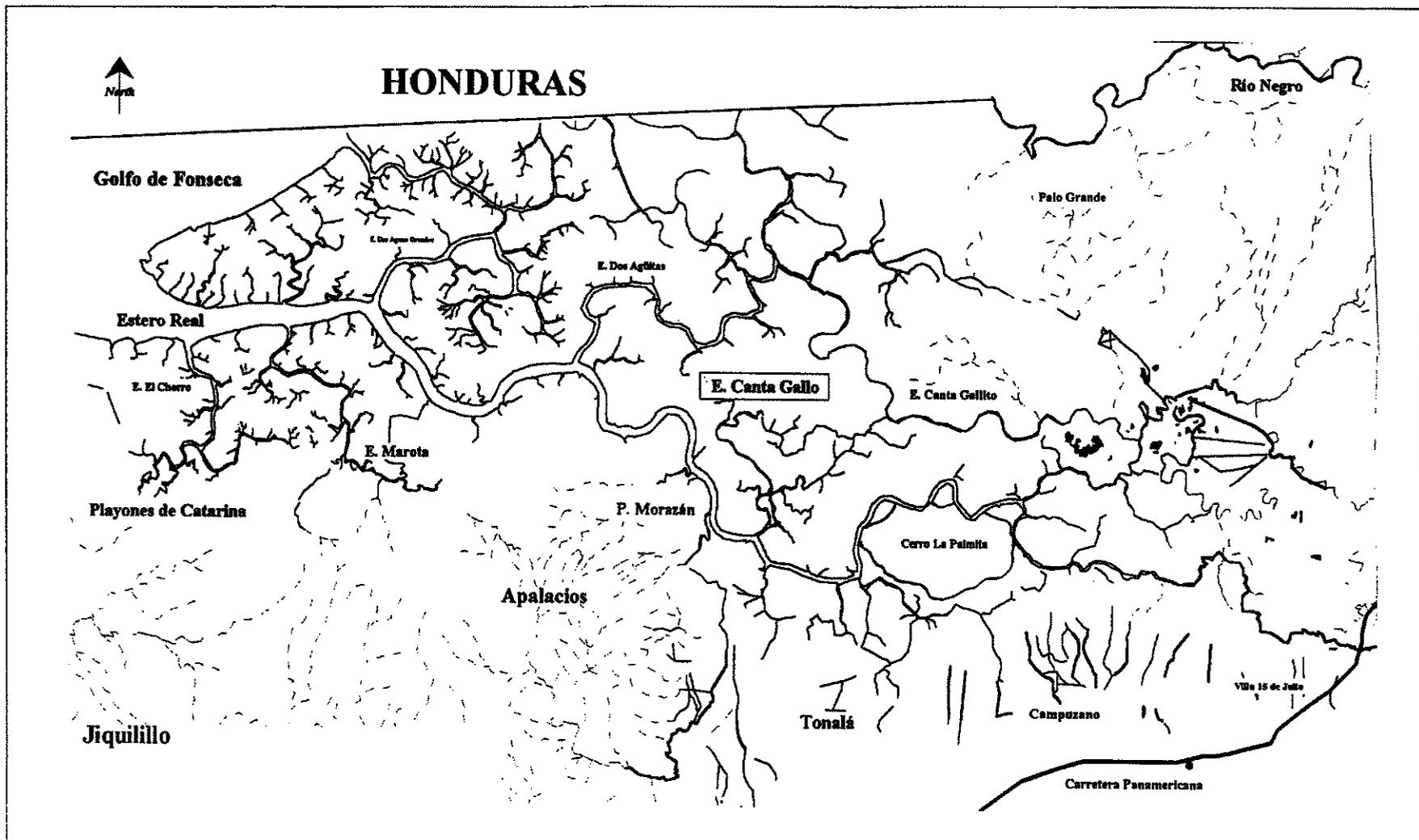


Figura 2: Localización del Estero Canta Gallo en el Estero Real, Chinandega. Evaluación del Potencial Productivo de los Manglares del Estero Canta Gallo, 1993 – 1997.

3.2 Características del clima y de las mareas

En el área se presenta un clima tropical seco con una temperatura media anual superior a 25°C y una precipitación de 1500 - 2200 mm/año, distribuido en seis meses. En la zona no se conoce de otros parámetros meteorológicos ya que son pocas las estaciones pluviométricas existentes. La marea se distribuye durante las 24 horas en 2 pleamar (mareas altas) y dos bajamares (mareas bajas), cada una con una duración de 6 horas.

3.3 Vegetación

Para el área han sido reportados 3 géneros y 6 especies (MARENA, 1992), las cuales se encuentran distribuidas espacialmente (zonación natural) de la siguiente forma:

- 1) **Mangle rojo (Rhizophora spp)**; este género se encuentran las especies **R. Mangle**, **R. racemosa** y **R. harrisonii** las cuales por lo general se desarrollan en la ribera de los esteros, es decir se distribuyen de acuerdo a la amplitud máxima de las mareas. Tienen una importancia ecológica fundamental principalmente por la forma de sus raíces (aéreas) que les permite proteger las riberas contra la erosión producto del oleaje, además constituyen un ambiente muy favorable para la protección y reproducción de una multitud de formas de vida como peces, crustáceos, moluscos, aves, mamíferos y reptiles entre otros (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1998). En la localidad, son las especies de mayor importancia comercial. Estas especies en el

manglar del estero Canta Gallo, alcanza alturas máximas de 35 m y dap de 45 cm. El ancho de la faja cubierta por estas especies tiene un promedio de 100 m con valores extremos de 15 a 200 m, medidos desde la ribera hacia el interior del bosque.

2) Palo de sal o curumo (Avicennia spp); este género posee las especies A. germinas y A. bicolor. Estas especies se encuentran detrás de la faja de mangle rojo formando rodales puros o combinados con mangle rojo. También puede encontrarse en zonas con altas concentraciones de sal. Las especies de este género pueden sobrevivir períodos cortos, en terrenos inundados, por tal razón no se observa mucho sobre la rivera de los cursos de agua.

Actualmente, el palo de sal es utilizado en construcciones rústicas principalmente como pilares y sobresoleras. No tiene un valor comercial como lo tiene el mangle rojo, pero, según estudios tecnológicos a la madera (MARENA-CATIE/OLAFO, 1994), se ha comprobado que es muy factible utilizarla en la producción de carbón vegetal y como leña a cierto grado de secado al aire. Esta especie alcanza alturas máximas de 20 m y dap de 35 cm.

3) Angelín (Laguncularia racemosa); es la única especie asociada al manglar reportada a nivel mundial en éste género. En Canta Gallo se encuentra muy poco y por lo general formando rodales mixtos con mangle rojo. En el mercado de la leña tiene más aceptación que la madera de palo de sal y menos valor comercial que la madera de

mangle rojo. El carbón que se obtiene es muy aceptable (MARENA/CATIE/OLAFO, 1994). En Santa Gallo llega a alcanzar alturas máximas de 20 m y dap de 20 - 25 cm.

3.4 Fauna

Existe una fauna asociada al manglar muy particular. Algunos animales viven permanentemente y otros sólo vienen durante cierta época del año, como por ejemplo algunas especies de aves y los camarones. Es decir, en este ecosistema habitan desde mamíferos, aves, reptiles, insectos y una gran variedad de fauna marina como peces, camarones del género Peneaus, crustáceos, moluscos etc. Entre algunas de las especies podemos mencionar las siguientes:

Nombre común	Nombre Científico
Punche o cangrejo	<u>Ucides occidentalis</u>
Alcatraz	<u>Fregata magnificens</u>
Mapachín	<u>Procyon lotor</u>
Boa	<u>Boa constrictor</u>
Iguana verde	<u>Iguana iguana</u>
Garza del ganado	<u>Bubulcus ibis</u>
Garza rosada	<u>Ajaja ajaja</u>
Lagarto cuajipal	<u>Crocodylus acutus</u>

Además se encuentran una gran variedad aves permanentes y migratorias, y peces con y sin escamas.

3.5 Diseño del inventario

Se utilizó el diseño " **Sistemático post-stratificado o con estratificación posterior**" con una intensidad de muestreo del 1.16 % según lo planificado al planimetrear el área sobre fotos aéreas escala 1:30000 del año 1987.

- **Instalación de los transectos;** en un mapa del área escala 1:10000, elaborado en base a fotografía aéreas escala 1:30000, del año 1987, se trazaron las líneas de reconocimiento forestal o transectos con un azimut perpendicular al estero. El primer transecto se ubicó tomando como referencia un punto natural fácil de ubicar, en este caso una caleta conocida como La Secreta. Posteriormente se trazaron las demás líneas a una distancia sistemática de 200 m hasta barrer toda el área de influencia de los usuarios. Los transectos de esta ribera se numeraron del 1 al 18. Los transectos de la ribera opuesta corresponden a la prolongación del contra azimut de las primeras líneas trazadas y su numeración fue del 101 al 119, esto con el propósito de diferenciarlos al momento del procesamiento. Los azimutes fueron trazados en el mapa e instalados en el campo con una brújula de espejo SUUNTO y en la medición de las distancias entre líneas en el campo se utilizó una cinta métrica fibra de vidrio de 100 m de longitud. Los azimutes son de 90° y 270° en los primeros dos tercios del estero. En el último tercio o tramo del estero los azimutes cambian en dependencia de la dirección que toma el curso de agua, esto se hace con el objetivo de no violar los factores físico-químicos como la dirección de fluctuación de las mareas, salinidad

y portabilidad del terreno que son algunos de los factores que determinan la distribución espacial o zonación natural de las especies.

- **Instalación de las parcelas;** en cada transecto se instalaron parcelas cuadradas de 10 x 10 m (100 m²). La primera parcela se ubicó dentro de los primeros 10 m medidos de la ribera hacia el interior del bosque, posteriormente siguiendo el azimut del transecto, se instalaron las demás parcelas con una distancia de 40 m medidos del centro de la parcela anterior al centro de la parcela posterior, hasta barrer toda la faja de bosque, es decir hasta llegar al salitral o a la especie palo sal de estructura arbustiva (Figura 3). Para la instalación de las parcelas se utilizó la brújula para tirar los azimutes y la cinta métrica para medir las distancias entre parcelas y las dimensiones de cada una procurando cerrar los cuatro vértices. En total se instalaron 258 parcelas.
- **Instalación de las subparcelas;** en cada parcela de 10 x 10 m, se instalaron subparcelas de 1 x 1 m (1 m²) ubicadas en la esquina inferior izquierda (Figura 4). Para su instalación se utilizó una cinta métrica de 2 m y una forcípula para cuadrarla.

Este diseño de muestreo es ampliamente utilizado para evaluar la estructura de los manglares desde el punto de vista técnico obteniéndose muy buenos resultados (Espinoza, 1992).

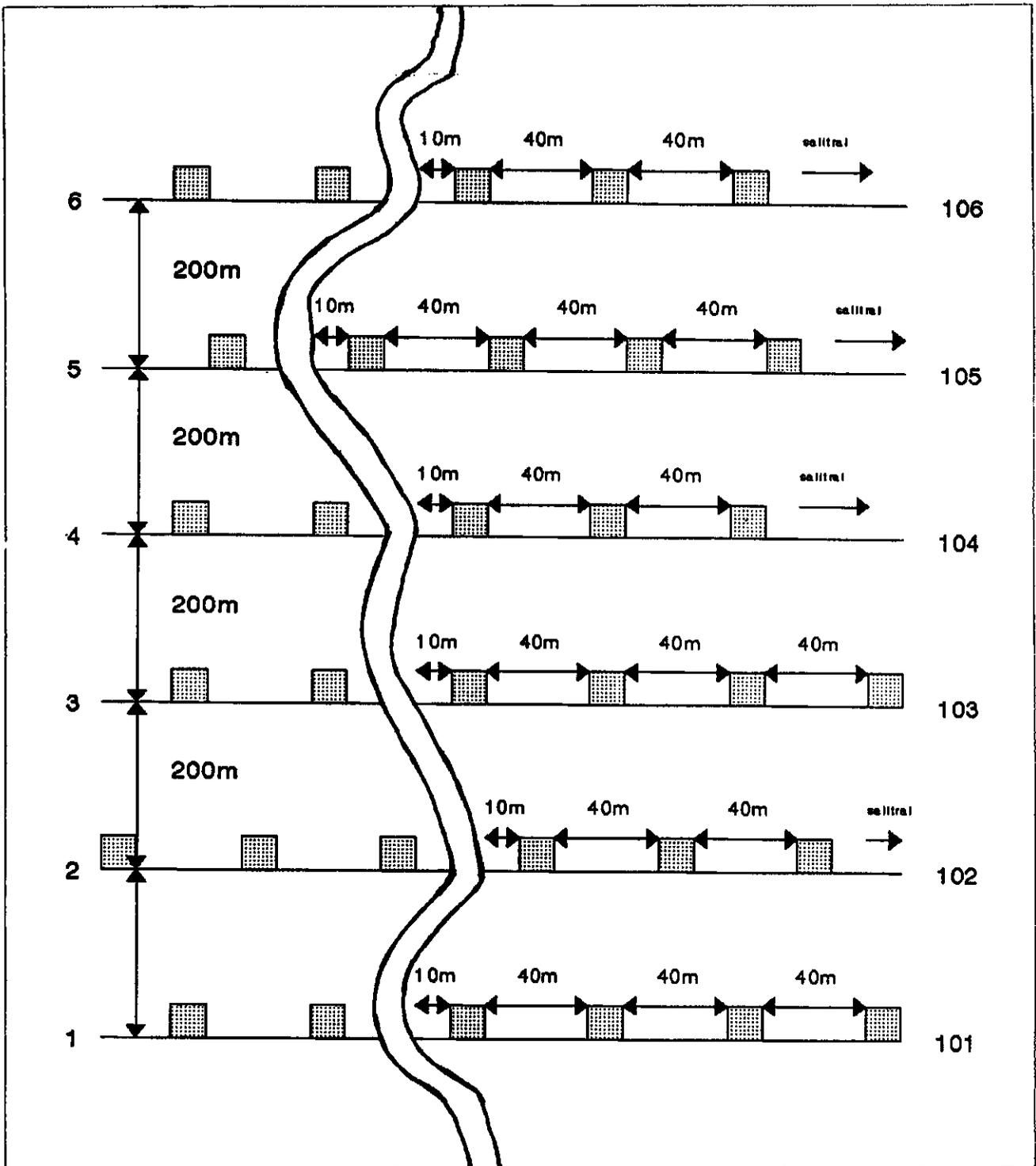


Figura 3: Esquema gráfico del diseño utilizado en el Inventario Forestal que se Realizó en los manglares el Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega, 1993.

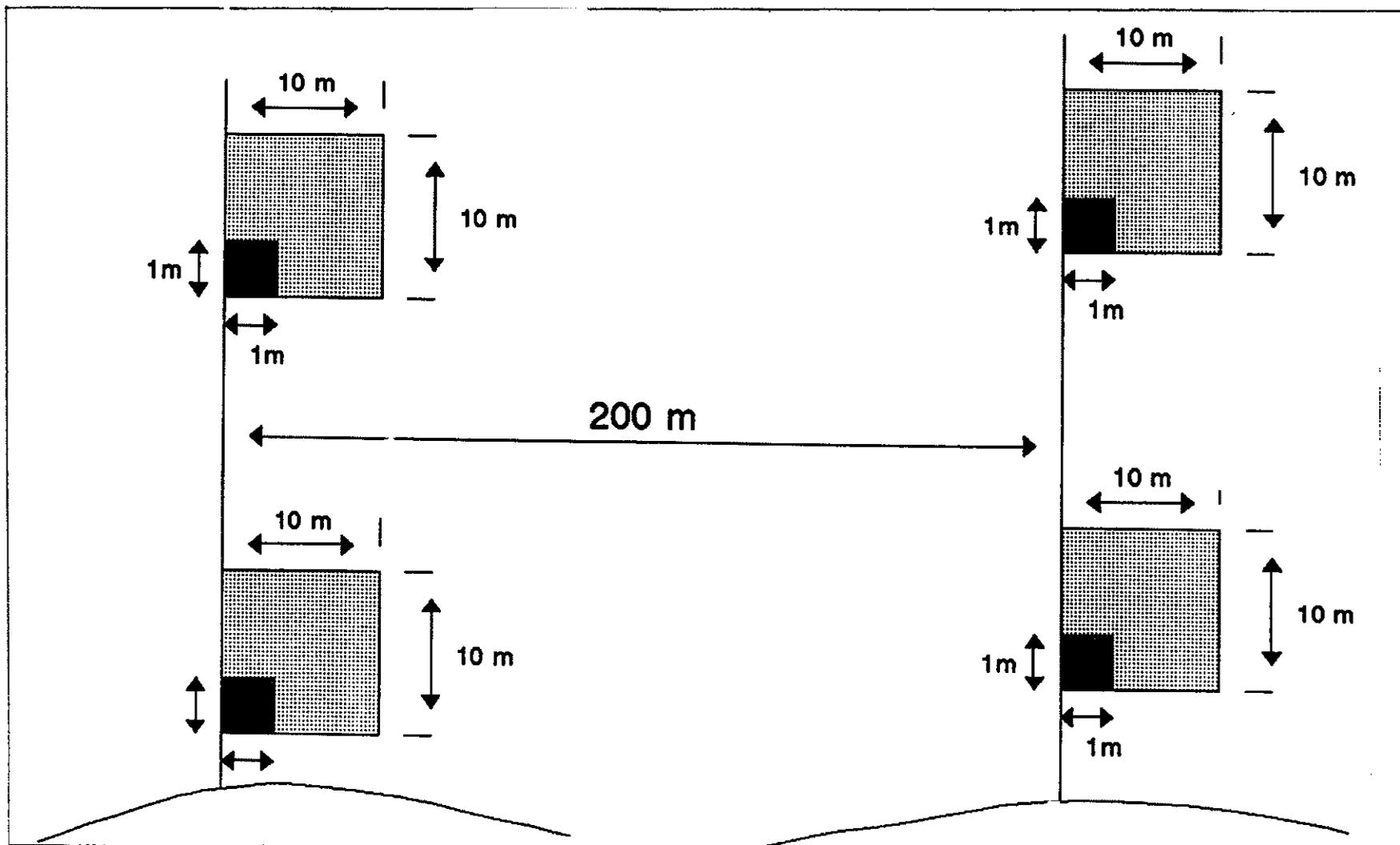


Figura 4: Forma y dimensiones de las parcelas utilizadas . Manglar del Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario Forestal, 1993.

- **VARIABLES EVALUADAS;** en las parcelas de 10 x 10 m se consideró la vegetación mayor a 2.5 cm de diámetro evaluando las variables siguientes:

1. Número del árbol
2. Número de eje
3. Género
4. Dap en milímetros (diámetro a 1.3 metros de altura)
5. Altura total en decímetros
6. Altura comercial en decímetros
7. Clase de iluminación de copa
8. Forma de la copa
9. Estado fitosanitario
10. Causa del daño
11. Lugar del daño
12. Observaciones generales de la parcela

En Anexo 1 ver descripción más detallada de cada una de éstas variables.

- La medición de las alturas resulta ser un caso particular, ya que se calculó la altura promedio del dosel principal, tomando en cuenta a tres árboles representativo de cada parcela utilizando un Clinómetro SUUNTO, con el objetivo de calcular a través de regresión las alturas de los árboles a los cuales no se les calculó, partiendo de las tres alturas medidas en cada parcela.

En la subparcela de 1x 1 m se realizó un conteo de la regeneración natural menor de 2.5 cm de diámetro, evaluando las variables siguientes:

1. Clase de iluminación de la subparcela
2. Número de plántula
3. Género.
4. Estado fitosanitario.

Para descripción más detallada de cada una de éstas variables ver Anexo 2.

3.6 Organización del trabajo

Para el levantamiento de los datos de campo, se organizaron 3 brigadas compuestas por 4 integrantes cada una, funcionando de la siguiente forma:

- **Jefe de brigada;** Responsable del cumplimiento del trabajo y realizar todas las anotaciones, es decir llenar los formatos de campo.
- **Asistente del jefe de brigada;** responsable de hacer las mediciones del diámetro y la altura, de tirar el azimut de cada línea, de los amarres entre línea y de la instalación de las parcelas.
- **Ayudantes 1 y 2 (leñadores de la comunidad);** encargados de realizar las trochas por donde se desplazaba la brigada. Estos se turnaban como cadeneros delanteros, para la medición entre parcelas y entre líneas.

3.7 Cálculo del volumen

En vista de que no existe factor de forma ni alguna ecuación que nos permita calcular el volumen maderable de estas especies, se elaboraron ecuaciones de regresión para calcular el volumen comercial total en pie. Para este fin, se tumbaron 300 árboles (100 de cada género), 150 en los manglares del Estero Real, Chinandega y 150 en los manglares de Las Peñitas, León. Esto se hizo con el objetivo de tener ecuaciones de regresión valideras para los manglares de la costa pacífica de Nicaragua.

La metodología utilizada consistió en realizar tres mediciones en cada sección de los árboles tumbados, razón por la cual se denominó "Tríos". Las mediciones realizadas son: longitud de la sección en decímetros, diámetro con corteza en milímetros y diámetro sin corteza o grosor simple de la corteza también en milímetros.

Para efectuar el levantamiento de los datos de campo de palo de sal y angelín, se calculó la altura total del árbol en pie con un Hipsómetro SUUNTO estimando una precisión de 1 decímetro. Luego se midió el dap (diámetro a la altura del pecho ó a 1.30 m medidos a partir del suelo) con una cinta diamétrica graduada en milímetros. Posteriormente se midió el diámetro a la altura de corte, esto es, lo más cerca del suelo entre 5 - 15 cm de altura (**Figura 5a**). En este punto se inicia la medición de la primera sección del árbol en la cual se le hacen las tres mediciones mencionadas anteriormente. Posteriormente se tumbó el árbol.

En el caso de la especie mangle rojo el procedimiento en la medición del árbol en pie fue similar con la diferencia en la medición del diámetro a la altura del pecho, ya que en este caso corresponde a la medición que se realiza a 30 cm después de la última raíz aérea (**Figura 5b**).

Una vez que se tumbó el árbol, se midieron secciones de longitud variable procurando que la diferencia entre el primer diámetro medido y el último de cada sección no fuese mucho (que no formaran la figura de un cono). Esto se hizo hasta llegar a la altura total del árbol. Es preciso señalar que en la sección en donde el diámetro registra

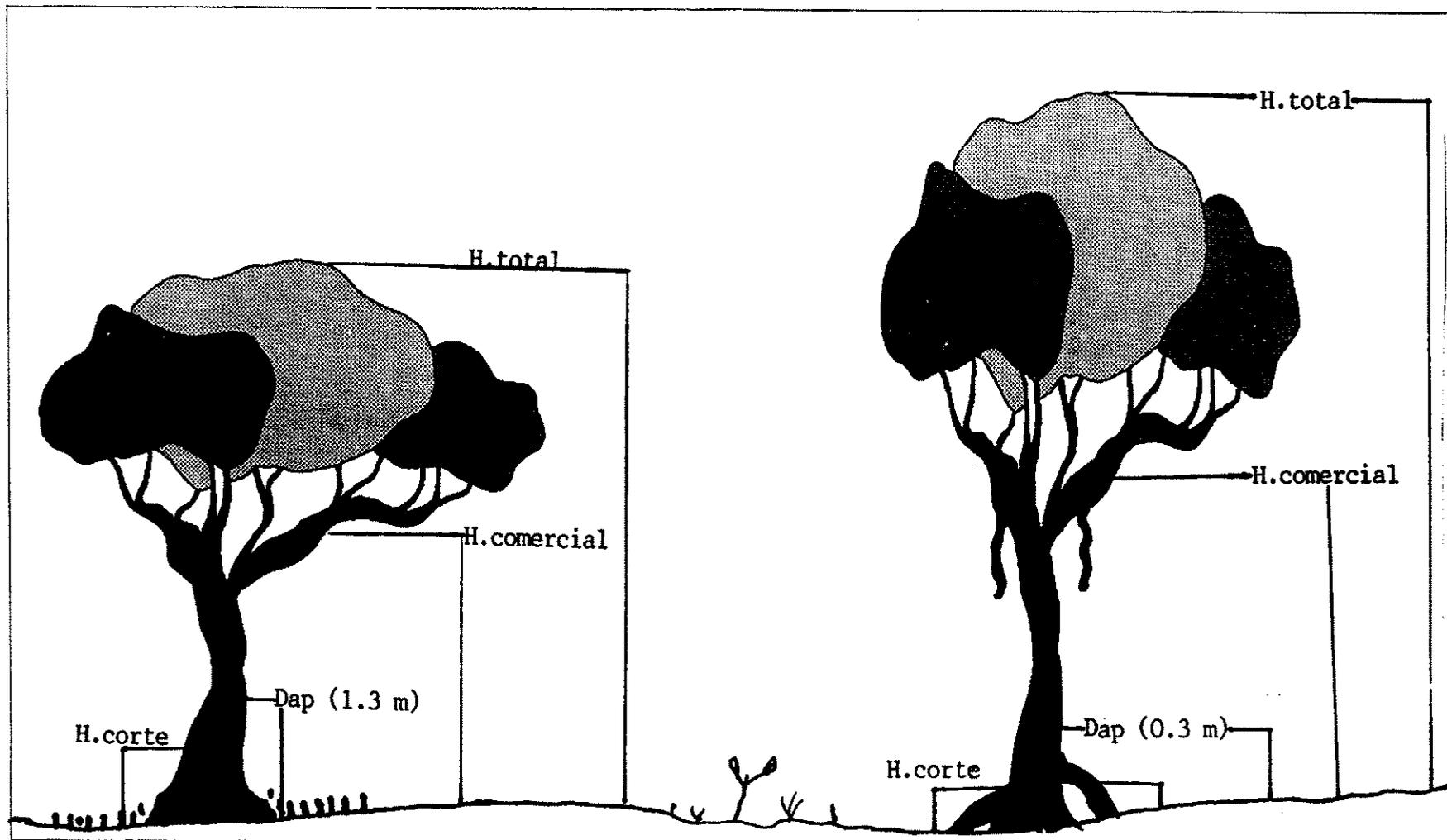


Figura 5a: Mediciones realizadas a Laguncularia racemosa y Avicennia spp, antes de ser tumbados para la Elaboración de las ecuaciones de regresión válidas En los manglares del Pacífico norte de Nicaragua, 1994

Figura 5b: Mediciones realizadas en Rhizophora spp antes de ser tumbado para la elaboración de las ecuaciones de regresión, válidas para el Pacífico norte de Nicaragua, 1994.

el límite inferior de aprovechamiento (en nuestro caso es de 5 cm) es considerada la última sección en que se registran las tres mediciones ya que en la siguiente solamente se registra la altura (la cual es acumulativa) y los diámetros son considerados con un valor de cero.

Esta forma de medir el árbol es válida para el fuste principal como para los ejes secundarios o ramas que estén por encima del diámetro mínimo aprovechable de la zona. En el caso de las ramas, la primera sección tiene una altura igual a cero por ser la parte que corresponde a la base de la rama o inserción en el fuste principal.

En mangle rojo se hacen mediciones a las raíces y al fuste inferior (proyección del fuste superior, por debajo de las raíces aéreas, hacia el suelo) del árbol tumbado. Las raíces se midieron de la misma forma en que se midieron las ramas y el fuste inferior. Se midió hasta la altura de la última raíz, aérea a partir del suelo. Posteriormente el procedimiento continúa similar que el caso anterior, es decir se miden secciones tanto en el fuste principal superior, los ejes secundarios o ramas y la diferencia con palo de sal y angelín (**Figura 6a**), está en las mediciones del fuste principal inferior y las mediciones a las raíces que se realizan en mangle rojo (**Figura 6b**).

Para medir la longitud de todas las secciones se utilizó una cinta métrica graduada en metros con una precisión de 1 cm. El levantamiento de los datos de campo, se organizó de la manera siguiente:

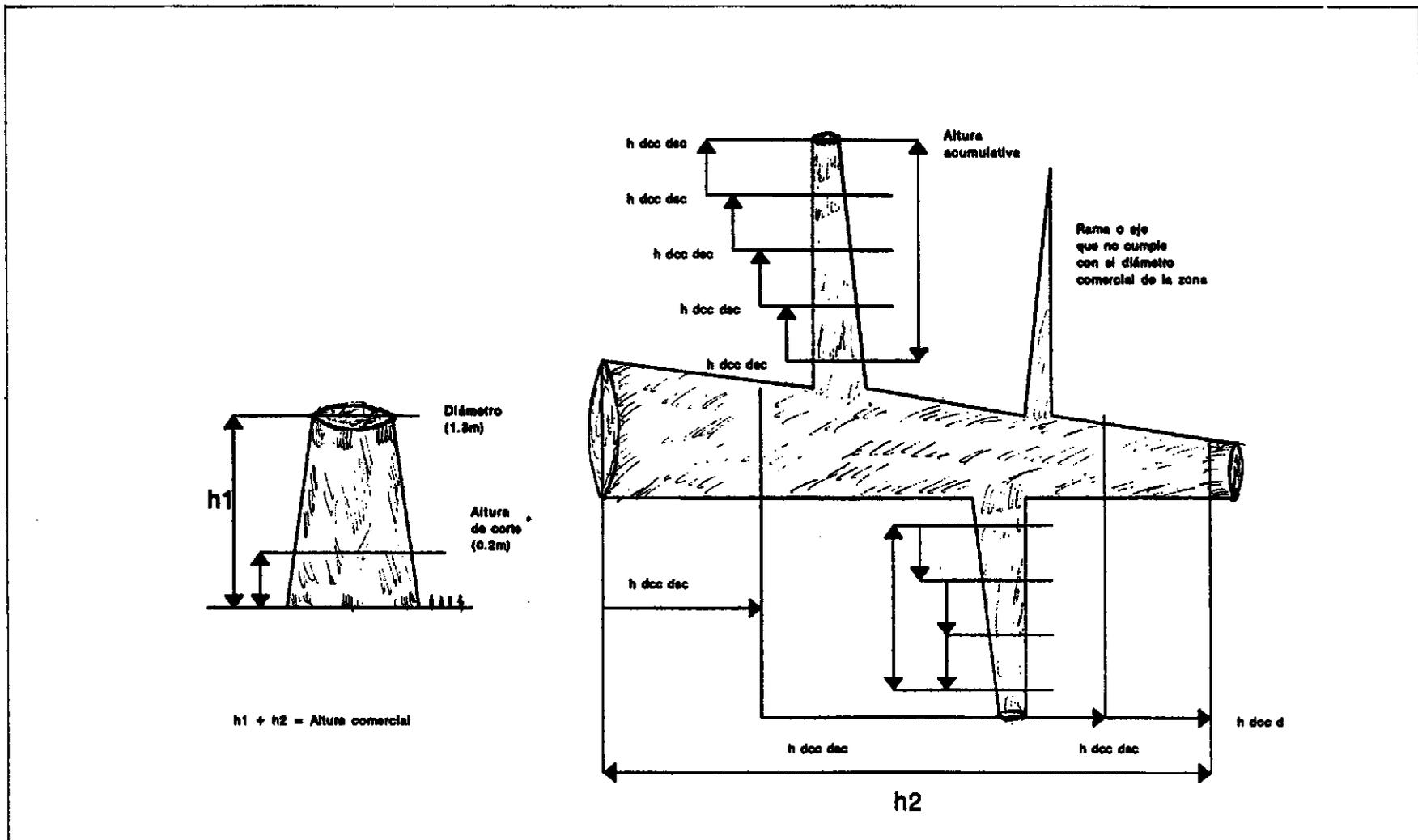


Figura 6: Mediciones realizadas en Avicennia spp y Laguncularia racemosa después de ser tumbados. Elaboración de ecuaciones de regresión para el calculo del volumen comercial total. Manglares del Pacífico Norte de Nicaragua, 1994.

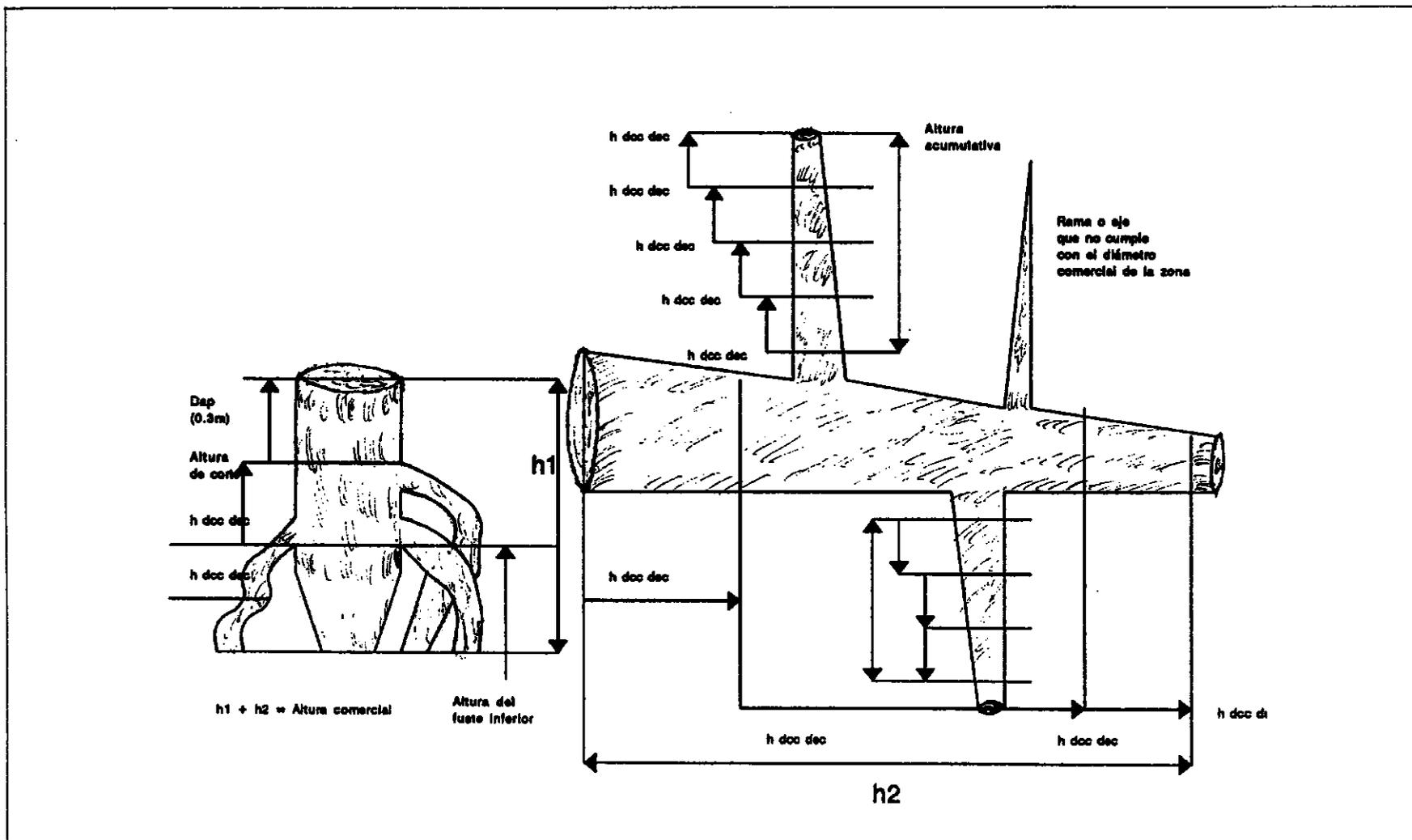


Figura 6: Mediciones realizadas en Rhizophora ssp después de ser tumbado . Elaboración de ecuaciones de regresión para el calculo del volumen comercial total. Manglares del Pacífico Norte de Nicaragua, 1994.

- **Jefe de brigada;** hacer las anotaciones, calcular la altura total y comercial del árbol en pie y coordinar y controlar el trabajo de la brigada. Responsable del cumplimiento del trabajo a cabalidad.
- **Asistente Número 1 (leñador);** Realizar todas las mediciones en el árbol tumbado. Bajo su responsabilidad estaba la cinta diamétrica y la cinta métrica.
- **Asistente Número 2 (leñador);** hacer desrame del árbol y el troceo cuando fue necesario. Bajo su responsabilidad estaba la motosierra.

3.8 Procesamiento de la Información

Para realizar el procesamiento de los datos primeramente se digitaron en formato de una hoja electrónica de cálculo (QPRO), formando archivos pequeños (500 – 600 registros o filas) los cuales se imprimieron para efectuar la primera confrontación con las hojas de campo, se corrigieron los errores y se volvieron a imprimir para una segunda confrontación.

Asumiendo haber realizado la limpieza de los datos se procedió a exportarlos a una hoja ASCII (American Standard Code Interchange International), para su respectiva estandarización con el procesador de datos ASCII, Kedit. Posteriormente se cargaron nuevamente desde la hoja de cálculo QPRO para chequear el diámetro con las alturas totales y comerciales a través de gráficos tipo XY (Figuras 7a y 7b) de la siguiente forma: diámetro vs altura total, diámetro vs altura comercial y altura total vs altura comercial, esto con el fin de detectar cualquier error que se haya descuidado en la

limpieza realizada manualmente. Finalmente se estandarizaron en formato **ASCII** con **KEDIT**.

La digitación y estandarización de los datos de campo para la elaboración de las ecuaciones de regresión se hizo con el procedimiento que se utilizó con los datos del inventario forestal y para el procesamiento se utilizó el paquete estadístico electrónico estadístico "**PSP**" (**Palmer's Statistical Package**), específicamente los módulos o programas **VOLCAL** y **VOLREG**. Los requisitos que exige este paquete electrónico para procesar los datos son los siguientes:

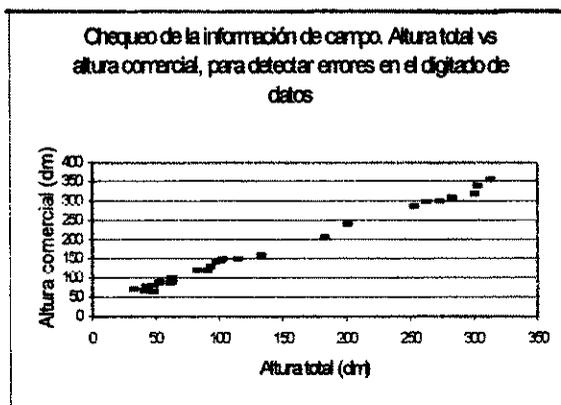
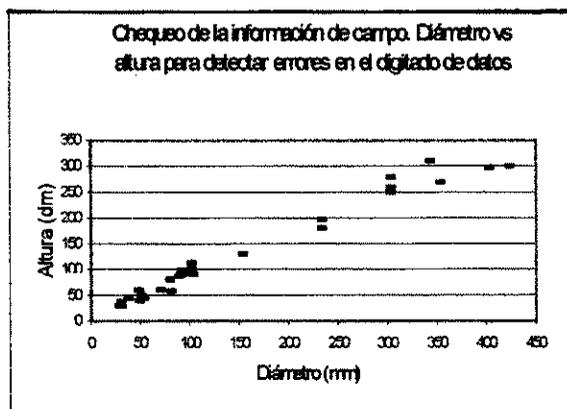


Figura 7a.

Figura 7b

- El formato de campo debe estar ordenado por tríos tanto el fuste superior como los ejes secundarios o ramas.
- El archivo electrónico debe estar en formato **ASCII**
- El número de tríos por registro no debe exceder de 14.
- El número total de tríos por árbol no debe sobrepasar los 42.

Cuando las ecuaciones de regresión estuvieron listas se hizo un programa en lenguaje FORTRAN ("Marmillo Natural Forest Computing", en un computador IBM del centro de cómputo del CATIE), el cual se incorporaron estas ecuaciones para calcular el volumen comercial total de las diferentes especies en estudio. Además del cálculo del volumen, con el objeto de tener una radiografía más completa del bosque, se calculó para cada género las siguientes variables:

- El área basal (m^2/ha) y número de ejes por parcela.
- La distribución del volumen comercial total (m^3/ha) por clases diamétricas y por tipo de bosque.
- La distribución del área basal (m^2/ha) por clases diamétricas y por tipo de bosque
- La distribución del número de ejes (Nejes/ha) por clases diamétricas y por tipo de bosques.

La precisión de éstos resultados, es una medida del grado en que la población se encuentra representada en la muestra, es por esto que cuanto mayor sea la muestra, mayor va a ser el grado de precisión obtenido. En los inventarios forestales, la principal información buscada es la cantidad total de madera que se encuentra en un bosque, en datos globales o discriminados en especies y tamaños de árboles; esta cantidad es desconocida, pero puede ser estimada en base al promedio de la muestra por la superficie total de la población, siendo esta cantidad real, sujeta a errores de muestreo (Malleux, 1982).

Los parámetros poblacionales analizados caracterizan a la población total a partir de estadígrafos de la muestra de dicha población. Algunos de estos estadígrafos son: la media, la desviación estándar, el error de muestreo y el coeficiente de variación. Es importante tener en cuenta, que del valor que resulte en el cálculo del error de muestreo, se podrá tomar como representativa el tamaño de la muestra utilizada y por consiguiente la intensidad de muestreo adecuada.

En el presente estudio se determinó el error de muestreo del atributo volumen comercial total por parcela tomando en cuenta, que por lo general, es a partir de esta variable que se realiza el aprovechamiento y manejo de los bosques.

3.9 Fórmulas utilizadas

- $IM(\%) = (n/N) * 100$

$IM(\%)$ = Intensidad de muestreo

n = Tamaño de la muestra (ha)

N = Tamaño de la población (ha)

- $X = \sum x_i / n$

x = Media de la muestra

x_i = Observaciones (valores de cada parcela)

n = Tamaño de la muestra (total de parcelas)

Para el cálculo de la varianza y del error de muestreo se siguió el procedimiento establecido para un muestreo de conglomerados en dos etapas. Utilizando el paquete **SAS (Statistical Analysis System)**. El cálculo de la varianza de la media se basa en la siguiente expresión:

- $V_x = 1/\sum n * [S^2 + \sum n^2/\sum n * Sb^2]$

V_x = Varianza de la media

n = Número de parcelas dentro de cada transecto

S^2 = Varianza de la media dentro de transectos

Sb^2 = Varianza de la media entre transectos

Los valores S^2 y Sb^2 los estima **SAS**, a través de un análisis de varianza de una vía.

Con la varianza calculada, se procedió a estimar el error de muestreo a través del siguiente algoritmo:

- $E\% = Z * V_x/x * 100$

$E\%$ = Error de muestreo porcentual

Z = Valor tabulado al 95 % de confianza

Se calculó la desviación estándar con el propósito de observar los valores alrededor de la media y para calcular el coeficiente de variación.

- $s = 1/\Sigma n * [S^2 + \Sigma n^2/\Sigma n * Sb^2]$

s = Desviación estándar

El coeficiente de variación se calcula con el objetivo de observar la variación de los datos con respecto a la media, obtenido a partir del tamaño de muestra utilizado tomando en consideración las diferentes situaciones naturales o provocadas dentro del manglar.. El coeficiente de variación es independiente de las unidades usadas. Por esa razón es útil al comparar distribuciones con unidades diferentes. Una desventaja es que pierde su utilidad cuando x es próxima a cero. Para calcularlo se utilizó la siguiente ecuación:

- $CV (\%) = s/x * 100$

CV (%) = Coeficiente de variación

Area basal (m²/ha)

Las áreas basales de cada árbol fueron obtenidas a partir de los diámetros normales o de referencia (dap) observados en el terreno conforme a la siguiente fórmula:

$$g (m^2) = \pi/4 * (dap)^2$$

π = 3.1416 (constante)

g = Area Basal

A partir de esta fórmula se obtuvo el área basal promedio por parcela, por hectárea y por tipo de bosque, sumando las áreas basales de los árboles pertenecientes a cada clase diamétrica refiriéndolas a 1 hectárea, o sea multiplicando el área basal promedio de la muestra por 100 (cantidad de parcelas de 0.01 ha que suman 1 ha).

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 Tipos de bosques

Con la primera parte de los datos procesada, se procedió a analizar cada parcela en la cual se determinó el porcentaje de cada especie presente, determinando seis grados de mezcla:

1. **Mangle rojo puro** = 100 % mangle rojo.
2. **Palo de sal puro** = 100 % palo de sal.
3. **Angelín puro** = 100 % angelín.
4. **X3** = Combinación de tres géneros con dominio de mangle rojo y palo de sal.
5. **M3** = Combinación de tres géneros con dominio de mangle rojo y angelín.
6. **Y3** = Combinación de tres géneros con dominio de angelín.

Posteriormente basados en los grados de mezclas, se simplificó a cuatro los tipos de bosques tomando en consideración la frecuencia con que se presentó determinado grado de mezcla en cada parcela dentro de cada transecto y la agresividad de cada especie para desplazar o perecer ante las otras (**distribución natural a condiciones ecológicas**). Los tipos de bosques definitivos en cuanto a asociaciones florísticas en el manglar del Estero Canta Gallo (**Cuadro 1, Figura 8**), fueron los siguientes:

1. **Bosque de mangle rojo puro.**

2. Bosque de palo de sal puro.
3. Bosque mixto mangle rojo – palo de sal.
4. Bosque mixto mangle rojo – angelín.

Cuadro 1: Area existente e intensidad de muestreo por tipo de bosque en el área productiva aprovechable en el manglar del Estero Canta Gallo, Chinandega. Inventario Forestal, 1993.

Tipo de bosque	Número de parcelas	Superficie muestreada (ha)	Area total (ha)	Intensidad de muestreo (%)
mr_ag	33	0.33	25.0	1.32
mr_ps	13	0.13	17.6	0.73
mr_puro	110	1.10	99.3	1.10
ps_puro	62	0.62	48.2	1.28
TOTAL	218.00	2.18	190.10	1.15

Tipo de bosque

Condición del área

mr_ag =

Bosque mixto aprovechable mangle – angelín.

mr_ps =

Bosque mixto aprovechable mangle – palo de sal.

mr_puro =

Bosque aprovechable de mangle rojo puro.

ps_puro =

Bosque aprovechable palo de sal puro.

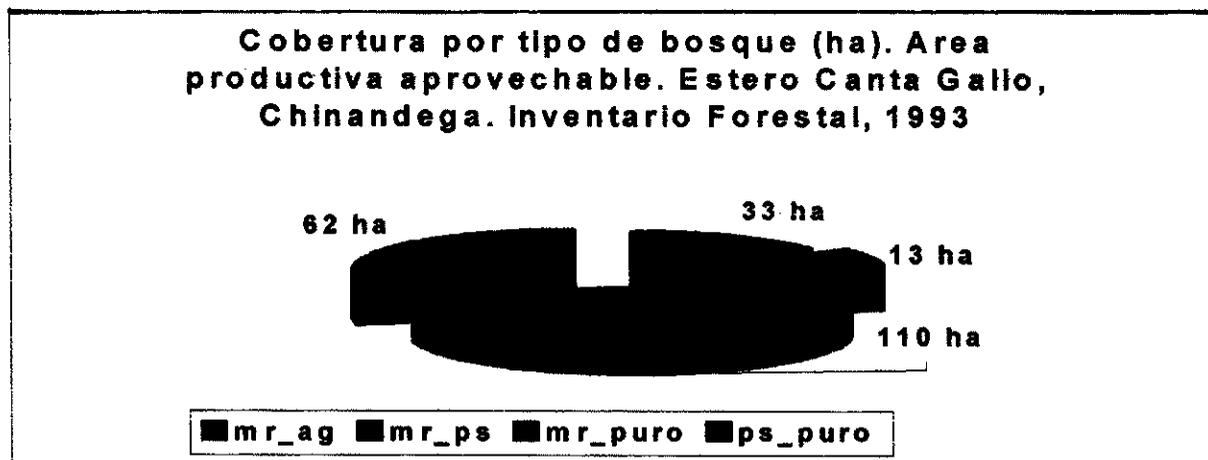


Figura 8

Esta clasificación se hizo con el objetivo de hacer posible el procesamiento de toda la información en forma independiente para cada uno de los tipos de bosque, reduciendo de esta forma la variabilidad de los parámetros estimados (**Menéndez, 1985**).

4.2 Prioridades de manejo

El paso siguiente consistió en determinar los tipos de bosque por prioridad de manejo, tomando en cuenta para ello la dificultad de acarreo dentro del bosque ya sea por la distancia, por la portabilidad del terreno (resistencia física del suelo al peso de una persona) y el tramado (presencia o no de raíces aéreas). Estas variables fueron anotadas en el campo durante el transcurso del inventario, consultando y discutiéndolas con los leñadores. De éste proceso resultaron tres prioridades de manejo (**Cuadro 2**):

- 1. Area productiva aprovechable.**
- 2. Area productiva no aprovechable por dificultad de acarreo** (acarreo difícil ya sea por la distancia, por la portabilidad del suelo o por el tramado de las raíces aéreas).
- 3. Area productiva no aprovechable por impedimentos de manejo** (se refiere a los primeros 10 metros medidos desde la ribera del estero hacia el interior del bosque).

Con los tipos de bosques y prioridades de manejo definidas (**Figura 9**), se llegó a tener los datos listos para terminar el procesamiento en el área productiva aprovechable

hacer el análisis e interpretaciones que nos ayuden a concluir sobre el trabajo y hacer las respectivas recomendaciones.

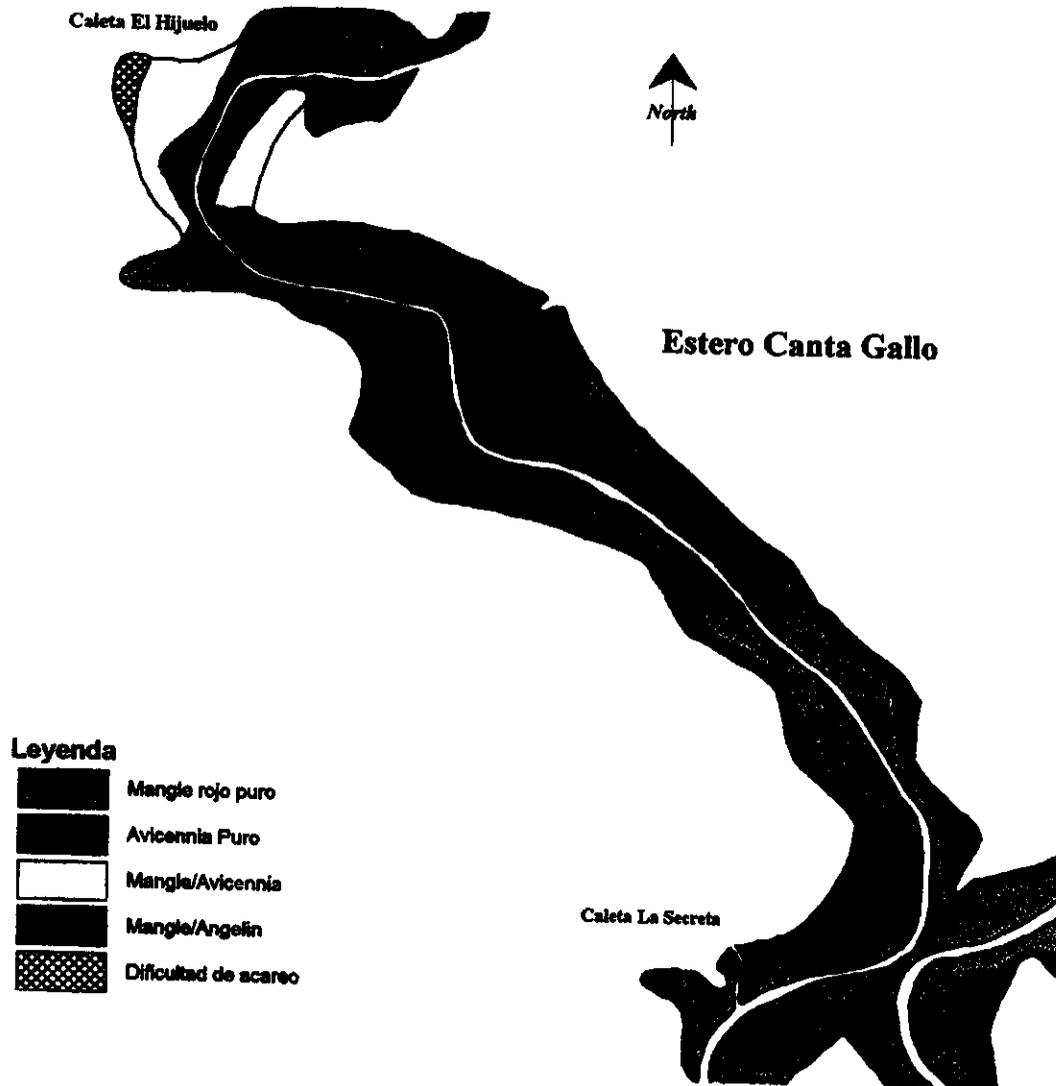


Figura 9: Tipos de bosque por prioridad de manejo identificados en el manglar del Estero Santa Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario Forestal, 1993.

Cuadro 2: Prioridades de manejo del área del manglar del estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario Forestal, 1993.

Prioridad de manejo	Número de parcelas	Superficie muestreada (ha)	Area total (ha)	Intensidad de muestreo (%)
P. Aprov.	218	2.18	190.1	1.15
P. noa t.	22	0.22	20.5	0.97
P. noa m.	18	0.18	10.5	1.71
TOTAL	258.0	2.58	221.1	1.17

P. Aprov. = Productiva aprovechable.

P. noa t. = Productiva no aprovechable por impedimentos técnicos.

P. noa m. = Productiva no aprovechable por razones de manejo (bosque de protección).

En síntesis, podemos expresar el área de manglar del Estero Canta Gallo en "productiva aprovechable" y "productiva no aprovechable" (Cuadro 3) observándose la distribución de la capacidad de uso en la figura 10.

Cuadro 3: Area de bosque existente por prioridad de manejo en el manglar del Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario Forestal, 1993.

Prioridad de manejo	Area cubierta (ha)	% de cobertura
Productiva Aprovechable	190.1	86
Productiva no Aprovechable	31.0	14
TOTAL	221.1	100

Ya con el área productiva aprovechable estimada, se procedió a realizar el cálculo del volumen comercial total de los diferentes tipos de bosque, razón por la cual, se procedió a elaborar primero las ecuaciones de regresión o funciones volumétricas.

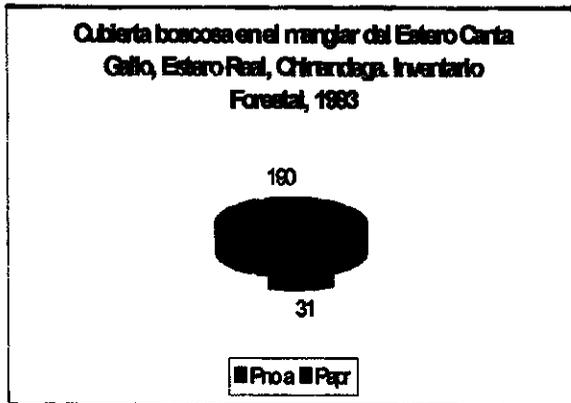


Figura 10a

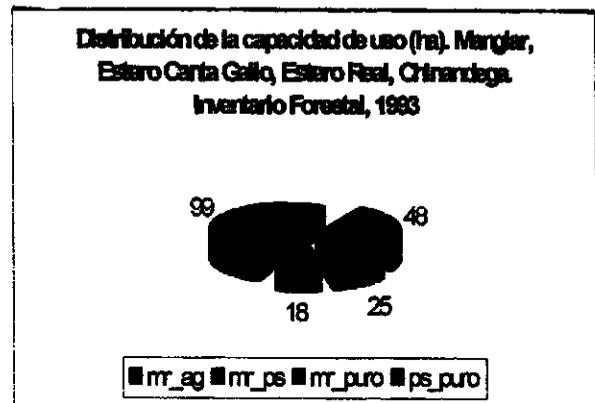


Figura 10b

4.3 Regeneración natural

Los resultados de la regeneración natural menor de 2.5 cm obtenidos con el conteo realizado en cada subparcela, nos indican que el porcentaje de presencia en general es considerado como una regeneración normal con un total de 137 subparcelas que contienen al menos 1 plántula lo cual equivale al 52 % (Sorgel, 1985). En cuanto a la Clase de Iluminación que recibe la regeneración natural, se encontró que el 71 % recibe iluminación superior lo cual nos indica que las probabilidades de que la regeneración se establezca son bastantes altas (Dawkin, 1959). Un 21 % recibe iluminación lateral y el 8 % restante recibe poca o ninguna iluminación (Cuadro 4). La cantidad de iluminación que reciban las plántulas durante el día es muy importante para su desarrollo ya que las especies de manglar son heliófitas, es decir muy exigentes de la iluminación solar para poder desarrollarse normalmente.

Cuadro 4: Resultados por género del conteo realizado a la regeneración natural en Estado de brinzal (< 2.5 cm de dap) Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario Forestal, 1993.

Especie	Número de subparcelas presente	Porcentaje	Clase de iluminación de la subparcela				
			1	2	3	4	5
<u>Laguncularia racemosa.</u>	2	1.46	0	0	0	2	0
<u>Avicennia spp.</u>	91	66	22	40	22	7	0
<u>Rhizophora spp.</u>	48	35	14	22	7	5	0
TOTAL	141	54.65	36	62	29	12	0

En el Anexo 8, ver Clase de Iluminación de Copas.

Como podemos observar Avicennia spp. es la que tiene un mayor porcentaje de presencia con 66 % , lo cual significa que es una regeneración normal llegando al límite de considerarse densa. Además, más del 60 % recibe iluminación superior (1), lo cual es un factor que favorece su establecimiento. Rhizophora spp. tiene un 35 % considerado como poca regeneración, aunque la regeneración en estado de latizal (5 - 10 cm), es bastante densa. Cabe señalar que Rhizophora esta siendo invadida por Avicennia, debido a la presión de uso de que es objeto por parte de las comunidades aledañas al manglar. Por último tenemos Laguncularia racemosa que prácticamente su presencia es mínima (1.46%) y la poca que existe es suprimida por el dosel superior.

Es importante hacer la observación que la especie de Avicennia es generalista, esto es, se adapta tanto en terrenos fangosos a compactos y a altas salinidades y bajas salinidades.

4.4 Cálculos realizados

4.4.1 Ecuaciones de regresión

En el procesamiento de los datos de campo para elaborar las ecuaciones de regresión, se probaron los modelos de regresión que ofrece el Paquete **Palmer's**, con el objetivo de poder comparar cada uno de ellos y escoger los que presentaron los mejores valores estadísticos, que en este caso corresponde al **F-Radio** más alto, que prueba el nivel de significancia del modelo, el **Indice Furnival** más bajo, el **Coefficiente de Variación** más bajo y el **Error Estándar** más bajo. Además de considerar los resultados estadísticos de cada ecuación, también se graficaron los volúmenes estimados por las ecuaciones que el programa seleccionó con el objetivo de observar su dispersión. En síntesis, para la selección de las ecuaciones (**Cuadro 5**), se tomaron en cuenta los valores estadísticos y la dispersión de los datos de volumen en un gráfico tipo XY. En el cuadro se puede observar que los modelos escogidos hacen el cálculo del volumen, basándose solamente en el valor del diámetro, debido a que en el inventario se midió la altura solamente a los tres árboles representativos de la altura media del dosel. Para estimar la altura de los árboles que no se les calculó en el campo, se elaboraron funciones de regresión, en las que se puede observar que el modelo de mejor ajuste apenas explica el 79% de la variación de la altura de los árboles con respecto a su diámetro (**Cuadro 6**), razón por la cual lo más recomendable es calcular la altura a todos los árboles de cada parcela.

Cuadro 5: Ecuaciones de regresión obtenidas con el paquete estadístico "PSP" (Palmer's Statistical Package) de los tres géneros de mangle Avicennia Laguncularia y Rhizophora, en el manglar del Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega, Nicaragua. Elaboración de Funciones Volumétricas, 1993.

Producto	Mod est *	Mod Esc **	Ecuación	Rango de aplicación
Palo de sal, Vol comercial total sc hasta 4 cm	7, 8, 9, 10	7 9	$\text{LnV} = 4.65895 \text{ E-2} - 1.05946 \text{ E+1} + 3.07981 \times \text{LnD}$ $\text{V/DD} = 1.17034 \text{ E-3} + 7.49200 \text{ E-2/DD} - 1.6486 \text{ E-2/D}$	dap ≤ 9 cm dap > 9 cm
Angelín, Vol comercial total sc hasta 4 cm	2, 7, 9, 10	7 9	$\text{LnV} = 7.09640 \text{ E-2} - 1.02335 \text{ E+1} + 2.86947 \times \text{LnD}$ $\text{V/DD} = 9.89385 \text{ E-4} + 6.65009 \text{ E-2/DD} - 1.39280 \text{ E-2/D}$	dap ≤ 9 cm dap > 9 cm
Mangle rojo, Vol comercial total sc hasta 4 cm	1, 2, 3, 7, 8, 9, 10	7 9	$\text{LnV} = 3.79965 \text{ E-2} - 1.06991 \text{ E+1} + 3.16335 \times \text{LnD}$ $\text{V/DD} = 1.38980 \text{ E-3} + 6.78203 \text{ E-2/DD} - 1.72527 \text{ E-2/D}$	dap ≤ 9 cm dap > 9 cm

* Modelos estudiados.

** Modelos escogidos.

Cuadro 6: Modelos estudiados con Statistical Analysis System (SAS), para calcular las alturas de los árboles a los cuales no se midió en el inventario.

Especie	Modelos estudiados	R ²
Angelín	$L(h) = 1.31 + 0.1 \times (d) - 0.002 \times (d^2)$	0.57
	$L(h) = 1.454 + 0.066 \times (d)$	0.58
Palo de sal	$L(h) = 1.35 + 0.08 \times (d) - 0.001 \times (d^2)$	0.58
	$L(h) = 1.46 + 0.055 \times (d)$	0.60
Mangle rojo	$L(h) = 1.516 + 0.076 \times (d) - 0.00096 \times (d^2)$	0.76
	$L(h) = 1.677 + 0.045 \times (d)$	0.79

4.4.2 Volumen comercial total (m³/ha)

Para el cálculo del volumen se utilizaron las ecuaciones de regresión obtenidas (Cuadro 5). Observamos que el volumen que se calculó (Cuadro 7) es a partir de un dap de 2.5 cm, lo cual no significa que este sea el diámetro mínimo a aprovechar. El volumen comercial total de aprovechamiento es a partir de árboles de dap mínimo de 5 cm.

Cuadro 7: Volúmenes por clases diamétricas y por tipo de bosque del manglar del Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario forestal, 1993.

tipo de bosque	Volumen (m ³ /ha)	2.5-4.9	5.0-9.9	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-+
mr_puro	62.0	1.5	5.0	3.5	6.9	12.2	16.4	10.2	3.3	3.2
ps_puro	33.8	2.0	7.5	6.7	6.7	8.1	1.6	1.1		
mr_ps	27.1	2.9	9.8	5.3	6.1	3.1				
mr_ag	58.2	1.9	6.8	4.1	3.3	16.0	6.1	15.5	4.4	
noa t	41.9	2.2	8.6	9.8	7.8	10.5	2.9			
noa m	106.2	1.2	4.8	6.7	3.8	18.1	53.7	10.6	7.4	

- mr_puro = Bosque de mangle rojo puro.
- ps_puro = Bosque de palo de sal puro.
- mr_ps = Bosque mixto mangle rojo-palo de sal.
- mr_ag = Bosque mixto mangle-angelín.
- noa t = Bosque no aprovechable por impedimentos técnicos.
- noa m = Bosque no aprovechable por impedimentos de manejo.

En el cuadro anterior, se puede notar que el bosque no aprovechable por impedimentos de manejo presenta los mayores volúmenes dentro de las clases diamétricas de 20 – 29.9 cm, al contrario de palo de sal puro en donde los mayores valores de volumen se encuentran en la clase diamétrica de 5 - 9.9 cm. También se puede notar que es el bosque no aprovechable por impedimentos de manejo es el que

tiene el mayor volumen por hectárea con 106.2 m³/ha (Figura 11). Es preciso señalar que el bosque no aprovechable por impedimentos de manejo es un bosque compuesto por mangle rojo. Los datos de volumen calculados para mangle rojo puro en el área aprovechable es de 62 m³/ha y es el mayor volumen en comparación con los otros tipos de bosques aprovechables. Los resultados del volumen encontrados por A. Espinoza, 1992, en los manglares de Térraba Sierpe, Costa Rica, corresponden a 73.17 m³/ha para el mangle rojo siendo un poco menor en Canta Gallo, aunque es importante resaltar que el grado de intervención en éste bosque es mucho mayor que en Térraba.

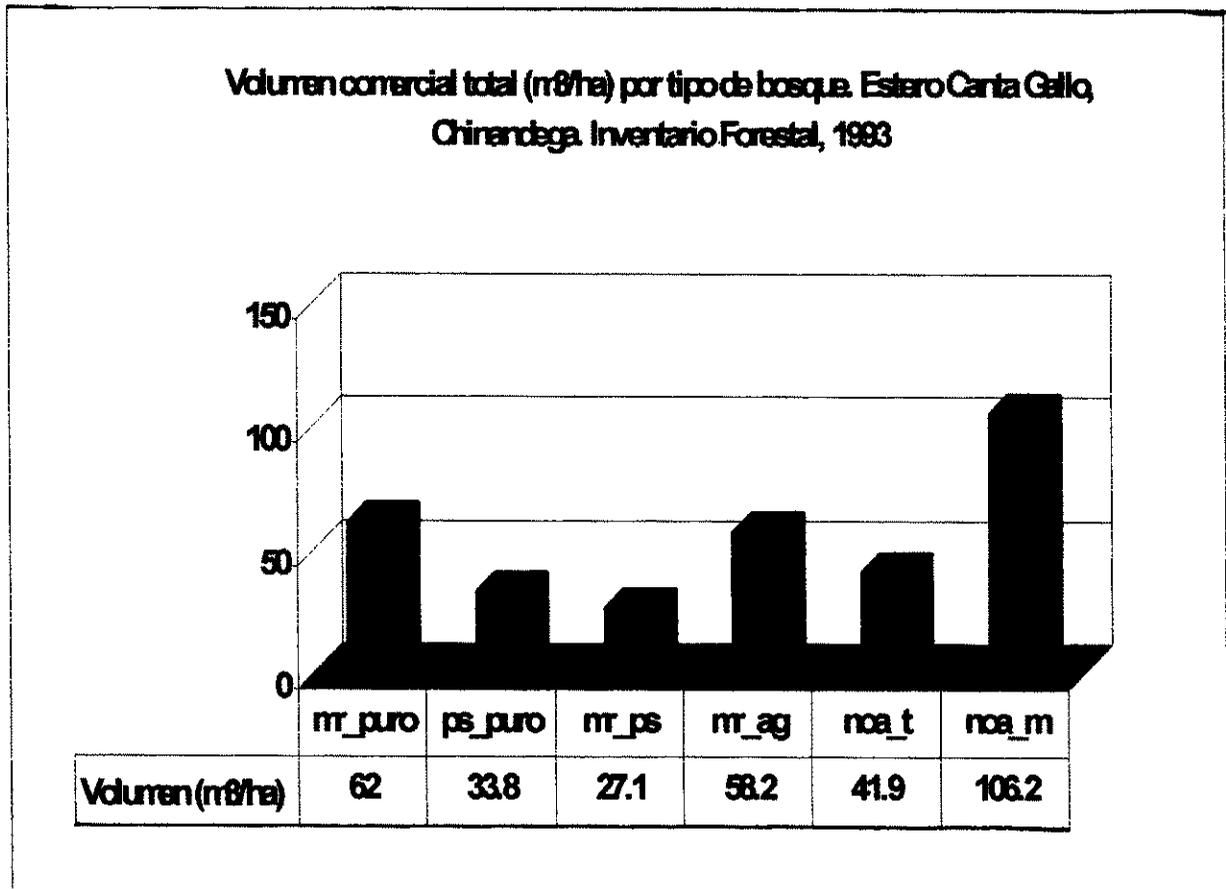


Figura 11

1.4.3 Area basal

En este caso, los valores máximos también los presenta el bosque de mangle rojo no aprovechable por impedimentos de manejo (bosque de protección) con 12.75 m²/ha seguido del bosque mangle rojo aprovechable con 8.76 m²/ha (Cuadro 8, Figura 12).

Cuadro 8: Area basal por clase diamétrica y por tipo de bosque del manglar del Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario Forestal, 1993.

Tipo de Bosque	Area basal (m ² /ha)	2.5-4.9	5.0-9.9	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-+
mr_puro	8.76	1.08	1.84	0.68	0.93	1.29	1.52	0.90	0.28	0.24
ps_puro	8.08	1.46	2.76	1.59	1.02	0.95	0.17	0.12		
mr_ps	8.30	2.25	3.74	1.11	0.89	0.31				
mr_ag	9.24	1.36	2.45	1.01	0.58	1.72	0.56	1.30	0.35	
noa_t	9.88	1.67	3.14	2.29	1.22	1.18	0.27			
Noa_m	12.75	0.84	1.77	1.21	0.58	1.90	4.93	0.91	0.91	

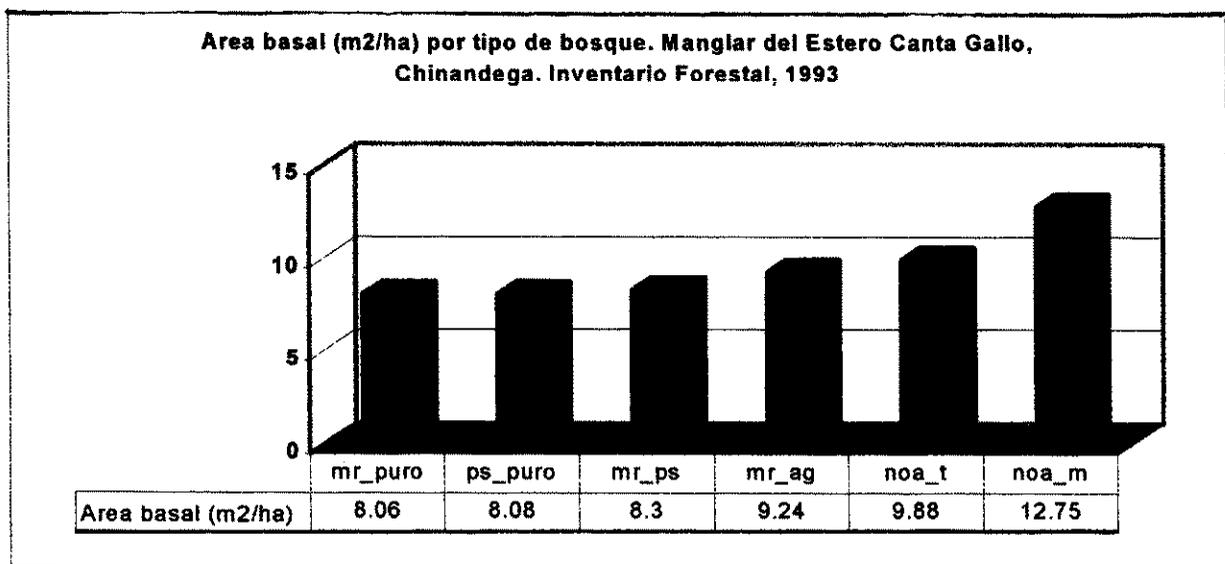


Figura 12

Los valores de área basal (m^2/ha), son mayores en el tipo de bosque no aprovechable por impedimentos de manejo (bosque ribereño), debido a que es en este tipo de bosque en donde se encuentran los mayores diámetros **Cintrón y Schaeffer-Novelli**, realizaron en 1988 efectuaron estudios comparativos de la estructura en distintos tipos fisiográficos de manglares, en el Caribe, estableciendo que los bosques ribereños poseen una mayor área basal ($29.8 \pm 3.4 m^2/ha$) y los bosques de cuenca son los que presentan la menor área basal ($18.4 \pm 1.6 m^2/ha$). A pesar de que los valores de este tipo de bosque comparados con los del caribe son menores, su comportamiento sigue el mismo patrón, al registrar los mayores valores con respecto a los otros tipos de bosque del área bajo estudio.

4.4.4 Abundancia (Nejes/ha)

La abundancia (**Cuadro 9**) se calculó con el objetivo de tener una visión clara de la cantidad de ejes existentes por clase diamétrica y por tipo de bosque con miras a un aprovechamiento futuro.

Cuadro 9: Abundancia por clase diamétrica y por tipo de bosque del manglar del Estero Canta Gallo, Estero Real, Chinandega. Inventario forestal, 1993.

tipo de bosque	Area Basal (m^2/ha)	2.5-4.9	5.0-9.9	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-+
mr_puro	1927.9	1178.0	568.2	64.6	41.8	32.7	27.3	10.0	2.7	1.8
ps_puro	2613.1	1684.9	805.0	148.4	45.0	35.0	3.4	1.7		
mr_ps	3992.2	3038.4	1253.8	107.7	38.5	7.7				
mr_ag	2348.5	1463.7	700.0	93.9	21.2	42.4	9.1	15.2	3.0	
noa t	3060.0	1820.0	940.0	210.0	55.0	30.0				
noa m	1761.1	927.7	555.5	100.0	27.8	50.0	83.3	11.1	5.6	

El bosque del manglar del Estero Canta Gallo presenta una gran cantidad de individuos de pequeños diámetros, es decir posee una regeneración natural densa. La mayor abundancia en todos los tipos de bosque se encuentra entre los primeros 10 cm de diámetro, observándose los mayores valores en el bosque mixto mangle rojo-palo de sal con 3992.2 ejes/ha, seguido del palo de sal puro con 2613 ejes/ha (Figura 13). En cuanto a la densidad el bosque de mangle rojo puro tiene aproximadamente 1600 árboles/ha, tomando solamente los individuos mayores de 2.5 cm. En Térraba Sierpe, Costa Rica, la densidad encontrada por A Espinoza, 1992, en un bosque mixto de mangle rojo – mangle piña (*Pelliciera rhizophorae*) fue de 1369 árboles/ha. Aunque en Canta Gallo no existe este tipo de bosque, este dato nos sirve para observar la diferencia con los dos bosques que si existen en Canta Gallo. La densidad en Térraba es menor que en Canta Gallo, obedeciendo a la relación de mayor diámetro, menor densidad.

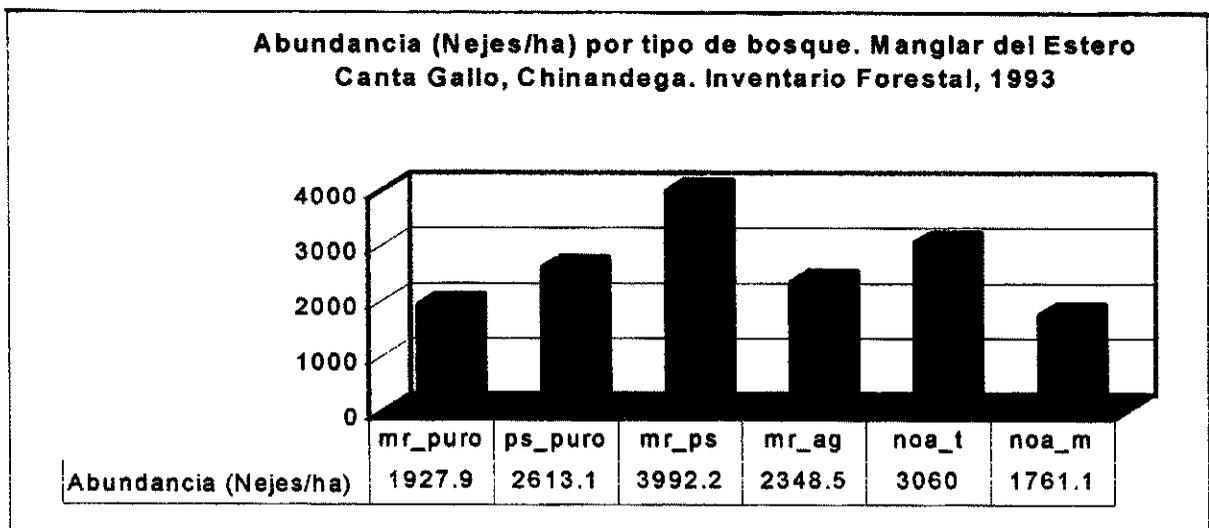


Figura 13

El bosque no aprovechable por impedimentos técnicos, está formado por palo de sal y presenta una abundancia de 3060 ejes/ha, pero esta cantidad de y por consiguiente el volumen no son aprovechables a lo inmediato, por tal razón se presentan a manera de información y no como datos a ser utilizados en un posible aprovechamiento. La misma situación es para el tipo de bosque no aprovechable por impedimentos de manejo formado por mangle rojo.

El análisis estadístico se realizó a los datos del área productiva aprovechable, (190.1 ha) ya que a lo inmediato se pretendía dar respuesta a la presión de los usuarios. Esta decisión no afecta el análisis ya que al realizarlo por estratos homogéneos disminuye la variabilidad.

4.5 Resultados estadísticos

En el siguiente cuadro se observan los resultados de los cálculos estadísticos hechos:

Cuadro 10: Resultados estadísticos obtenidos en el análisis de los datos de campo del área Productiva aprovechable . Manglar del Estero Canta Gallo, Estero real, Chinandega Inventario Forestal, 1993.

Manglar del Estero Canta Gallo	Area [has]	n [has]	IM [%]	x [95%]	V_{ξ}	s	CV [95%]	EM (95%)
Area Productiva Aprovechable	190.1	2.13	1.12	0.452	0.002	0.042	9.371	13.35

4.5.1 Intensidad de muestreo (IM)

La intensidad de muestreo esta de acuerdo a los objetivos del inventario, a la cantidad de recursos económicos que se dispone, el tiempo y el tipo de bosque. En este inventario, la intensidad de muestreo fue de 1.17 % para toda el área y de 1.12% para el área productiva aprovechable considerada apropiada en este tipo de bosques (Espinoza, 1992), donde la asociación florística del bosque no excede más de 5 especies y tiene una zonación natural bien definida, es decir cada especie tiene sus límites de ocupación de acuerdo a factores naturales, como fluctuación de las mareas, salinidad etc.. También es preciso señalar que la accesibilidad en éstos tipos de bosques es muy difícil por lo cual intensidades altas significan mucho tiempo y gasto de recursos.

4.5.2 Varianza (V_x)

Se consideraron todas las posibles fuentes de variación tanto dentro de las parcelas como entre parcelas y el resultado de la Varianza fue de 0.0018, lo cual nos indica la poca variabilidad de los datos de volumen comercial total con respecto a la media , lo cual implica desde ya una disminución en el Error de Muestreo.

4.5.3 Desviación estándar y Coeficiente de Variación (s , CV%)

La desviación de los datos (s) intenta dar una idea de cuan esparcidos se encuentran éstos. Este valor es sencillamente la raíz cuadrada de la varianza (V_x) y es

más comúnmente usada para describir la dispersión de los datos respecto a la media. En este estudio el valor fue 0.0324 lo que determina un coeficiente de variación de 9.3% el cual nos refleja la poca dispersión de los datos con respecto a la media obtenida en el muestreo utilizado.

4.5.4 Error de muestreo

El error de muestreo juega un papel importante, considerándose que un error estadístico de 20 % sobre la media del volumen total, es la representación sobre la precisión de este tipo de inventario, a un nivel de confiabilidad del 95 % (Malleux, 1982). En este estudio el resultado del error fue de 13.35 % por debajo de lo permisible, es decir, no significativo debido en gran parte a la homogeneidad florística y estructural del bosque, y a la zonación natural bien delimitada que existe. Por lo tanto los datos de volúmenes obtenidos son confiables y por consiguiente la intensidad de muestreo o tamaño de la muestra utilizada también se puede considerar como representativa de la población.

4.6 Pautas metodológicas recomendadas para realizar trabajos de Inventario Forestal en los manglares del Estero Real.

Tomando en cuenta la experiencia acumulada en el desarrollo del inventario es posible proponer las siguientes pautas metodológicas las cuales están sujetas a ser mejoradas incorporando los elementos que ayuden a facilitar el trabajo de campo y obtener información lo más cercana a la realidad del bosque.

4.6.1 Distribución de las unidades de muestra

Tomando en cuenta que uno de los problemas principales del Muestreo Forestal es la distribución de las muestras, se sugiere la instalación de las parcelas siguiendo el gradiente de factores físico-químicos que funcionan en este ecosistema, es decir perpendiculares a los cursos de agua. Algunos de estos factores son la dirección de la amplitud de las mareas y la salinidad que teóricamente (aceptada), son algunos de los factores que determina la zonación natural de las especies.

4.6.2 Intensidad de Muestreo

La Intensidad de Muestreo está en función de la precisión del muestreo. Teniendo claros los objetivos de un inventario forestal, se puede fijar una determinada Intensidad de Muestreo tomando en cuenta los factores naturales inherentes al ecosistema . De lo anterior, una Intensidad de Muestreo entre 1-2%, da buenos resultados en este tipo de

bosque más aún, si en el desarrollo del trabajo de campo se evalúa al bosque en su integridad y no solamente como árboles.

4.6.3 Forma y tamaño de la parcela

En este tipo de bosque en donde no se encuentran más de tres especies en fajas de 200 metros lineales, parcelas pequeñas ayudan a resolver este problema. Un tamaño de 10 x 10 m (0.01 ha), es aceptable. Aunque se pueden utilizar parcelas cuadradas siempre y cuando se cierren en los cuatro vértices, es más recomendable usar parcelas circulares (5.64 m de radio), por la facilidad de ubicación de su centro y menor error en contabilizar los individuos dentro de la parcela, gracias al menor perímetro por superficie.

4.6.4 Formato de campo

Además de los formatos del árbol (**Anexo 1**), también es necesario elaborar un formato que caracterice el ambiente y las dificultades de realizar aprovechamiento forestal. Además es también necesario un formato que permita calcular las coordenadas de cada punto de observación del ambiente y parcelas de medición de árboles, para un posterior tratamiento cartográfico de la información. De esta forma, se obtiene un mapa de la zona bastante real lo cual permite realizar cualquier trabajo de campo tomando como referencia de campo el mapa obtenido producto de un trabajo esmerado y consciente de su finalidad.

4.6.5 Trabajo de campo

Es indispensable incorporar en las brigadas o grupos que realicen Inventario Forestal en los manglares del Estero Real a las personas que viven en el área, es decir a los campesinos que trabajan dentro del bosque ya que el conocimiento que ellos tienen del área es fundamental para planificar el manejo del bosque.

V.CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos y las observaciones de campo, es posible hacer las siguientes conclusiones:

- El área total de bosque existente en el manglar del Estero Canta Gallo es de 221.1 ha de las cuales 190 son aprovechables y 31 ha son no aprovechables.
- Los resultados estadísticos confirman la existencia de un patrón de distribución de las especies que conduce a la formación de comunidades boscosas de diversa composición florística e importancia forestal comercial; o sea la necesidad de una ordenación forestal en unidades productivas.
- El mayor valor del volumen lo tiene el tipo de bosque mangle rojo puro con 106.2 m³/ha en el área productiva no aprovechable por impedimentos de manejo y 62.0 m³/ha en el área productiva aprovechable.
- Las funciones volumétricas desarrolladas representan una herramienta muy importante para el cálculo del volumen comercial en pie del bosque de manglar del Pacífico Nicaragüense.
- En general la presencia de la regeneración natural en estado de brinzal con 52% es aceptable (Sorgel, 1985). La regeneración establecida (>2.5 cm < 10 cm) es muy

densa, encontrándose los mayores valores de densidad en este rango diamétrico disminuyendo en los diámetros mayores, característico de un bosque alterado.

- El 69% de las subparcelas están dentro de las categorías de Iluminación 1 y 2 (Dawkin, 1959) lo cual resulta apropiado para el desarrollo de las plántulas porque estas especies son heliófitas.
- Las variables del árbol están dirigidas a permitir una buena estimación del volumen maderable, además de caracterizar las estructuras del rodal y su salinidad. La pertinencia de incluir variables como Iluminación recibida y Forma de la Copa, está aún en estudio.
- El diseño del Inventario Forestal reúne las características o detalles necesarios para la evaluación de la vegetación con miras a un Plan de Manejo Forestal.
- Del análisis estadístico referido a la media del volumen comercial total por hectárea, resultó una Desviación Estándar (s) de 0.042, lo cual determina un Coeficiente de Variación (CV%) de 9.37% con un Error de Muestreo (EM%) calculado al nivel de 95% de probabilidades de 13.35%. Para un estudio de carácter preliminar o exploratorio, estos valores resultan ser muy aceptables.

VI. RECOMENDACIONES

- Para aumentar el área productiva aprovechable, es preciso potencializar el mercado de la madera de palo de sal, lo cual obviamente, aumentaría la cuota de extracción anual.
- En todas las decisiones de manejo forestal desde la definición de los límites de la posible concesión, la ordenación de las tierras forestales hasta la gestión del proceso productivo, es fundamental la participación activa y el criterio de los usuarios del bosque.
- Debido a que no se tienen datos de incremento de volumen del bosque, es necesario instalar Parcelas Permanentes de Crecimiento (PPC), para poder fijar una cuota de extracción basados en fundamentos técnicos.
- Con el stock de regeneración natural, que tiene el bosque, los tratamientos silvícolas a realizar deberían ser la entresaca o raleo y las cortas de liberación, todo con programa de aprovechamiento del producto obtenido.
- La reforestación con mangle rojo tiene más probabilidades de establecerse si se hace en áreas en donde el substrato sea suave y este bajo la influencia de la amplitud de las mareas.

- El Inventario Forestal debe de generar dos tipos de información de campo: aquella descriptiva de un sitio y aquella característica de un árbol. Este enfoque exige un cambio de actitud del técnico, ya que su puesta en práctica choca contra un cierto sesgo forestal: ver solo el árbol y no al bosque.
- Debido a la exigencia de producir mapas operativos, el diseño del Inventario Forestal debe ser sistemático para cubrir toda el área productiva de manera uniforme. Posteriormente se realizan las estratificaciones dentro del área.
- Es más conveniente al hacer un muestreo, hacer un mayor número de transectos que aumentar el número de parcelas por transecto, ya que aumento en precisión es poco a medida que el tamaño de la muestra es mayor.
- Para facilitar la elaboración de mapas temáticos, se debe realizar la unión entre transectos al momento de realizar el trabajo de campo.
- Para provocar un cambio de actitud de parte del usuario del bosque (leñador), es necesario que tenga asegurado un derecho de acceso y usufructo a la del recurso a largo plazo. Tal fin lo cumplen las concesiones forestales, pero el MARENA tendrá que adaptar su reglamentación de uso del bosque a las condiciones sociales y ambientales del manglar para crear un marco favorable a su posible otorgamiento.

- Es indispensablemente tanto el **MARENA** como las alcaldías, otras instituciones y las comunidades locales que estén ligados al bosque de mangle, jueguen un papel más beligerante respecto al problema de la degradación de los manglares del Estero Real y que se hagan partícipes de los estudios y trabajos que se realicen en el bosque.

- Los objetivos de Manejo Forestal deben ser:
 - Manejar el bosque natural con un programa de incorporación de las comunidades locales y organizaciones relacionadas con el recurso.
 - Aprovechar la madera para construcciones rústicas y con fines energéticos, bajo un sistema de corta de tala selectiva.
 - Manejar el bosque natural con aplicación de tratamientos silviculturales según producto a manejar.
 - Evaluar el crecimiento y rendimiento (y/o dinámica) del bosque.

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Cintrón & Schaeffer Novelli, 1998.** Ecología del Manglar. Ing. José Vivaldi (editor). Compendio enciclopédico de los recursos naturales de Puerto Rico. Santo Domingo, República Dominicana. Editorial Librotex, Inc.p. 1-111.
- Cintrón & Schaeffer Novelli, 1988.** Métodos para la Descripción y Areas del manglar. Ing. José Vivaldi (editor). Compendio Enciclopédico de los recursos naturales de Puerto Rico. Santo Domingo, República Dominicana. Editorial Librotex, Inc.p 1-111.
- Cintrón & Schaffer Novelli, 1988.** Documento preparado para la reunión de diseño y formulación de un proyecto especial sobre Bioecología del Manglar. Auspiciado por el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (PRDCYT) de la OEA. INVEMAR, Santa Marta, Colombia, 16-29 de junio, 1984.
- Espinoza A.R. 1992.** Evaluación de la estrategia y composición del bosque de manglar y lineamientos para su manejo silvícola en la reserva forestal de Terraba Sierpe, Costa Rica. Tesis Msc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Martínez F.R. 1985.** Playas y Dunas de Puerto Rico. Ing. José Vivaldi (editor). Compendio enciclopédico de los recursos naturales de Puerto Rico. República Dominicana. Editorial Librotex, Inc.p. 1-111.
- UNESCO. 1978.** Estudio Científico e Impacto Humano en el ecosistema de Manglares. Memorias del seminario organizado por UNESCO, con el auspicio del gobierno de Colombia. Cali, 27 de noviembre al 1 de diciembre, 1978.
- Malleux J. 1982.** Inventarios Forestales en Bosques Tropicales. Lima, Perú.
- MARENA, 1984.** Folleto IG-EC-053, Estero Real. Managua, Nicaragua.
- MARENA/VOLAFO/CATIE. 1994.** Estudio Tecnológico de la madera de tres especies de mangle. León, Nicaragua.
- Sorgel N. 1985.** Inventarios Forestales. Estelí, Nicaragua.

ANEXOS

Anexo 1

Descripción de variables evaluadas en parcela de 100 m²

Número de línea; se asignó un número específico a cada línea, diferenciando las líneas ubicadas en la ribera este y las líneas ubicadas en la ribera oeste, con el propósito de facilitar el procesamiento de los datos al momento de la clasificación del bosque en los diferentes tipos de bosque. La diferencia consistió en asignar números del 1 al 19 a las líneas ubicadas en la ribera este (derecha) y la asignación de números del 101 al 118 a las líneas ubicadas en la ribera oeste (izquierda).

Azimut; Se refiere a la dirección (en grados en base a circunferencia de 360°) que tiene cada línea del inventario. Es indispensable en cualquier inventario ya que esto nos ayuda a elaborar los mapas y a volver a evaluar el mismo bosque en un tiempo futuro, siguiendo la dirección de cada una de las líneas.

Número de parcela; Es la unidad elemental de muestreo estadísticamente individual dentro de la cual están las unidades básicas (árboles). Cada parcela debe tener un número que en conjunto con el número de línea la diferencien de las otras al momento de procesar los datos.

Número del árbol; Es la unidad básica, denominada así por ser la unidad más pequeña del muestreo y que no puede ser dividida y es sobre la cual se miden o estiman los parámetros de evaluación, como diámetro, alturas, volúmenes etc.

Número de eje; Esta variable hace la diferencia del árbol desde el punto de vista biológico y desde un punto de vista de aprovechamiento. Es decir nos ayuda a estimar la abundancia de una especie en un bosque determinado. No hay que confundir la densidad con la abundancia ya que la densidad se refiere al número de árboles existentes en una área determinada, mientras que la abundancia se refiere al número de ejes existentes en la misma área, ya sean principales (árbol) o secundarios (bifurcaciones del árbol a menos de 1.3 cm de altura), que tengan un diámetro mínimo aprovechable.

Nombre común del género; en nuestro caso se trabajó a nivel de género a falta de características taxonómicas de las especies que nos ayudara a diferenciarlas. Para esto se utilizó el nombre común de cada género, ya que en el levantamiento de los datos de campo, se trabajó en conjunto con el grupo de leñadores del Estero Real.

Dap (diámetro a la altura del pecho); En los inventarios forestales el dap, es la variable más importante, porque puede ser medido en forma directa, obteniéndose de esta forma datos precisos. Además, basándose en el dap se pueden obtener todos los demás parámetros más importantes del árbol como el volumen bruto y neto, la altura comercial y total y los diámetros de copa. En este trabajo, el dap se midió en con una cinta diamétrica con una precisión de 1 mm. Al palo de sal y al angelín (*Avicennia spp.* y *Laguncularia racemosa*) el dap se midió a 1.3 m de altura pero a mangle rojo

(Rhizophora spp) se le midió a 0.3 m después de la última raíz aérea, esto obedece a estudios realizados por especialistas, sobre donde es la altura más apropiada de medir el dap a esta especie.

Altura total; se define como la distancia del suelo hasta la rama más alta del árbol. Para su cálculo se utilizó un Clinómetro SUUNTO, y una vara de 2 m de alto utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{Hto} = (\text{CC} - \text{BV}/\text{PV} - \text{BV}) * \text{LV}$$

En donde; Hto = Altura total

- CC = Cima de Copa
- BV = Base de vara
- PV = Punta de vara
- LV = Longitud de la vara (metros)

Las unidades que resultan son metros.

Altura comercial; es definida como la distancia que existe desde el suelo hasta la primera bifurcación de importancia del árbol o hasta su diámetro mínimo aprovechable. Su cálculo se hizo de la misma forma que se calculó la altura total, con la diferencia que en sustitución de la CC, se utilizó el IC (Inicio de Copa). Las unidades también son en metros.

Clase de Iluminación de copas; la iluminación que reciben las copas de los árboles es un aspecto de primerísima importancia en silvicultura, por cuanto estima la cantidad de luz que recibe el árbol, lo que a su vez sirve para dimensionar la capacidad de respuesta de los árboles ante una apertura del dosel, como por ejemplo, los provocados por los raleos. La evaluación de esta variable consiste en hacer una apreciación de la clase de iluminación que recibe la copa del árbol, conforme a la pauta generada por Dawkin (1958).

Forma de la copa; la cobertura total de un bosque puede estimarse sumando las superficies de la proyección de las copas individuales como si estas fueran círculos. La determinación de la estructura es importante, ya que la calidad y cantidad de luz que llega a los distintos niveles en el interior de un bosque controla de manera importante los procesos de crecimiento y competencia. Se evaluó mediante apreciaciones de la clase de forma que tiene la copa del árbol basándose en una pauta diseñada por Synnot (1990).

Estado fitosanitario; se refiere a la sanidad del árbol, es decir, si está sano, enfermo o dañado por causas mecánicas. Se clasificaron de esta forma para diferenciar en los tipos de bosque, el bosque sano del bosque dañado.

Causa del daño; se diferenciaron las diferentes causas del daño; si es por insecto, por hongos, por caída de otros árboles, por el viento o rayos etc.

Lugar del daño; al igual que la causa se anotó el lugar del daño, con el objetivo de evaluar si el árbol es aprovechable o no.

Observaciones generales; además de todos los parámetros anteriores, se hicieron observaciones en cada parcela tales como la especie dominante alrededor de la parcela, características del sitio como el tramado, portabilidad, presencia de cursos de aguas etc.

Anexo 2

Descripción de variables evaluadas en sub parcela de 1 m²

Número de la sub parcela; Es correlativo dentro de cada transecto al igual que la parcela grande.

Clase de Iluminación; son apreciaciones hechas a la iluminación que recibe cada sub parcela, basándose en las pautas generadas por Dawkins, 1959.

Nombre común; al igual que en las parcelas grandes.

Número total de plántulas; se hizo un conteo del total de plántulas encontradas en cada sub parcela, con el objetivo de obtener el porcentaje de presencia de la regeneración menor a 2.5 cm.

Número de plántulas sanas; estado fitosanitario de la plántula. Se refiere al número de plántulas sanas encontradas en cada sub parcela.

Número de dañadas o enfermas; estado fitosanitario de la plántula. Se refiere al número de plántulas dañadas o enfermas encontradas en cada sub parcela.

Anexo 3

Formato de campo para levantar los datos en la parcela de 100 m²

No.de línea Rumbo No.de parcela

No.de brigada Responsable Fecha

No. árbol	No. eje	Especie	Dap (cm)	Altura Total. (m)	Altura Comercial (m)	Estado Fitosanitario	Causa	Lugar	Observaciones

Anexo 4

Formato de campo para levantar los datos en la sub parcela de 1 m²

Sub Parcela No. Responsable

Fecha Lugar

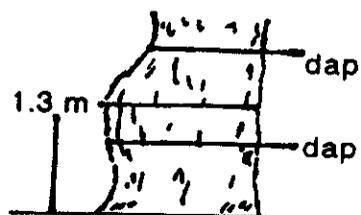
Clase de iluminación:			
Especie	No. Plántulas	Sanas	Enfermas
Palo de Sal			
Mangle Rojo			
Angelín			
Observaciones:			

Anexo 5

Guía utilizada para la medición del dap en diferentes situaciones.



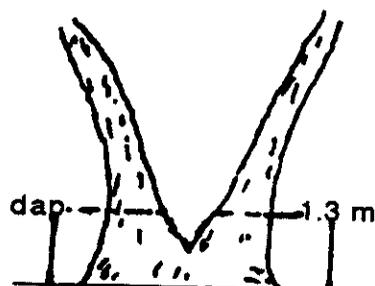
- a) Arboles verticales
sin aletones o con
aletones menores del
metro o con raíces
aéreas menores de
1 metro de altura



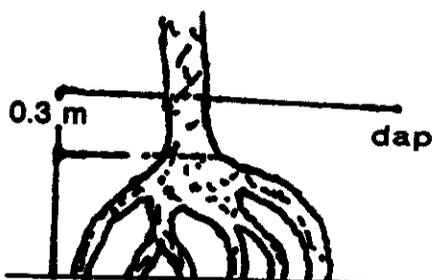
- b) Con deformaciones a
1.3 metros de altura



- c) 1.3 metros medidos
hacia el lado donde
se inclina el árbol



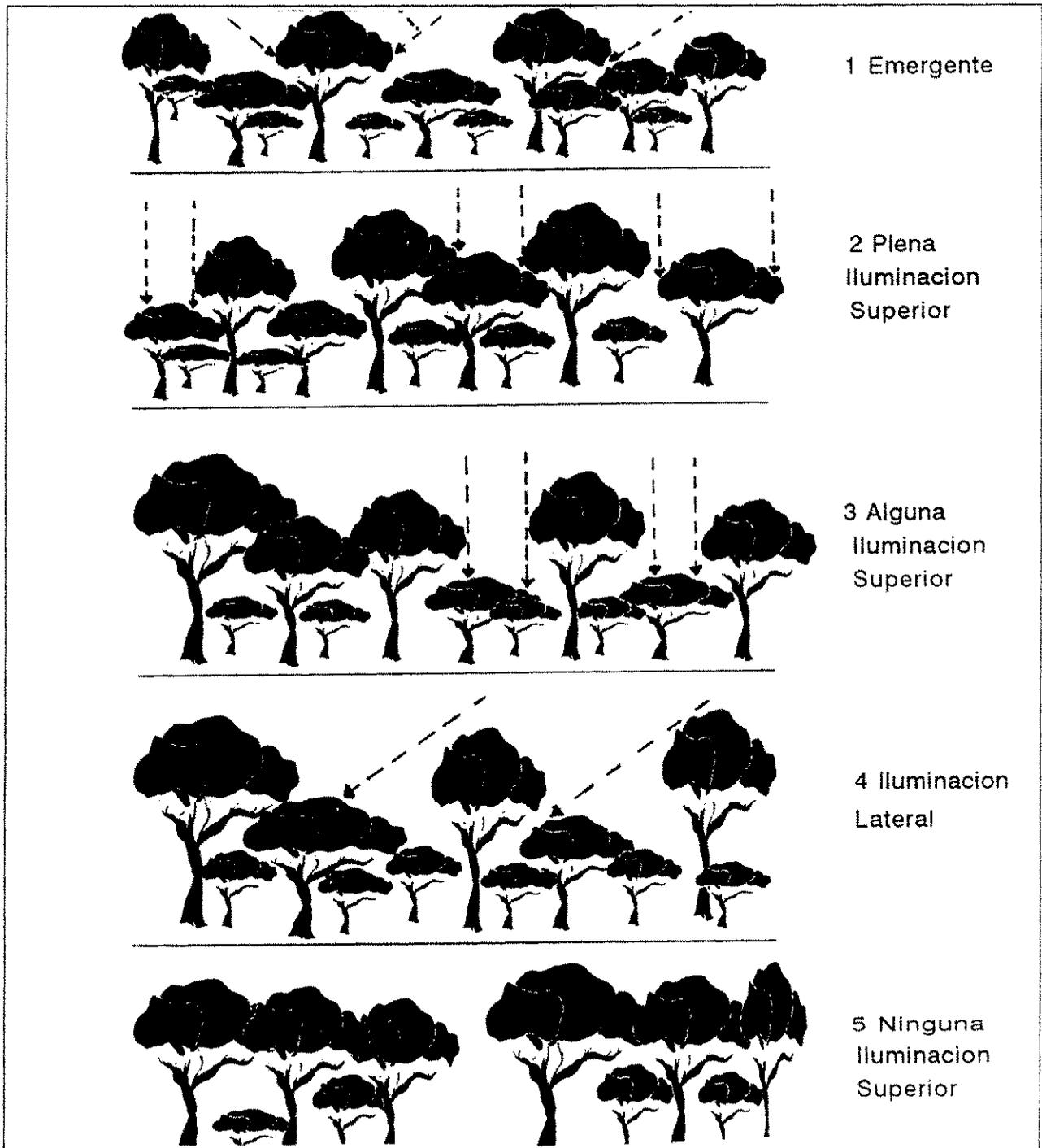
- d) Con bifurcaciones
por debajo de los 1.3
metros de altura



- e) Arboles con raíces
aéreas a más de 1.3
metros de altura

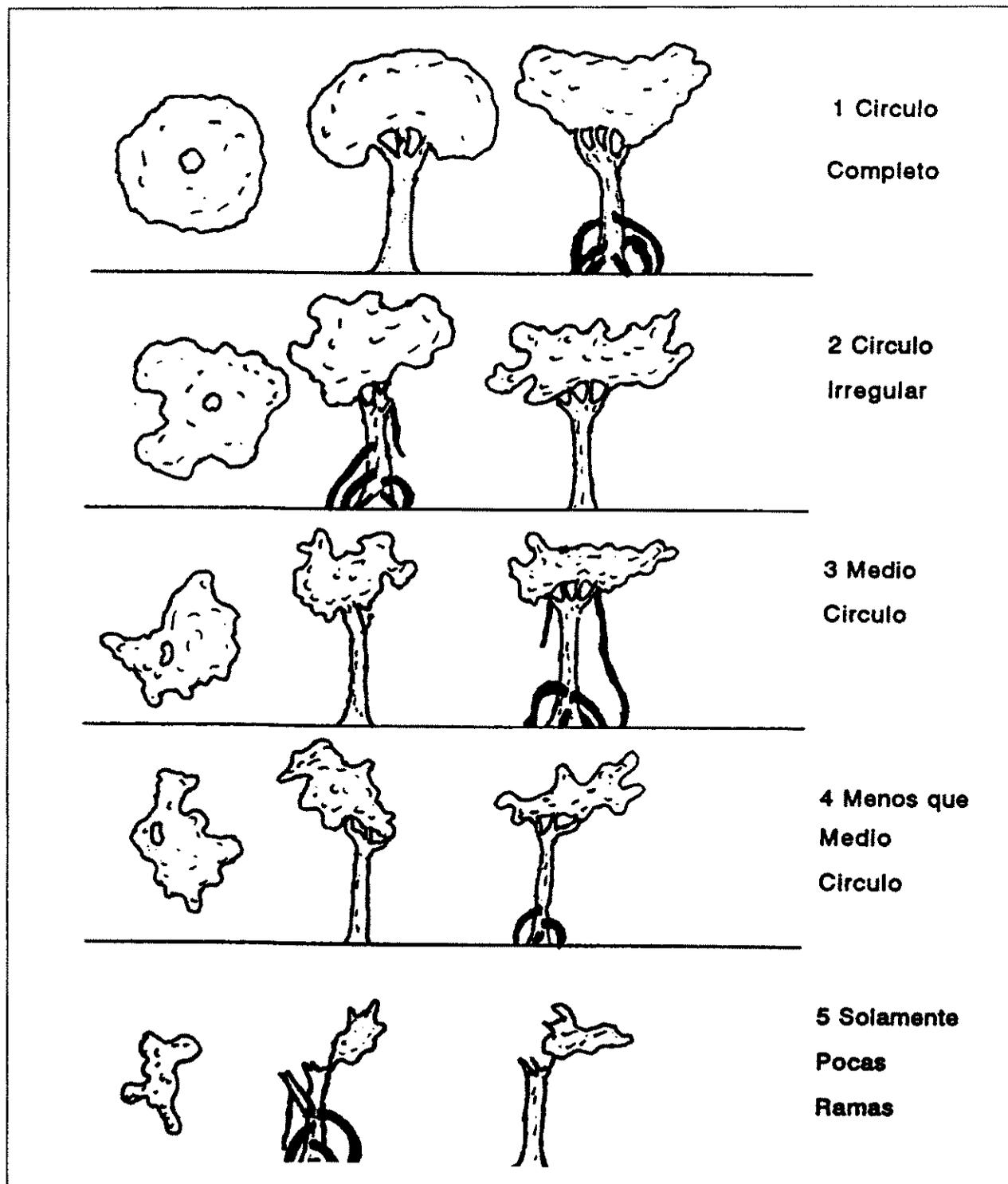
Anexo 6

Guía utilizada para determinar la Clase de Iluminación de Copas basándose en pautas generadas por Dawkins, 1958



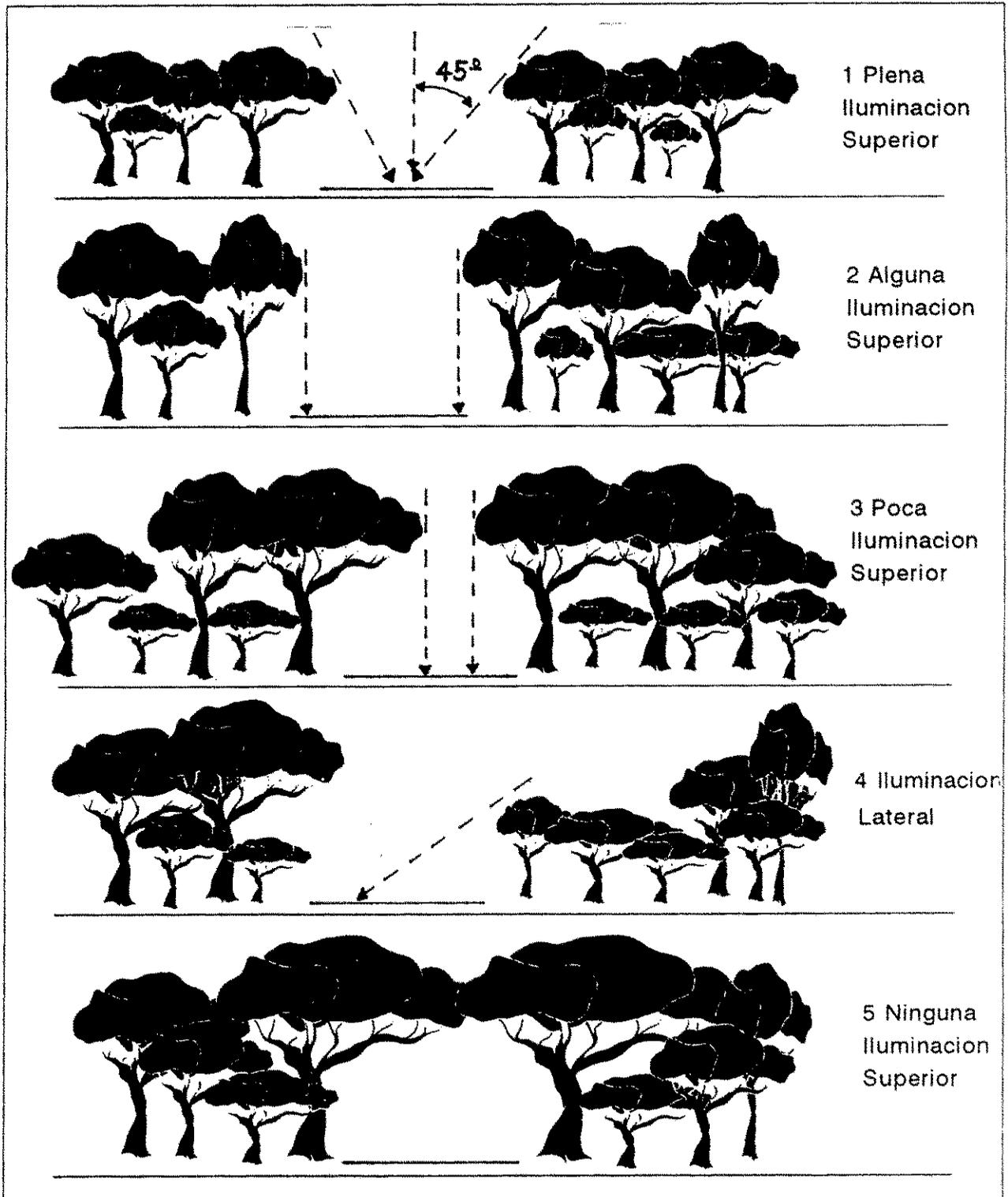
Anexo 7

Guía utilizada para determinar la forma de la copa basándose en pautas generadas por Synnot, 1990



Anexo 8

Guía utilizada para determinar la clase de iluminación de la sub parcela basándose en pautas generadas por Dawkins, 1959



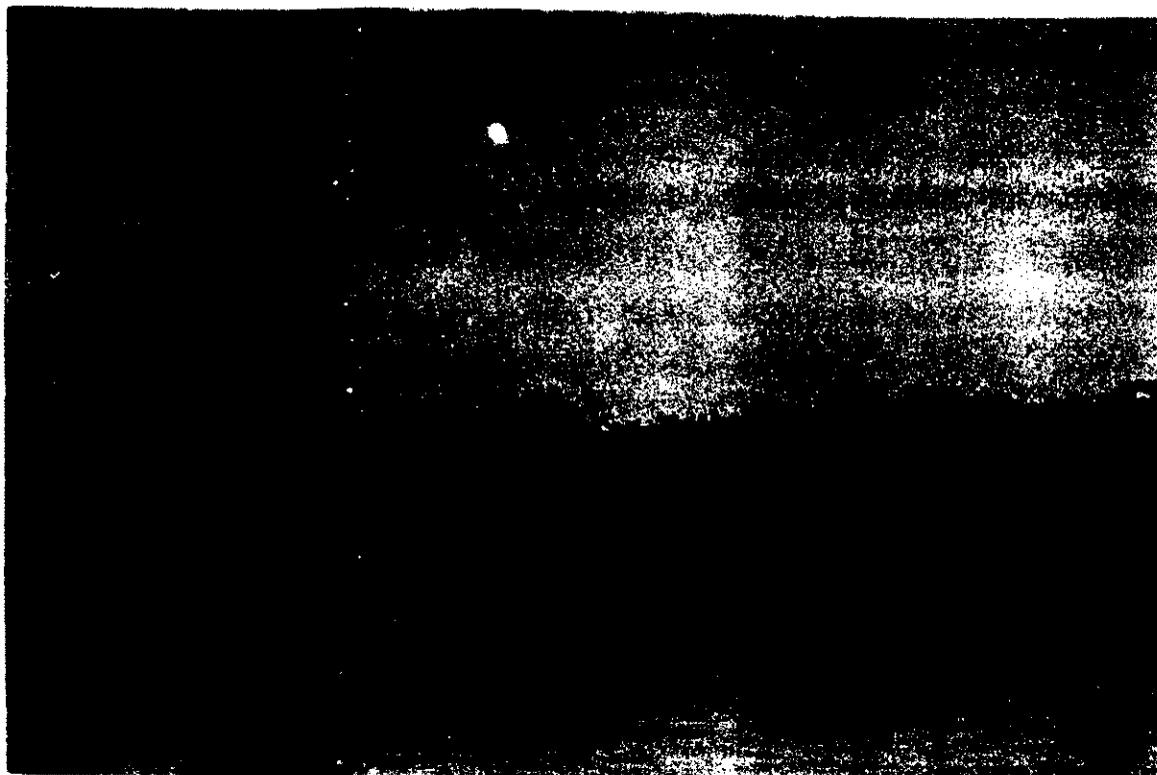
Anexo 9

Erosión en la ribera del Estero Real, producto de la deforestación antrópica



Anexo 10

Invasión de palo de sal (Avicennia spp), en el hábitat de mangle rojo (Rhizophora spp)



Anexo 11

Degradación que sufre el bosque, producto de un aprovechamiento sin ninguna técnica, de aprovechamiento ni manejo silvícola



Anexo 12

Playones salitrosos potencialmente aptos para la instalación de estanques para el cultivo del camarón ubicados después de la faja de bosque



Anexo 13

Inicio de la construcción de un estanque camaronero en los Playones salitrosos



Anexo 14

Madera de mangle rojo seccionadas en trozas antes de ser rajadas



Anexo 15

Leña de mangle rojo, lista para la venta

