

**MINISTERIO DEL
AMBIENTE Y RECURSOS
NATURALES (MARENA)**



**PROYECTO
CONSERVACION PARA EL
DESARROLLO
SOSTENIBLE EN
AMERICA CENTRAL**

**SERVICIO FORESTAL
NACIONAL**

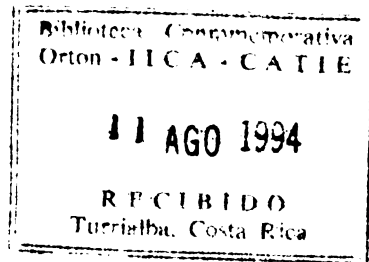
**PROYECTO
MANGLARES-OLAFO**

INVESTIGACION FORESTAL

**LABORATORIO DE
TECNOLOGIA DE
LA MADERA**

MARENA - CATIE

**ESTUDIO TECNOLOGICO
DE LA MADERA EN TRES
ESPECIES DE MANGLE**



**Marzo, 1994
Managua, Nicaragua
Centro América**

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA

En la investigación "Estudio Tecnológico de la Madera en tres Especies de mangle" participó personal del Laboratorio de Tecnología de la madera constituido por:

- Area de Anatomía e Identificación de la Madera: - Lic. Mirna Alvear A.
- Téc. Gladys López G.

- Area de Secado y Preservación de la Madera: - Lic. Mara Alvear A.
- Téc. Antonio Ramos B.
- Téc. Alba Ubeda P.

- Area de Propiedades Físico - Mecánicas: - Téc. Carlos Delgado P.
- Ing. Francisca Alemán H.
- Ing. Valentina Paredes R.
- Téc. Gustavo Mayorga G.

- Area de Aserrado y Carpintería: - Carlos Evelio Dumas Díaz
- Eduardo Jiménez P.

COORDINACION, REDACCION Y REVISION:

- Lic. Aleyda Morales Vargas - Resp. Laboratorio de Tecnología de la Madera
- Lic. Zoila Herrera Alegría - Planif. SFN/Asesoría LTM.

Levantado de texto: Thelma Bustamante

PROYECTO OLAFO

Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (OLAFO) es un Proyecto del Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales del CATIE, financiado por las Agencias de Cooperación Internacional de Dinamarca, Noruega y Suecia. Sus objetivos son investigar, validar y difundir modelos sostenibles de sistemas de producción basados en el uso integral de los productos y servicios del bosque. Las acciones del proyecto se basan en la participación y protagonismo de las comunidades locales, involucrando a las instituciones nacionales.

En Nicaragua el Proyecto OLAFO es Coordinado entre el CATIE y el MARENA, con el fin de promover la conservación y el uso racional de los manglares del Pacífico, específicamente en León y Chinandega, brindando alternativas productivas rentables y ecológicamente sostenibles a los pobladores de las áreas costeras.

El Proyecto ha generado el manejo y ordenamiento del bosque de mangle como actividad principal, complementada con crianza de iguana verde en cautiverio, apicultura, pesca, utilización del tanino de la corteza de mangle, elaboración de artesanías y producción de carbón a partir de residuos de mangle. Al mismo tiempo el Proyecto brinda capacitación a las comunidades e incentiva la reforestación del manglar y áreas aledañas con especies energéticas de rápido crecimiento.

STAFF DEL PROYECTO OLAFO / NIC.

- NORVIN SEPULVEDA RUIZ: COORDINADOR NACIONAL
- MARIA DE JESUS DIAZ: DIRECTORA CONTRAPARTE NACIONAL
- FLOR DE MARIA CACERES: RESPONSABLE AREA SOCIOECONOMICA
- MIRTA GUTIERREZ: RESPONSABLE AREA MERCADEO
- NAKORD GARCIA: RESPONSABLE AREA DESARROLLO COMUNITARIO
- RENE AYERDIS: RESPONSABLE AREA MANEJO FORESTAL
- RAUL CRUZ: DIRECTOR CONTRAPARTE ISLA DEL VENADO
- CAIRO DIAZ: EXTENSIONISTA
- JOSE ARANA: EXTENSIONISTA

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA "OLOF PALME"

El Laboratorio de Tecnología de la Madera "Olof Palme" fue fundado en 1983 con asistencia técnica y financiera del Gobierno de Suecia. Consta actualmente de las siguientes áreas: Anatomía e Identificación de la Madera, Secado y Preservación, Propiedades Físico-Mecánicas, Aserrado y Carpintería. Realiza investigaciones puras y aplicadas y brinda servicios a la industria y al público en general.

El objetivo del Laboratorio de Tecnología de la Madera es promover la utilización racional del recurso forestal mediante la formulación de las bases necesarias para la implementación de sistemas y técnicas que permitan un mejor aprovechamiento de la materia prima, contribuyendo así al desarrollo de procesos industriales que incrementen el uso de la madera, para lo cual realiza investigaciones, brinda asistencia técnica, imparte cursos, conferencias y publica los resultados de las investigaciones.

AGRADECIMIENTO

- A los Ingenieros Roberto Araquistain Cisneros, Director del Servicio Forestal Nacional (SFN) y Miguel Reyes García, Subdirector SFN por el apoyo brindado a la publicación de investigaciones del Laboratorio de Tecnología de la Madera en particular y del Servicio Forestal en general.
- Al Ing. Norvin Sepúlveda Ruiz, Coordinador del Proyecto OLAFO/NICARAGUA por la exitosa coordinación con el Laboratorio de Tecnología de la Madera durante la realización de esta investigación y las gestiones para el financiamiento de la presente publicación.
- Al personal del Proyecto OLAFO/NICARAGUA por la colaboración eficiente en la fase de campo.
- A la Lic. Martha Blanco, Delegada Departamental de MARENA-León por el apoyo administrativo necesario en la recolección de la madera.
- Al Lic. Alfredo Grijalva, Director del Herbario Nacional de Nicaragua por la identificación botánica de las especies estudiadas.

ANTECEDENTES

El Laboratorio de Tecnología de la Madera fue fundado en el año 1983 con asistencia técnica y financiera del Programa de Cooperación Sueca al Sector Forestal de Nicaragua, contando actualmente con el equipo y el personal capacitado para la investigación de las propiedades y usos de las especies maderables nicaragüenses.

En el mes de Junio de 1993 se coordinó el presente trabajo "Estudio Tecnológico de la madera en tres especies de Mangle" con el Proyecto Manglares-Olafo cuyo objetivo era investigar las propiedades tecnológicas de estas especies maderables y recomendar los usos apropiados para ellas. Los resultados de esta investigación son proporcionados al usuario en el presente libro a fin de contribuir al mejor conocimiento y utilización racional de tan importante recurso en Nicaragua.

INTRODUCCION

En Nicaragua existen numerosas especies de árboles de uso múltiple, entendiéndose por tales aquellos que potencialmente pueden brindar varios productos o servicios. Productos: madera, leña, frutos, taninos, uso medicinal, etc. Servicios: sombra, fijación de nitrógeno, ornamental, etc. Los mangles, de los cuales hemos investigado tres especies: **MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii*)**, **AGELI (*Laguncularia racemosa*)** y **PALO DE SAL (*Avicennia germinans*)** pueden también catalogarse como árboles de uso múltiple ya que de ellos pueden obtenerse madera, leña y carbón, taninos, producción de miel, etc. y brindan servicios como protección de costas, refugio de vida silvestre y fauna acuática, etc.

La madera de mangle a su vez ha sido objeto de esta investigación para determinar sus propiedades y recomendar los usos apropiados ya que tradicionalmente ha estado utilizada para varules, leña y carbón, construcciones rurales principalmente. Es posible diversificar el uso de estas especies ya que ellas son maderas estructurales y a pesar de cierta dificultad en su trabajabilidad es factible la obtención de buenos acabados.

INDICE GENERAL

	Pág.
• AGRADECIMIENTO	iv
• ANTECEDENTES	v
• INTRODUCCION	vi
• INDICE GENERAL	vii
 Cap. I.	
GENERALIDADES SOBRE LOS MANGLARES EN NICARAGUA	1
 Cap. II.	
METODOLOGIA	9
 Cap. III.	
ESTUDIO TECNOLOGICO DE LA MADERA DE MANGLE ROJO (<i>Rhizophora harrisonii</i>)	17
3.1 Descripción de la especie	19
3.2 Distribución	19
3.3 Características generales de la madera	20

3.4 Características Anatómicas	20
3.5 Propiedades Físicas y Mecánicas	23
3.6 Durabilidad Natural y Preservación	28
3.7 Secado	28
3.8 Trabajabilidad	30
3.9 Usos de la Madera	30
3.10 Otros usos	30

Cap. IV.

ESTUDIO TECNOLÓGICO DE LA MADERA DE AGELI

<i>(Laguncularia racemosa)</i>	33
--	----

4.1 Descripción de la especie	35
4.2 Distribución	35
4.3 Características generales de la madera	36
4.4 Características Anatómicas	36
4.5 Propiedades Físicas y Mecánicas	39
4.6 Durabilidad Natural y Preservación	44
4.7 Secado	44
4.8 Trabajabilidad	46
4.9 Usos de la Madera	46
4.10 Otros usos	46

Cap. V.

ESTUDIO TECNOLÓGICO DE LA MADERA DE PALO

<i>(Avicennia germinans)</i>	49
--	----

5.1 Descripción de la especie	51
---	----

5.2 Distribución	51
5.3 Características generales de la madera	52
5.4 Características Anatómicas	52
5.5 Propiedades Físicas y Mecánicas	55
5.6 Durabilidad Natural y Preservación	60
5.7 Secado	60
5.8 Trabajabilidad	62
5.9 Usos de la Madera	62
5.10 Otros usos	62
 Cap. VI.	
DISCUSION DE LOS RESULTADOS	65
6.1 Características Generales y Anatómicas	67
6.2 Propiedades Físicas y Mecánicas	69
6.3 Secado y Preservación	72
6.4 Conclusiones	77
 GLOSARIO	79
BIBLIOGRAFIA	89
ANEXO. Normas utilizadas en el Estudio Tecnológico	93

CAPÍTULO I.

GENERALIDADES SOBRE LOS MANGLARES EN NICARAGUA

CAPITULO I.

GENERALIDADES SOBRE LOS MANGLARES EN NICARAGUA

Los manglares son unos de los sistemas de mayor productividad primaria y productividad secundaria asociada del mundo, están clasificados como humedales estuarinos y cubren un área de 60,000 ha. a lo largo de las Costas Atlántica y Pacífica de Nicaragua. Para la Costa del Pacífico según datos de 1988 existen 39,110 ha distribuidas así:

	<u>Ha</u>
- Estero Real y Costa del Golfo de Fonseca	19,410
- Estero Padre Ramos	4,590
- Las Peñitas a Salinas Grandes	2,420
- Estero Ciego a Puerto Sandino	1,990
- Aserradores - Poneloya	<u>10,700</u>
Total:	39,110

* Fuente: DIRENA (1988).

GENERALIDADES

Recientemente Cedeño (1993) reportó para el Pacífico un área de 30,695 ha distribuidas así:

	Ha
- Estero Real	18,586
- Padre Ramos	3,114
- Aserradores-Corinto	6,060
- Poneloya - Pto. Sandino	<u>2,935</u>
Total:	30,695

Los manglares representan un ecosistema forestal muy diferente a los de tierra firme, ya que es una sucesión edáfica halófila influida por la marea, es decir, que los ambientes en que se desarrolla el manglar son por lo general "exigentes" desde el punto de vista fisiológico. El manglar presenta amplios y extremos rangos de tolerancia a la salinidad, temperatura y disponibilidad de nutrientes (Walsh, 1974; Day et al, 1989, citados por Windevoxel, 1992). Como resultado, evolutivamente se ha desarrollado una comunidad vegetal con pocas especies y muchas adaptaciones fisiológicas, con una acumulación de sedimentos que permite la extensión de estos bosques. Los bancos de sedimentos que se forman frente al bosque son colonizados primariamente por *Rhizophora mangle*, con el paso del tiempo el suelo adquiere mayor estabilidad y es poblado por otras especies.

Los manglares son valiosos económicamente, no sólo por los productos forestales que ofrecen, sino también por el rol que juegan al aportar alimento 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, sirven como filtros reteniendo sedimentos, etc. (CATIE/UICN/DANIDA, 1992).

Según Silva y Prado (1992), la vegetación en los bosques de manglares ha sido clasificada en cinco estratos de acuerdo a la altura, cobertura y densidad. Los estratos se describen a continuación:

- **MANGLE ALTO DENSO:** Altura de 10 a 18 m, cobertura vegetal mayor de 80% y densidad entre 660 - 1740 árboles/ha.
- **MANGLE ALTO CLARO:** Altura de 12 a 18 m, cobertura vegetal entre 50 y 80%, densidad de 400 - 1000 árboles/ha.
- **MANGLE BAJO DENSO:** Altura de 5 a 8 m, cobertura mayor de 80% y densidad entre 1100 - 1800 árboles/ha.
- **MANGLE BAJO CLARO:** Altura de 5 a 8 m, cobertura vegetal entre 50 y 80%, densidad de 940 - 1280 árboles/ha.
- **MANGLE ARBUSTIVO:** Altura de 1 a 5 m, cobertura menor de 60% con densidades variables.

Las especies determinadas en los manglares del Pacífico se enumeran a continuación :

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
MANGLE ROJO	<i>Rhizophora mangle</i> <i>Rhizophora harrisonii</i> <i>Rhizophora racemosa</i>	Rhizophoraceae
PALO DE SAL	<i>Avicennia germinans</i> <i>Avicennia bicolor</i>	Verbenaceae
AGELI	<i>Laguncularia racemosa</i>	Combretaceae
BOTONCILLO	<i>Conocarpus erectus</i>	Combretaceae

Tradicionalmente los manglares han sido aprovechados desde los primeros asentamientos indígenas provenientes de El Realejo, donde el tráfico de nativos llevado a cabo por los españoles (Historia de El Realejo, 1928 - 1944) era mayor y para esto tenían como principal lugar de tráfico el Pto. EL REALEJO. El aprovechamiento del ecosistema del manglar por parte de la población se ha visto incrementado en los últimos años por los problemas socio-económicos y las múltiples crisis.

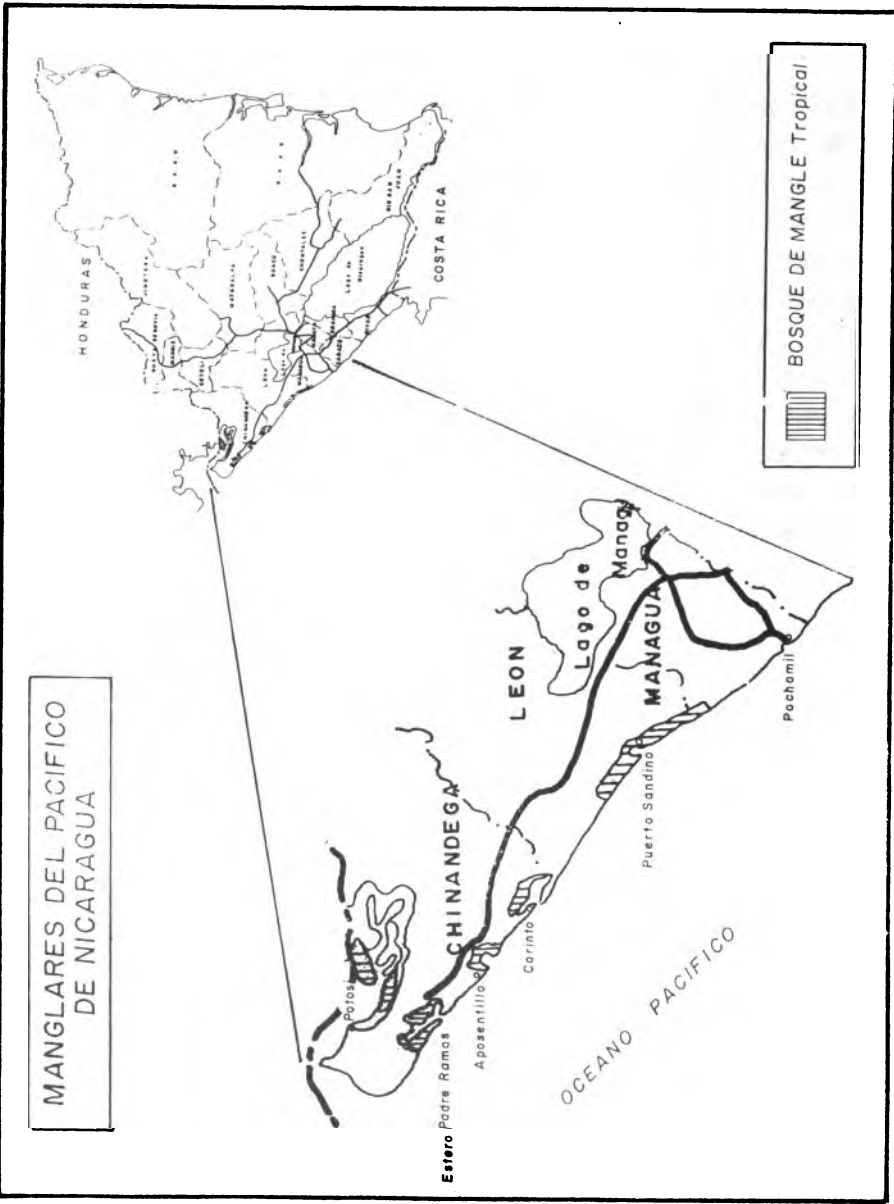
Las especies de mangle (*Rhizophora* sp. *Avicennia* sp. y *Laguncularia racemosa*) poseen madera de buena calidad que puede ser utilizada en estructuras, construcción en general, artículos torneados, muebles o partes de éstos, etc. Son fuente de combustible por el alto poder calorífico y la excepcional calidad de la leña y carbón que producen. De la corteza de *Rhizophora* sp. principalmente se extraen taninos, que son compuestos químicos de naturaleza polifenólica y polimérica que son empleados en la preparación de cueros en las industrias peleteras, ya que son capaces de darles dureza, preservarlas del ataque de microorganismos y de impermeabilizarlas. Las especies de *Avicennia* se caracterizan por ser plantas melíferas, produciendo miel de muy buena calidad; el género *Conocarpus* es polinífero.

No obstante la alta productividad de estos ecosistemas y sus beneficios ecológicos están sometidos constantemente a presión que va produciendo en ellos degradación. Las causas de esta destrucción pueden ser internas y externas. Las internas se refieren a la extracción o sobreexplotación de productos (madera, leña, corteza, aprovechamiento de moluscos y crustáceos) y las externas a la disminución de aguas continentales y aumento de salitres, aumento de sedimentos y contaminantes provenientes de los ecosistemas continentales. (Cedeño, 1993; Hurtado y Camacho, 1993). Los manglares en general han sido ignorados por mucho tiempo en lo referente al manejo

racional, ya que no han sido objeto de estudio para una ordenación adecuada. En esta década ha surgido un gran interés por este recurso del cual se están realizando investigaciones y trabajos en lo concerniente al manejo sostenido.

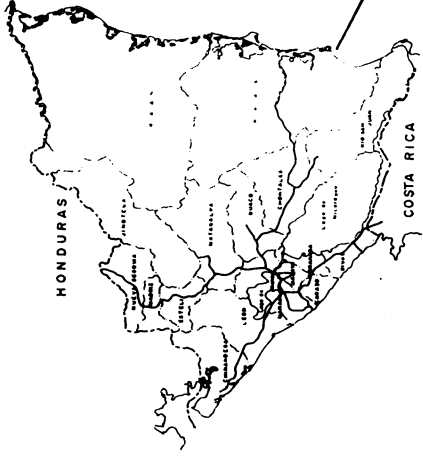
El Proyecto OLAFO en conjunto con MARENA, desde el año 1989 realizó estudios socioeconómicos y biofísicos para demostrar la factibilidad del aprovechamiento sostenido del ecosistema de manglar seco en Nicaragua. Se ha iniciado un plan de manejo por parte de las comunidades de Las Peñitas-Salinas Grandes, y se ha validado la producción de iguana verde en cautiverio, producción de miel, producción de carbón vegetal y extracción de taninos. De igual manera se está apoyando y capacitando a los pescadores artesanales y se están realizando estudios sobre el manejo de larvas de camarón, se promueven viveros y plantaciones tanto de manglares como de especies energéticas.

MANGLARES DEL PACIFICO DE NICARAGUA

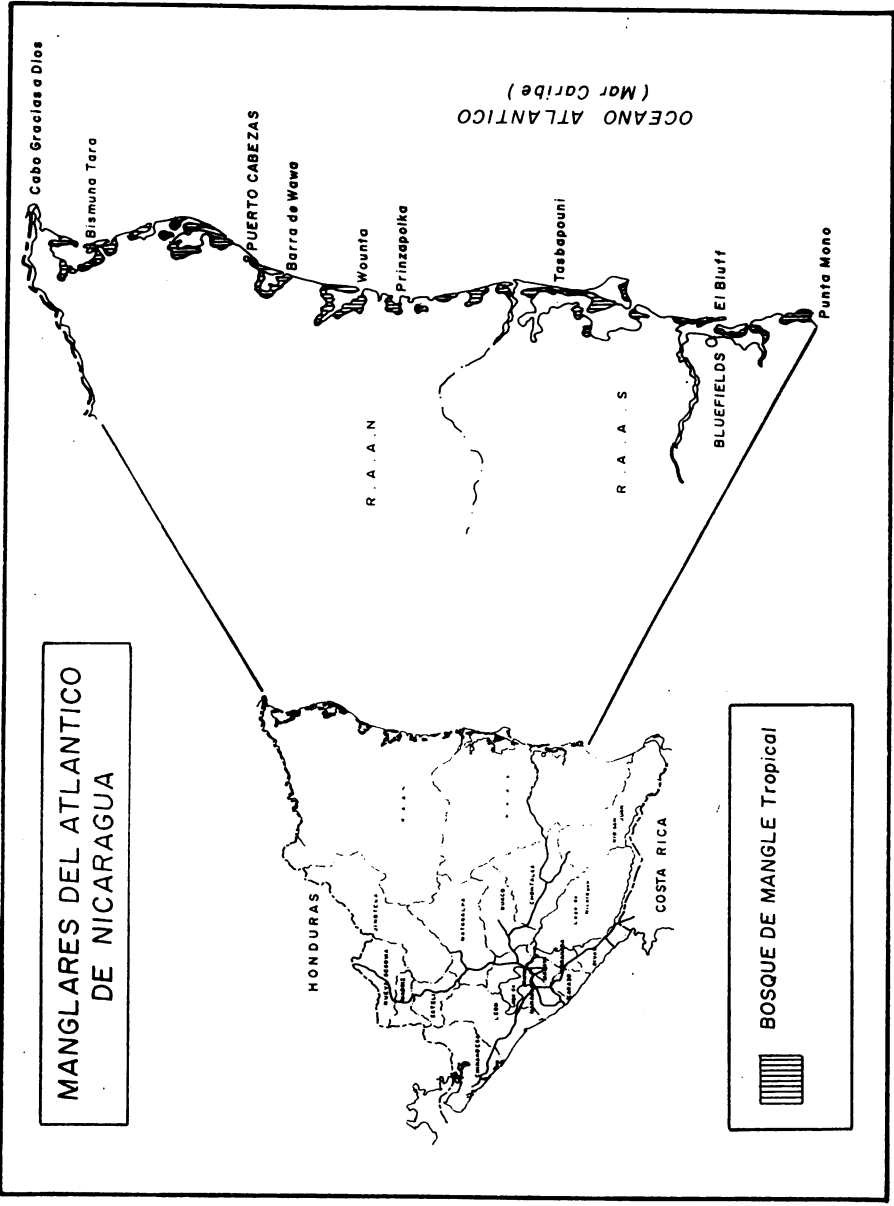



BOSQUE DE MANGLE Tropical

MANGLARES DEL ATLANTICO DE NICARAGUA



BOSQUE DE MANGLE Tropical



OCEANO ATLANTICO
(Mar Caribe)

CAPITULO II.
METODOLOGIA

CAPITULO II.

METODOLOGIA

2.1 MATERIALES Y EQUIPO:

Para el Estudio Tecnológico de la Madera en tres especies de mangle se utilizaron Madera, Equipo de Campo y de Laboratorio según se enumeran a continuación:

- Equipo de extracción de madera
- Equipo de Aserrado y Carpintería
- Probetas
- Tablas de relleno
- Separadores
- Techo (Pila de Secado al aire)
- Balanza electrónica de 28-280 gr. y precisión ± 0.0001 gr.
- Balanza electrónica de 16000 gr. y precisión de ± 0.1 gr.
- Horno pequeño con temperatura máxima de 200^oC
- Termohigrógrafo
- Xilohigrómetro
- Micrótopo de deslizamiento marca Reichert
- Estereoscopio

- Microscopio binocular marca Leitz
- Afilador de cuchillas eléctrico marca Temtool Rotosharp 2
- Planta de impregnación
- Termómetro
- Densímetro
- Preservante (Sal CCA)
- Máquina Universal para Ensayos marca Tinius Olsen y accesorios
- Vernier
- Tornillo micrométrico
- Péndulo Sharpy para ensayos de Impacto
- Cuarto Climático
- Cristalería
- Reactivos
- Guantes de Hule
- Botas de Hule
- Formularios
- Calculadora
- Equipo de Oficina y Computadora
- Cámara Fotográfica

2.2 METODOLOGIA:

2.2.1 Selección y Colección de Muestras:

Para la realización del Estudio Tecnológico de la Madera en tres especies de mangle se colectaron 5 árboles por cada especie para un total de 15 árboles, obtenidos en el sitio La Garita, Salinas Grandes, Depto. de León. Los criterios para la selección de los árboles fueron el diámetro mínimo de 40 cm, altura comercial mínima de 8.0 m, fuste recto y sano. El fuste de cada árbol se dividió en trozas de 2.0 m. La colección de las muestras de madera en el campo se efectuó de acuerdo a lo estipulado en la Norma COPANT 458: "MADERAS. Selección y colección de muestras".

2.2.2 Estudio Anatómico:

En el Estudio Anatómico se tomaron muestras de 3 árboles para la determinación de:

- Características Organolépticas: Color, Olor, Sabor, Brillo, Grano y Textura.
- Características Macroscópicas: Parénquima axial, poros, radios, líneas vasculares, anillos de crecimiento.
- Características Microscópicas: Parénquima axial, poros/vasos, radios, fibras, puntuaciones.

Las correspondientes mediciones y descripciones se realizaron de acuerdo a la Norma COPANT 30:1 - 019.

2.2.3 Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas:

Para las Propiedades Físicas (Contenido de Humedad, Peso Específico y Contracción) se cortaron dos probetas por troza para un total de cuatro probetas por árbol; para las Propiedades Mecánicas se cortó una probeta por troza para los ensayos en estado verde y una para los ensayos en estado seco al aire.

Los ensayos se realizaron para condición verde, es decir con un Contenido de Humedad superior al punto de saturación de las fibras (CH > 30%) y para condición seca al aire, con un contenido de humedad aproximadamente en equilibrio con las condiciones climáticas de Managua (CH entre 10 y 16%). Todos los ensayos fueron llevados a cabo siguiendo las respectivas recomendaciones de las Normas COPANT. (Ver Anexo).

Para cada propiedad se calculó el valor promedio, intervalo de confianza al 95%, coeficiente de variación total. Las propiedades físicas y mecánicas que se estudiaron se enumeran a continuación:

2.2.3.1 Propiedades Físicas:

Densidad o Peso Específico a diferentes Contenidos de Humedad; Contracciones (Radial, Tangencial, Longitudinal, Volumétrica) de verde a seco al aire, verde al 12% y verde a seco al horno; Relación de Contracciones.

2.2.3.2 Propiedades Mecánicas:

Flexión Estática, Compresión Paralela y Perpendicular a la Fibra, Dureza Janka, Extracción de Clavos, Tracción Perpendicular a la fibra, Impacto.

Posteriormente se calcularon las Fatigas Admisibles para el cálculo de Esfuerzos en elementos estructurales y se determinó el grupo estructural para cada especie de mangle.

2.2.4 Estudio de Secado al aire:

Para el secado al aire se prepararon 20 probetas por árbol (tablas - probetas) con las siguientes dimensiones: 125 cm de largo, 12.5 cm de ancho y 2.5 cm de espesor, siendo de madera sana y libre de defectos.

Se formaron las pilas sobre bases de concreto, colocándose un techo para evitar incidencia directa del sol y la lluvia. Durante todo el tiempo del ensayo se registraron la Temperatura y Humedad Relativa del ambiente mediante el termohigrógrafo. Para cada tabla se determinó el Contenido de Humedad inicial, se controló el CH cada 7 días y al finalizar el secado se determinó el contenido de humedad final.

Con los datos de Contenido de Humedad inicial y tiempo de secado se efectuó el análisis estadístico para determinar la velocidad de secado en cada especie. Finalmente se midieron y clasificaron los defectos y se elaboraron las respectivas Curvas de Secado al Aire.

2.2.5 Estudio de Preservación:

Para el estudio de Preservación se elaboraron 40 probetas por árbol (20 de albura y 20 de duramen) con las siguientes dimensiones: 50 cm de longitud, 5 cm de ancho y 5 cm de espesor; se apilaron hasta alcanzar peso constante o estado seco al aire, se preservaron aplicando el método vacío - presión a célula llena (Bethell) con sal CCA diluida en agua al 3%. Al finalizar el proceso se determinó la absorción, penetración y se clasificaron las especies de acuerdo a su tratabilidad.

2.2.6 Elaboración de artículos con madera de Mangle:

A fin de completar las observaciones sobre la trabajabilidad de estas especies se elaboraron 8 artículos de madera con las 3 especies (2 anaqueles, 3 mesitas, 1 esquinera, 1 banquito, 1 librero) y 22 artesanías.

2.2.7 Determinación de Usos y redacción de Informe Final:

En base a los datos obtenidos en el estudio tecnológico se determinaron los usos para las 3 especies y se redactó el Informe Final para la publicación de los resultados.

CAPITULO III.

ESTUDIO TECNOLOGICO DE LA MADERA DE MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii* Leechman). Familia: Rhizophoraceae

CAPITULO III.

ESTUDIO TECNOLOGICO DE LA MADERA DE MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii* Leechman). Familia: Rhizophoraceae

3.1 DESCRIPCION DE LA ESPECIE:

Arbol hasta de 25 m de altura, con raíces fúlcreas. Corteza lisa color gris a pardo grisáceo. Hojas simples, elípticas, coriáceas, pecioladas. Inflorescencia en cimas axilares con flores pequeñas color blanco-amarillento. Frutos en bayas.

3.2 DISTRIBUCION:

Se encuentra en América en la Costa del Pacífico desde Puerto Lobos en México hasta Punta Malpelo en Perú; en la Costa Atlántica desde la península de Florida hasta Santa Catarina en Brasil. En Nicaragua se encuentra mezclado con otras especies (*Rhizophora mangle*, *R. racemosa*, etc.) en la Costa del Pacífico desde el Estero Real hasta Puerto Sandino-Poneloya, reportándose también en la Costa Atlántica.

3.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MADERA:

Madera con albura diferenciada del duramen de color rosado y duramen color castaño rojizo; textura media; grano recto a entrecruzado; superficie medianamente lustrosa; olor desagradable y sabor no característico.

3.4 CARACTERISTICAS ANATOMICAS:

Parénquima no distinguible aún con lupa, paratraqueal vasocéntrico y apotraqueal difuso muy escaso. Poros visibles solamente con lupa en distribución semicircular, de forma oval y circular, predominantemente solitarios, en menor proporción múltiples de 2 y 3; numerosos a muy numerosos; pequeños a medios, obstruidos por óleo-resina y tílides; elementos vasculares con placa de perforación múltiple escaleriforme en disposición oblicua; puntuaciones intervasculares escaleriformes. Radios poco visibles a simple vista, heterocelulares tipo III, multiseriados, muy finos a estrechos; extremadamente bajos a bajos; pocos a numerosos; puntuaciones radiovasculares semejantes a intervasculares. Fibras libriformes. Anillos de crecimiento delimitados por anillos semiporosos.

DIMENSIONES DE ELEMENTOS ANATOMICOS

ELEMENTOS ANATOMICOS	UNIDADES DE MEDICION	DIMENSIONES		CLASIFICACION
		RANGO	PROMEDIO	
VASOS Frecuencia	Nº/mm ²	17-33	23	Numerosos a muy numerosos
Diámetro tangencial	µm	61-121	86	Pequeños a medios
Longitud	µm	505-858	686	Largos a muy largos
D. Puntuac. Intervasculares	µm	55-75	62	Muy grandes
Radio Vasculares	µm	57-62	60	Grandes y redondeadas
RADIOS Frecuencia	Nº/mm	4-10	7	Pocos a numerosos
Altura	µm	202-1111	554	Extremadamente bajos a muy bajos
Ancho	µm	20-57	27	Muy finos a estrechos
FIBRAS Diámetro tangencial	µm	22-37	28	Estrechadas a medias
Espesor pared	µm			Delgadas a muy espesas
Longitud	µm	1000-1850	1469	Muy cortas a largas

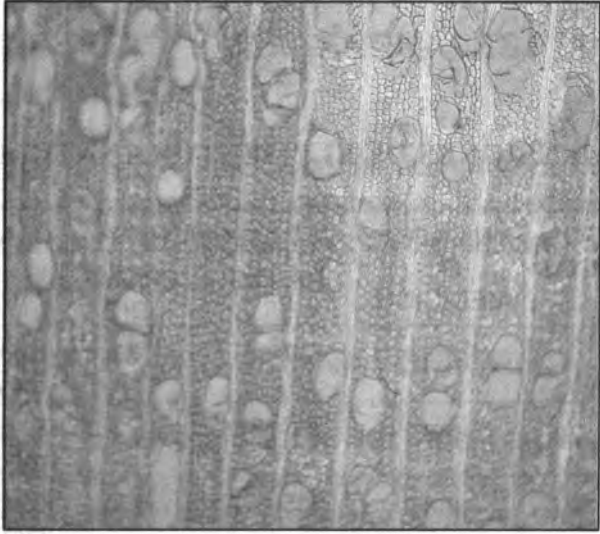


Foto 3.1 Corte transversal microscópico de MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii*)



Foto 3.2 Muestra botánica de MANGLE ROJO

3.5 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS:

La madera de MANGLE ROJO es de alta densidad siendo su Densidad básica de 0.860 gr/cm^3 y su Densidad anhidra de 1.038 gr/cm^3 , con una contracción volumétrica total alta (16.231) y relación de contracciones desfavorable (2.385); sus propiedades mecánicas se clasifican de muy bajas a muy altas, determinándose como madera estructural perteneciente al grupo "A".

A continuación se detallan los valores encontrados para las propiedades físicas y mecánicas.

VALORES DETERMINADOS PARA LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii*).

DENSIDAD O PESO ESPECIFICO (gr/cm^3)

CONDICION	VALORES
Verde (CH = 41%)	1.208 ± 0.035 3 12 - 4.5
Seco al aire (CH = 13.5%)	1.045 ± 0.027 3 12 - 4
Ajustado al 12%	1.206 ± 0.031 3 12 - 4
Anhidro (CH = 0%)	1.038 ± 0.036 3 12 - 5.4
Básico	0.860 ± 0.026 3 12 - 4.8

CONTRACCION

CONDICION DE HUMEDAD	RADIAL %	TANGENCIAL %	LONGITUDINAL %	VOLUMETRICA %	RELACION TANG./RAD.
Verde a seco al aire	1.905 ± 0.237 3 12 - 19.6	5.145 ± 0.516 3 12 - 15.8	0.0192 ± 0.040 3 12 - 69.6	7.037 ± 0.562 3 12 - 12.6	2.786 ± 0.412 3 12 - 23.3
Verde al 12%	3.216 ± 0.368 3 12 - 18	7.422 ± 0.292 3 12 - 6.2	0.147 ± 0.042 3 12 - 45.1	10.388 ± 0.0445 3 12 - 6.7	2.385 ± 0.308 3 12 - 20.3
Verde - anhidro	5.025 ± 0.575 3 12 - 18	11.597 ± 0.456 3 12 - 6.2	0.229 ± 0.066 3 12 - 45.1	16.231 ± 0.695 3 12 - 6.7	2.385 ± 0.309 3 12 - 20.4

Primera fila Izquierda: Valor medio de la propiedad

Derecha: Intervalo de confianza al 95%

Segunda fila Izquierda: Número de árboles

Derecha: Número total de probetas ensayadas por especie

Tercera fila Derecha: Coeficiente de variación total

CH = Contenido de Humedad

VALORES DETERMINADOS PARA LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA MADERA DE MANGLE ROJO
(Rhizophora harrisonii)

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDADES	VALORES DE RESISTENCIA			
		CONDICION VERDE		AJUSTADO AL 12%	
FLEXION ESTATICA		CH = 38.869%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	552 ± 102		634 ± 136	
		3 6		3 6	
		- 18		- 20	
Módulo de Rotura (M.O.R.)	Kg/cm ²	954 ± 196		1,158 ± 326	
		3 6		3 6	
		- 20		- 27	
Módulo de Elasticidad (M.O.E.)	Kg/cm ² x1000	147 ± 45		173 ± 49	
		3 6		3 6	
		- 29		- 27	
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA		CH = 37.668%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	359 ± 82		374 ± 103	
		3 6		3 6	
		- 22		- 26	
Resistencia máxima	Kg/cm ²	474 ± 45		680 ± 72	
		3 6		3 6	
		- 9		- 10	
Módulo de Young	Kg/cm ² x1000	119 ± 22		137 ± 40	
		3 6		3 6	
		- 17		- 28	
COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA		CH = 34.165%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	251 ± 47		135 ± 29	
		3 6		3 6	
		- 18		- 21	
Esfuerzo máximo (deformación de 2.5 mm)	Kg/cm ²	454 ± 76		235 ± 40	
		3 6		3 6	
		- 16		- 16	

MANGLE ROJO

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDADES	VALORES DE RESISTENCIA			
		CONDICION VERDE		AJUSTADO AL 12%	
CIZALLADURA PARALELA A LA FIBRA CH = 41%					
Máxima resistencia plano radial	Kg/cm ²	143 ± 23	331 ± 48	3	6
		3	6	3	6
		-	15	-	14
Máxima resistencia plano tangencial	Kg/cm ²	161 ± 20	355 ± 35	3	6
		3	6	3	6
		-	12	-	9
DUREZA JANKA CH = 43.064%					
Resistencia lateral	Kg/cm ²	959 ± 96	1,091 ± 77	3	6
		3	6	3	6
		-	10	-	7
Resistencia en los extremos	Kg/cm ²	967 ± 63	1,208 ± 112	3	6
		3	6	3	6
		-	6	-	9
EXTRACCION DE CLAVOS (Ø = 2.5 mm) CH = 40.754%					
Resistencia lateral	Kg	223 ± 54	158 ± 16	3	6
		3	6	3	6
		-	23	-	10
Resistencia en los extremos	Kg	143 ± 22	127 ± 20	3	6
		3	6	3	6
		-	15	-	15
TRACCION PERPENDICULAR A LA FIBRA CH = 35.501%					
Máxima resistencia plano radial	Kg/cm ²	61 ± 17	31 ± 8	3	6
		3	6	3	6
		-	27	-	24
Máxima resistencia plano tangencial	Kg/cm ²	62 ± 28	58 ± 18	3	6
		3	6	3	6
		-	44	-	30
IMPACTO CH = 43.948%					
Trabajo de corte	KJ/m ²	134 ± 58	134 ± 16	3	6
		3	6	3	6
		-	41	-	12

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES
FISICO-MECANICAS DE LA MADERA DE
MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii*)**

PROPIEDADES FISICAS	VALOR	CLASIFICACION
Peso específico verde (gr/cm ³)	1.208	Muy alto
Peso específico seco al aire (gr/cm ³)	1.045	
Peso específico anhidro (gr/cm ³)	1.038	
Peso específico básico (gr/cm ³)	0.86	Alta
Contracción volumétrica total (%)	16.231	
Relación: <u>Contracción tangencial total</u> <u>Contracción radial total</u>	2.385	Desfavorable

PROPIEDADES MECANICAS

(CONTENIDO DE HUMEDAD DEL 12%)

FLEXION ESTATICA	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	1,158	Mediano
	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	173,000	Algo alto
COMPRESION	Paralela a la fibra	680	Mediana
	Resistencia máxima (Kg/cm ²)		
	Perpendicular a la fibra	135	Alta
	Límite proporcional (Kg/cm ²)		
CIZALLADURA	Resistencia máxima Plano radial (Kg/cm ²)	331	Muy alta
DUREZA JANKA	Resistencia Lateral (Kg/cm ²)	1,091	Algo alta
	Resistencia en los extremos (Kg/cm ²)	1,208	Alta
EXTRACCION DE CLAVOS	Resistencia lateral (Kg)	158	Muy baja
	Resistencia en los extremos (Kg)	127	Muy baja
IMPACTO	Trajo de corte (KJ/m ²)	134	

**FATIGAS ADMISIBLES PARA EL CALCULO DE
ESFUERZOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

	Kg/cm²
FLEXION ESTATICA: (MOD. DE ROTURA)	253
MODULO DE ELASTICIDAD	102,000
COMPRESION PARALELA	230
COMPRESION PERPENDICULAR	128
CIZALLADURA	40

Estructuralmente se clasifica en el grupo "A"

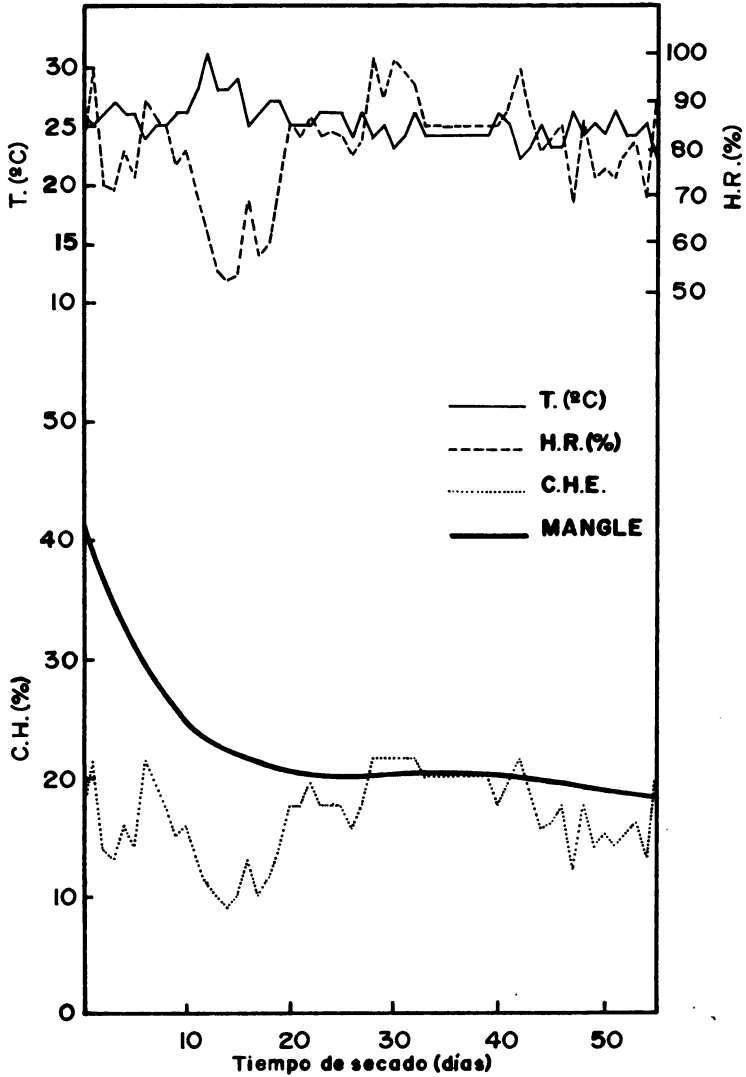
3.6 DURABILIDAD NATURAL Y PRESERVACION:

El duramen del mangle rojo es moderadamente resistente al ataque de hongos e insectos. Presenta moderada tratabilidad en albura con una absorción buena (134 Kg/m³) y penetración total. En duramen presenta absorción pobre (89 Kg/m³) y penetración nula, clasificándose como extremadamente difícil de tratar.

3.7 SECADO:

La madera de *Rhizophora harrisonii* seca al aire con velocidad muy lenta. Tablas de 2.5 cm (1") de espesor secaron desde 42% hasta 18% de Contenido de Humedad en 55 días, con una pérdida de humedad promedio por día de 0.436%, en condiciones climáticas de 25 °C de Temperatura y 80% de Humedad Relativa. Desarrolla defectos moderados como grietas, rajaduras y torceduras.

• CURVA DE SECADO



Curva de Velocidad de Secado al Aire para MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii*)

3.8 TRABAJABILIDAD:

Madera moderadamente difícil de trabajar debido a su alta densidad, dureza y grano, sin embargo pueden obtenerse buenos acabados.

3.9 USOS DE LA MADERA:

Construcción pesada, postes, vigas, mangos para herramientas, durmientes, muebles o parte de éstos, construcciones rurales, artículos torneados, implementos agrícolas y artesanías.

3.10 OTROS USOS:

- **Leña y Carbón:** La leña y el carbón de *Rhizophora harrisonii* es de excepcional calidad, arde bien y su poder calorífico es de 4000 - 4300 Kcal/Kg, por lo cual ha sido tradicionalmente utilizado como fuente de combustible.
- **Taninos:** De la corteza de esta especie pueden obtenerse taninos hasta en 20% (ICAITI, 1993) los cuales se pueden utilizar para el curtido de pieles (Industria peletera).
- **Protección de Costas:** Los manglares cumplen especial función como barreras protectoras del viento en áreas de tormentas tropicales y estabilizan las costas.
- **Alimento y Vida Silvestre:** En los ecosistemas de manglares existe abundante fauna asociada: peces, moluscos, crustáceos, avifauna, mamíferos, reptiles, etc. y representan alimentación para las poblaciones costeras así como generación de actividad económica.
- **Varules:** Ha sido utilizada tradicionalmente como fuente de varules para las bananeras y construcciones rurales.

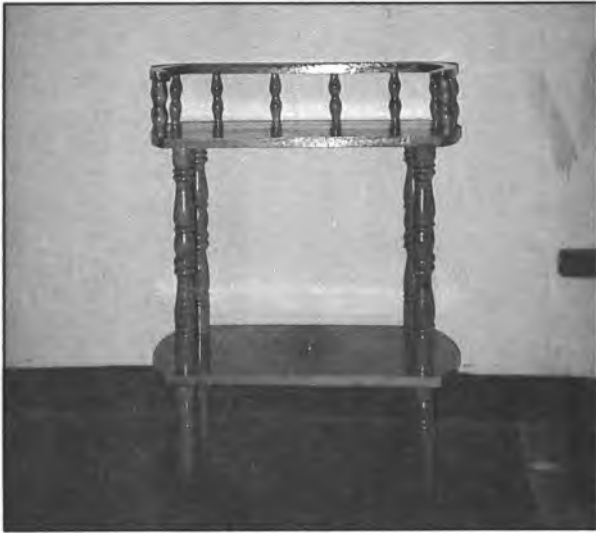


Foto 3.3 Mueble de MANGLE ROJO
(*Rhizophora harrisonii*)



Foto 3.4 Artesanía de MANGLE ROJO
(*Rhizophora harrisonii*)

CAPITULO IV.

ESTUDIO TECNOLOGICO DE LA MADERA DE AGELI (*Laguncularia racemosa* Gaerth. f.) Familia: Combretaceae

CAPITULO IV.

ESTUDIO TECNOLOGICO DE LA MADERA DE AGELI (*Laguncularia racemosa* Gaerth. f.) Familia: Combretaceae

4.1 DESCRIPCION DE LA ESPECIE:

Arbol hasta 10 m de altura. Corteza fisurada color pardo rojizo, desprendiéndose en tiras longitudinales largas. Hojas opuestas, decusadas, simples con pecíolos de 0.5-2.0 cm de longitud, lisas, de forma elíptica a oblongo-elíptica de 10 cm de longitud por 5.5 cm de ancho, usualmente redondeadas en el ápice y levemente redondeadas en la base. Inflorescencia en espigas o panículas de espigas hasta 7- 8 cm de largo, con flores sésiles blancas o blanco-verdosas. Frutos en sámara de 12 a 20 mm de largo y 6 a 10 mm de ancho.

4.2 DISTRIBUCION:

Laguncularia racemosa se extiende en América desde Florida hasta Perú y Brasil, Las Antillas e Islas Galápagos. En Africa Tropical desde Senegal hasta Angola. En Nicaragua se

encuentra en la Costa del Pacífico desde el Estero Real hasta Puerto Sandino-Poneloya, encontrándose también en la Costa Atlántica.

4.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MADERA:

Madera con albura levemente diferenciada del duramen de color castaño muy pálido y duramen rosado; textura media; grano recto a entrecruzado; superficie medianamente lustrosa; sin olor ni sabor característicos.

4.4 CARACTERISTICAS ANATOMICAS:

Parénquima visible solamente con lupa, paratraqueal aliforme romboidal y lineal formando a veces confluencias en trechos cortos. Poros visibles solamente con lupa en distribución difusa uniforme, predominantemente de forma circular, solitarios en mayoría, en menor proporción múltiples de 2 y 3; pocos a numerosos, pequeños a medios con óleo-resina y sustancia blanca; elementos vasculares con placa de perforación simple y oblicua; puntuaciones intervasculares alternas, de forma circular a oval, pequeñas. Radios visibles solamente con lupa en sección transversal y tangencial, heterocelulares, generalmente uniseriados formados principalmente por células cuadradas y una fila de células erectas; con óleo-resina; extremadamente finos a muy finos; extremadamente bajos; puntuaciones radiovasculares pequeñas y redondeadas. Fibras libriformes con cristales estiloides presentes. Anillos de crecimiento aparentemente delimitados por zonas fibrosas.

DIMENSIONES DE ELEMENTOS ANATOMICOS

ELEMENTOS ANATOMICOS	UNIDADES DE MEDICION	DIMENSIONES		CLASIFICACION
		RANGO	PROMEDIO	
VASOS Frecuencia	Nº/mm ²	5-16	10	Pocos a numerosos
Diámetro tangencial	µm	50-131	97	Pequeños a medios
Longitud	µm	283-465	367	Muy cortos a cortos
D. Puntuac. Intervasculares	µm	5-7	7	Pequeñas
Radio Vasculares	µm	5-7	6	Pequeñas y redondeadas
RADIOS Frecuencia	Nº/mm	5-16	10	Poco numerosos a muy numerosos
Altura	µm	182-505	272	Extremadamente bajos
Ancho	µm	12-30	20	Extremadamente finos a muy finos
FIBRAS Diámetro tangencial	µm	25-75	21	Estrechadas a medias
Espesor pared	µm			Delgadas a muy espesas
Longitud	µm	750-1525	948	Extremadamente cortas a largas

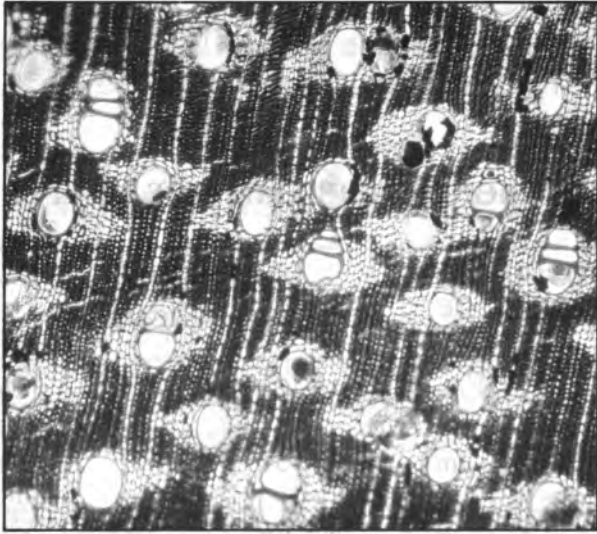


Foto 4.1 Corte transversal microscópico de AGELI (*Laguncularia racemosa*)



Foto 4.2 Pesaje de probeta utilizada en determinación de Propiedades Físicas de AGELI (*Laguncularia racemosa*)

4.5 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS:

La madera de AGELI es de alta densidad siendo su Densidad básica de 0.762 gr/cm^3 y su Densidad anhidra de 0.872 gr/cm^3 , con una contracción volumétrica total moderada (12.637) y relación de contracciones favorable (1.413); sus propiedades mecánicas se clasifican desde muy bajas hasta muy altas, determinándose como madera estructural perteneciente al grupo "B".

A continuación se detallan los valores encontrados para las propiedades físicas y mecánicas.

VALORES DETERMINADOS PARA LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE AGELI (*Laguncularia racemosa*) DENSIDAD O PESO ESPECIFICO (gr/cm^3)

CONDICION	VALORES
Verde (CH = 37%)	1.044 ± 0.023
	3 12
	- 3.4
Seco al aire (CH = 14.1%)	0.919 ± 0.039
	3 12
	- 6.7
Ajustado al 12%	1.058 ± 0.021
	3 12
	- 3.1
Anhidro (CH = 0%)	0.872 ± 0.030
	3 12
	- 5.5
Básico	0.762 ± 0.024
	3 12
	- 5.4

CONTRACCION

CONDICION DE HUMEDAD	RADIAL %	TANGENCIAL %	LONGITUDINAL %	VOLUMETRICA %	RELACION TANG./RAD.
Verde a seco al aire	2.065 ±	3.135 ±	0.14 ±	5.242 ±	1.656 ±
	3 12	3 12	3 12	3 12	3 12
	- 21.8	- 20.4	- 82.9	- 13.2	- 48.7
Verde al 12%	3.486 ±	4.759 ±	0.18 ±	8.088 ±	1.413 ±
	3 12	3 12	3 12	3 12	3 12
	- 23.5	- 15.7	- 65	- 14.9	- 22.4
Verde - anhidro	5.447 ±	7.437 ±	0.281 ±	12.637 ±	1.413 ±
	3 12	3 12	3 12	3 12	3 12
	- 23.5	- 15.7	- 65	- 14.9	- 22.4

**VALORES DETERMINADOS PARA LAS PROPIEDADES
MECANICAS DE LA MADERA DE AGELI
(*Laguncularia racemosa*)**

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDADES	VALORES DE RESISTENCIA			
		CONDICION VERDE		AJUSTADO AL 12%	
FLEXION ESTATICA		CH = 45.998%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	351 ± 100	422 ± 69		
		3 6	3 6		
		- 27	- 16		
Módulo de Rotura (M.O.R.)	Kg/cm ²	593 ± 120	723 ± 243		
		3 6	3 6		
		- 19	- 32		
Módulo de Elasticidad (M.O.E.)	Kg/cm ² x1000	105 ± 9	120 ± 13		
		3 6	3 6		
		- 8	- 10		
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA		CH = 37.135%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	233 ± 28	288 ± 70		
		3 6	3 6		
		- 12	- 23		
Resistencia máxima	Kg/cm ²	310 ± 44	441 ± 110		
		3 6	3 6		
		- 14	- 24		
Módulo de Young	Kg/cm ² x1000	103 ± 25	89 ± 38		
		3 6	3 6		
		- 23	- 40		
COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA		CH = 50.209%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	66 ± 13	76 ± 28		
		3 6	3 6		
		- 19	- 35		
Esfuerzo máximo (deformación de 2.5 mm)	Kg/cm ²	116 ± 14	147 ± 32		
		3 6	3 6		
		- 12	- 21		

AGELI

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDADES	VALORES DE RESISTENCIA			
		CONDICION VERDE		AJUSTADO AL 12%	
CIZALLADURA PARALELA A LA FIBRA CH = 44.35%					
Máxima resistencia plano radial	Kg/cm ²	76 ± 15	223 ± 61		
		3 6	3 6		
		- 19	- 26		
Máxima resistencia plano tangencial	Kg/cm ²	73 ± 21	221 ± 29		
		3 6	3 6		
		- 27	- 12		
DUREZA JANKA CH = 50.68%					
Resistencia lateral	Kg/cm ²	448 ± 93	661 ± 113		
		3 6	3 6		
		- 20	- 16		
Resistencia en los extremos	Kg/cm ²	448 ± 27	784 ± 92		
		3 6	3 6		
		- 21	- 11		
EXTRACCION DE CLAVOS (Ø = 2.5 mm) CH = 40.754%					
Resistencia lateral	Kg	145 ± 27	117 ± 22		
		3 6	3 6		
		- 18	- 18		
Resistencia en los extremos	Kg	84 ± 21	98 ± 16		
		3 6	3 6		
		- 24	- 16		
TRACCION PERPENDICULAR A LA FIBRA CH = 37.738%					
Máxima resistencia plano radial	Kg/cm ²	35 ± 15	34 ± 10		
		3 6	3 6		
		- 42	- 28		
Máxima resistencia plano tangencial	Kg/cm ²	34 ± 13	28 ± 11		
		3 6	3 6		
		- 36	- 36		
IMPACTO CH = 43.948%					
Trabajo de corte	KJ/m ²	88 ± 36	110 ± 56		
		3 6	3 6		
		- 39	- 49		

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES
FISICO- MECANICAS DE LA MADERA DE AGELI
(*Laguncularia racemosa*)**

PROPIEDADES FISICAS	VALOR	CLASIFICACION
Peso específico verde (gr/cm ³)	1.044	Alto
Peso específico seco al aire (gr/cm ³)	0.919	
Peso específico anhidro (gr/cm ³)	0.872	
Peso específico básico (gr/cm ³)	0.762	
Contracción volumétrica total (%)	12.637	Moderada
Relación: <u>Contracción tangencial total</u> Contracción radial total	1.413	Favorable

**PROPIEDADES MECANICAS
(CONTENIDO DE HUMEDAD DEL 12%)**

FLEXION ESTATICA	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	723	Bajo
	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	120,000	Algo Mediano
COMPRESION	Paralela a la fibra Resistencia máxima (Kg/cm ²)	441	Muy baja
	Perpendicular a la fibra Límite proporcional (Kg/cm ²)	76	Mediana
CIZALLADURA	Resistencia máxima Plano radial (Kg/cm ²)	222	Muy alta
DUREZA JANKA	Resistencia Lateral (Kg/cm ²)	661	Mediana
	Resistencia en los extremos (Kg/cm ²)	784	Mediana
EXTRACCION DE CLAVOS	Resistencia lateral (Kg)	117	Baja
	Resistencia en los extremos (Kg)	98	Baja
IMPACTO	Trabajo de corte (KJ/m ²)	110	

**FATIGAS ADMISIBLES PARA EL CALCULO DE
ESFUERZOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

	Kg/cm ²
FLEXION ESTATICA: (MOD. DE ROTURA)	158
MODULO DE ELASTICIDAD	96,000
COMPRESION PARALELA	143
COMPRESION PERPENDICULAR	33
CIZALLADURA	20

Estructuralmente se clasifica en el grupo "B"

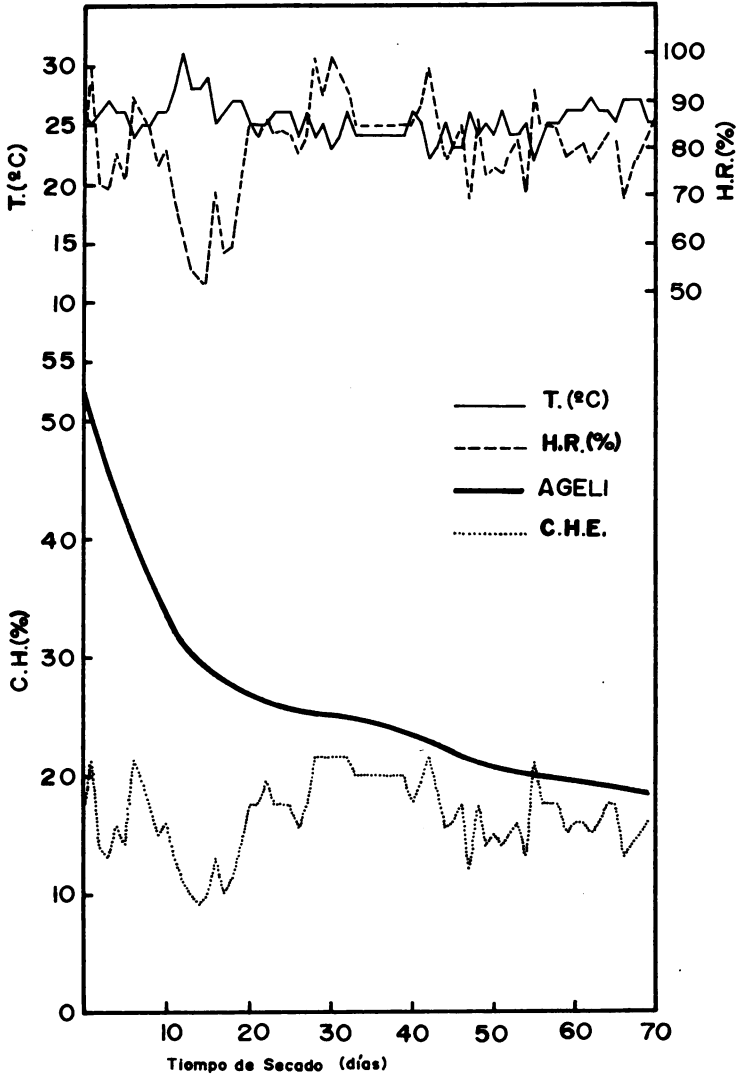
4.6 DURABILIDAD NATURAL Y PRESERVACION:

Duramen moderadamente durable. Presenta moderada tratabilidad en albura con absorción buena (124 Kg/m^3) y penetración periférica, clasificando como madera moderadamente tratable en albura. Duramen con absorción buena (109 Kg/m^3) y penetración nula clasificándose como difícil de tratar.

4.7 SECADO:

La madera de *Laguncularia racemosa* seca al aire con velocidad muy lenta. Tablas de 2.5 cm (1") de espesor secaron desde 53% hasta 18% de Contenido de Humedad en 69.5 días, con una pérdida de humedad promedio por día de 0.504%, en condiciones climáticas de 25 °C de Temperatura y 80% de Humedad Relativa. Desarrolla defectos con intensidad moderada como grietas, rajaduras y curvaturas.

• CURVA DE SECADO:



Curva de Velocidad de Secado al Aire para AGELI
(*Laguncularia racemosa*)

4.8 TRABAJABILIDAD:

Madera moderadamente difícil de trabajar con tendencia a deformarse y rajarse.

4.9 USOS DE LA MADERA:

Puede utilizarse para vigas, postes en edificaciones, postes para cercas, construcciones rurales, mangos de herramientas, muebles o partes de éstos, implementos agrícolas, artículos torneados y artesanías.

4.10 OTROS USOS:

- **Leña y Carbón:** Especie apta para leña y carbón de excelente calidad.
- **Taninos:** La corteza de *Laguncularia racemosa* contiene aproximadamente 14% de taninos utilizados para curtir cueros (Standley, 1962; Hamilton & Snedaker, 1984).
- **AGELI** al igual que las otras especies de mangle protegen las costas, estabilizan el suelo y brindan lugar de refugio y alimento a múltiples especies terrestres y acuáticas.
- **Planta Melífera:** Las flores de *Laguncularia racemosa* producen néctar de buena calidad con buen potencial para producción de miel (Datos P. OLAFO, 1993).



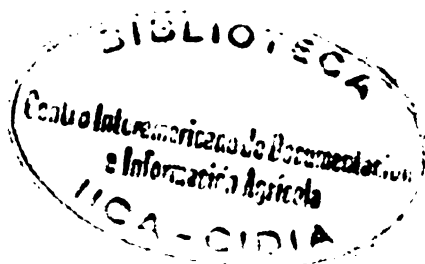
Foto 4.3 Ensayo de Preservación con
madera de AGELI (*Laguncularia racemosa*)



Foto 4.4 Artesanía de AGELI
(*Laguncularia racemosa*)

CAPITULO V.

ESTUDIO TECNOLOGICO DE LA MADERA DE PALO DE SAL (*Avicennia germinans* (L). L.). Familia: Verbenaceae



CAPITULO V.

ESTUDIO TECNOLÓGICO DE LA MADERA DE PALO DE SAL (*Avicennia germinans* (L.) L.). Familia: Verbenaceae

5.1 DESCRIPCION DE LA ESPECIE:

Arbol que alcanza hasta 15 m de altura y diámetro de 40-50 cm. Corteza finamente fisurada color café oscuro a café rojizo oscuro o gris. Raíces fúlcreas. Hojas pecioladas con láminas coriáceas de forma oblonga a oblongo-lanceolada de 3 a 12 cm de largo y 1 a 4 cm de ancho; obtusas o agudas en la base. Inflorescencias en panículas de 2 a 5 cm de largo con flores sésiles color grisáceo, crema o blanco. Frutos en cápsulas oblongas u ovadas, lateralmente aplanadas de 2 a 4 cm de largo, color verde pálido, finamente pubescentes.

5.2 DISTRIBUCION:

Se encuentra en América desde Florida hasta Espiritu Santo en Brasil en la Costa Atlántica; en el Pacífico se extiende desde Punta de Lobos en México hasta Punta Malpelo en Perú. En

Nicaragua se encuentra en la Costa del Pacífico desde el Estero Real hasta Puerto Sandino-Poneloya, encontrándose también en la Costa Atlántica.

5.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MADERA:

Madera con albura diferenciada del duramen de color castaño muy pálido y duramen color gris olivo a gris olivo oscuro; textura media; grano generalmente entrecruzado y/o espiralado; superficie poco lustrosa; olor y sabor no característicos.

5.4 CARACTERISTICAS ANATOMICAS:

Parénquima visible con lupa, paratraqueal vasicéntrico ali-forme romboidal y confluyente en trechos cortos. Poros visibles solamente con lupa en distribución difusa uniforme, de forma circular a oval, solitarios y en cadenas radiales, ocasionalmente en racimos; muy numerosos a numerosísimos; muy pequeños a pequeños, algunos obstruidos con óleo-resina; elementos vasculares con placa de perforación simple y oblicua; puntuaciones intervasculares alternas de forma redondeada. Radios visibles solamente con lupa, heterocelulares, uniseriados y multiseriados, en ocasiones localmente biseriados formados principalmente por células cuadradas y erectas con cristales y óleo-resina presentes; extremadamente finos a finos; extremadamente bajos; poco numerosos a muy numerosos, radios generalmente normales y fusionados, ocasionalmente agregados; puntuaciones radiovasculares semejantes a intervasculares. Fibras libriformes. Anillos de crecimiento aparentemente delimitados por bandas concéntricas de floema incluso con abundantes cristales y una línea de células petrificadas.

DIMENSIONES DE ELEMENTOS ANATOMICOS

ELEMENTOS ANATOMICOS	UNIDADES DE MEDICION	DIMENSIONES		CLASIFICACION
		RANGO	PROMEDIO	
VASOS Frecuencia	Nº/mm ²	25-50	38	Muy numerosos a numerosísimos
Diámetro tangencial	µm	40 a 101	72	Muy pequeños a pequeños
Longitud	µm	131-313	233	Muy cortos a cortos
D. Puntuac. Intervasculares	µm	2 a 5	4	Muy pequeñas a pequeñas
Radio Vasculares	µm	2 a 5	3	Pequeñas y redondeadas
RADIOS Frecuencia	Nº/mm	6-16	11	Poco numerosos a muy numerosos
Altura	µm	202-374	270	Extremadamente bajos
Ancho	µm	12-50	24	Extremadamente finos a muy finos
FIBRAS Diámetro tangencial	µm	17-30	22	Estrechas a medias
Espesor pared	µm			Espesas a muy espesas
Longitud	µm	725-1125	983	Extremadamente cortas a cortas

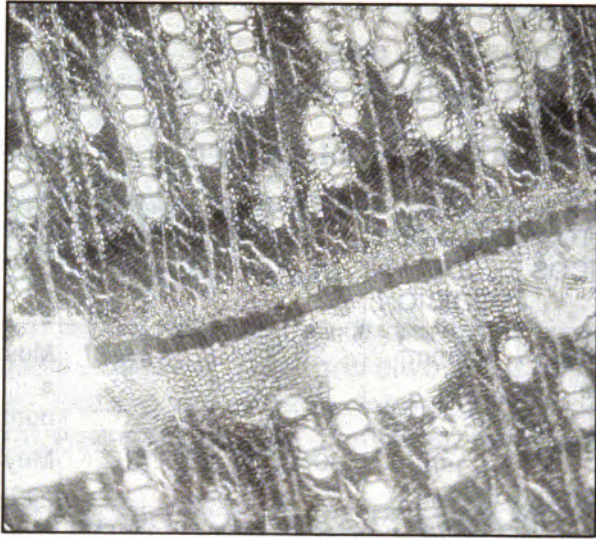


Foto 5.1 Corte transversal microscópico de
PALO DE SAL (*Avicennia germinans*)

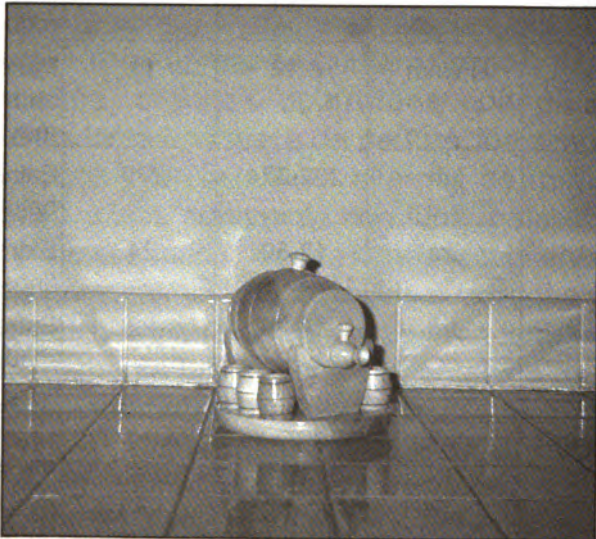


Foto 5.2 Artesanía de PALO DE SAL
(*Avicennia germinans*)

5.5 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS:

La madera de PALO DE SAL (*Avicennia germinans* (L.) L.) es de alta densidad siendo su Densidad básica de 0.759 gr/cm^3 y su Densidad anhidra de 0.901 gr/cm^3 , con una contracción volumétrica total alta (15.754) y relación de contracciones desfavorable (1.982); sus propiedades mecánicas se clasifican de Muy Bajas a Muy Altas, determinándose como madera estructural perteneciente al grupo "C".

A continuación se detallan los valores encontrados para las propiedades físicas y mecánicas.

VALORES DETERMINADOS PARA LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE PALO DE SAL (*Avicennia germinans*). DENSIDAD O PESO ESPECIFICO (gr/cm^3)

CONDICION	VALORES
Verde (CH = 52%)	1.145 ± 0.030
	3 12
	- 4.2
Seco al aire (CH = 14.2%)	0.943 ± 0.064
	3 12
	- 10.7
Ajustado al 12%	1.150 ± 0.027
	3 12
	- 3.8
Anhidro (CH = 0%)	0.901 ± 0.060
	3 12
	- 10.4
Básico	0.759 ± 0.054
	3 12
	- 11.1

CONTRACCION

CONDICION DE HUMEDAD	RADIAL %	TANGENCIAL %	LONGITUDINAL %	VOLUMETRICA %	RELACION TANG./RAD.
Verde a seco al aire	2.874 ± 0.449	5.295 ± 0.522	0.076 ± 0.032	8.153 ± 0.766	1.921 ± 0.294
	3 12	3 12	3 12	3 12	3 12
	- 24.6	- 15.5	- 66.7	- 14.8	- 24.1
Verde al 12%	3.529 ± 0.339	6.865 ± 0.184	0.097 ± 0.028	10.083 ± 0.404	1.982 ± 0.188
	3 12	3 12	3 12	3 12	3 12
	- 15.1	- 4.2	- 45.9	- 6.3	- 14.9
Verde - anhidro	5.515 ± 0.529	10.726 ± 0.288	0.152 ± 0.044	15.754 ± 0.632	1.982 ± 0.188
	3 12	3 12	3 12	3 12	3 12
	- 15.1	- 4.2	- 45.8	- 6.3	- 14.9

**VALORES DETERMINADOS PARA LAS PROPIEDADES
MECANICAS DE LA MADERA DE PALO DE SAL**

(Avicennia germinans)

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDADES	VALORES DE RESISTENCIA			
		CONDICION VERDE		AJUSTADO AL 12%	
FLEXION ESTATICA		CH = 58.87%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	284 ± 49	352 ± 61		
		3 6	3 6		
		- 16	- 16		
Módulo de Rotura (M.O.R.)	Kg/cm ²	527 ± 212	605 ± 92		
		3 6	3 6		
		- 38	- 14		
Módulo de Elasticidad (M.O.E.)	Kg/cm ² x1000	92 ± 20	86 ± 8		
		3 6	3 6		
		- 21	- 9		
COMPRESION PARALELA A LA FIBRA		CH = 52.444%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	186 ± 55	263 ± 72		
		3 6	3 6		
		- 28	- 44		
Resistencia máxima	Kg/cm ²	252 ± 49	379 ± 52		
		3 6	3 6		
		- 18	- 13		
Módulo de Young	Kg/cm ² x1000	68 ± 21	75 ± 16		
		3 6	3 6		
		- 29	- 20		
COMPRESION PERPENDICULAR A LA FIBRA		CH = 48.197%			
Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	Kg/cm ²	165 ± 34	89 ± 24		
		3 6	3 6		
		- 20	- 26		
Esfuerzo máximo (deformación de 2.5 mm)	Kg/cm ²	307 ± 45	176 ± 32		
		3 6	3 6		
		- 14	- 18		

PALO DE SAL

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDADES	VALORES DE RESISTENCIA			
		CONDICION VERDE		AJUSTADO AL 12%	
CIZALLADURA PARALELA A LA FIBRA CH = 38%					
Máxima resistencia plano radial	Kg/cm ²	78 ± 16	209 ± 24		
		3 6	3 6		
		- 20	- 11		
Máxima resistencia plano tangencial	Kg/cm ²	84 ± 30	200 ± 44		
		3 6	3 6		
		- 34	- 21		
DUREZA JANKA CH = 64.281%					
Resistencia lateral	Kg/cm ²	609 ± 123	723 ± 160		
		3 6	3 6		
		- 19	- 21		
Resistencia en los extremos	Kg/cm ²	546 ± 94	927 ± 383		
		3 6	3 6		
		- 16	- 39		
EXTRACCION DE CLAVOS (Ø = 2.5 mm) CH = 58.197%					
Resistencia lateral	Kg	121 ± 30	172 ± 21		
		3 6	3 6		
		- 23	- 11		
Resistencia en los extremos	Kg	85 ± 33	112 ± 6		
		3 6	3 6		
		- 37	- 5		
TRACCION PERPENDICULAR A LA FIBRA CH = 45.051%					
Máxima resistencia plano radial	Kg/cm ²	23 ± 7	27 ± 7		
		3 6	3 6		
		- 30	- 24		
Máxima resistencia plano tangencial	Kg/cm ²	20 ± 40	27 ± 5		
		3 6	3 6		
		- 17	- 19		
IMPACTO CH = 61.046%					
Trabajo de corte	KJ/m ²	109 ± 19			
		3 6			
		- 17			

EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA MADERA DE PALO DE SAL

(*Avicennia germinans*)

PROPIEDADES FISICAS	VALOR	CLASIFICACION
Peso específico verde (gr/cm ³)	1.145	Alto
Peso específico seco al aire (gr/cm ³)	0.943	
Peso específico anhidro (gr/cm ³)	0.901	
Peso específico básico (gr/cm ³)	0.759	Alta
Contracción volumétrica total (%)	15.754	
Relación: <u>Contracción tangencial total</u> Contracción radial total	1.982	Desfavorable

PROPIEDADES MECANICAS (CONTENIDO DE HUMEDAD DEL 12%)

FLEXION ESTATICA	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	605	Bajo
	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	86,000	Bajo
COMPRESION	Paralela a la fibra Resistencia máxima (Kg/cm ²)	379	Muy baja
	Perpendicular a la fibra Límite proporcional (Kg/cm ²)	89	Mediana
CIZALLADURA	Resistencia máxima Plano radial (Kg/cm ²)	205	Muy alta
DUREZA JANKA	Resistencia Lateral (Kg/cm ²)	723	Mediana
	Resistencia en los extremos (Kg/cm ²)	927	Algo alta
EXTRACCION DE CLAVOS	Resistencia lateral (Kg)	172	Alta
	Resistencia en los extremos (Kg)	112	Baja

FATIGAS ADMISIBLES PARA EL CALCULO DE ESFUERZOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

	<u>Kg/cm²</u>
FLEXION ESTATICA: (MOD. DE ROTURA)	105
MODULO DE ELASTICIDAD	72,000
COMPRESION PARALELA	109
COMPRESION PERPENDICULAR	82
CIZALLADURA	21

Estructuralmente se clasifica en el grupo "C"

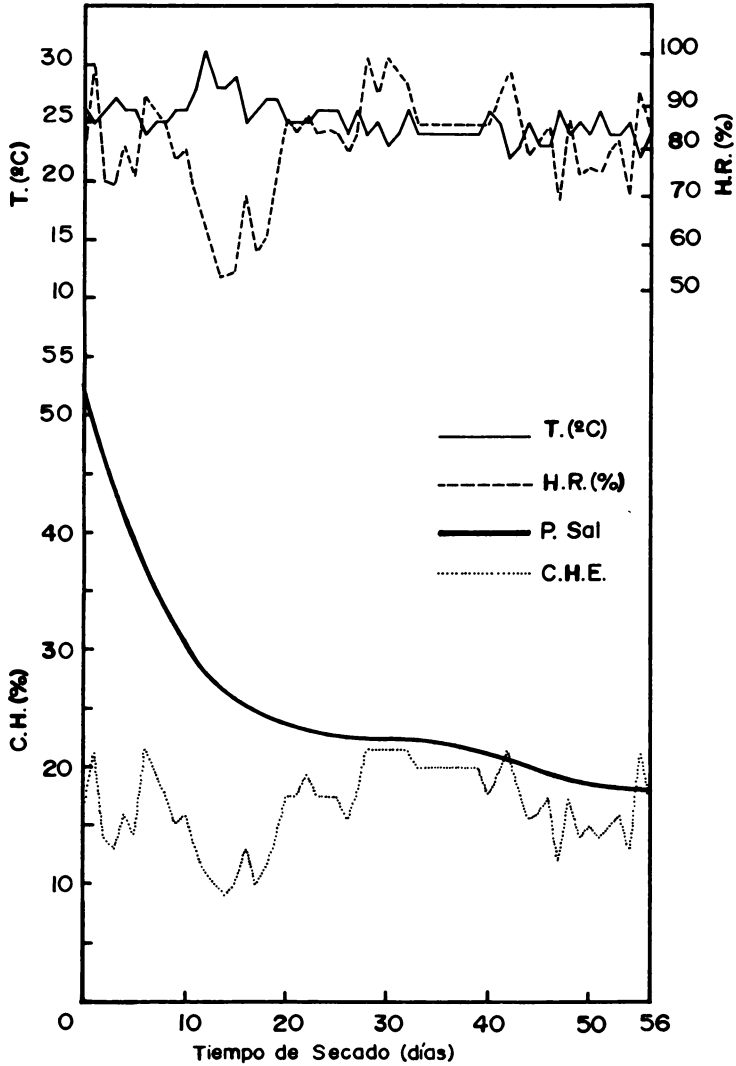
5.6 DURABILIDAD NATURAL Y PRESERVACION:

La albura de Palo de Sal es altamente susceptible al ataque de hongos e insectos; duramen moderadamente resistente. Presenta albura fácil de tratar con absorción alta (293 Kg/m^3) y penetración total; duramen moderadamente tratable con absorción buena (123 Kg/m^3) y penetración irregular.

5.7 SECADO:

La madera de *Avicennia germinans* seca al aire con velocidad muy lenta. Tablas de 2.5 cm (1") de espesor secaron desde 52% hasta 18% de Contenido de Humedad en 56 días, con una pérdida de humedad promedio por día de 0.607%, en condiciones climáticas de 25 °C de Temperatura y 80% de Humedad Relativa. Desarrolla defectos con moderada intensidad tales como grietas, arqueaduras y curvaturas.

• CURVA DE SECADO:



Curva de Velocidad de Secado al Aire para PALO DE SAL
(*Avicennia germinans*)

5.8 TRABAJABILIDAD:

Madera difícil de trabajar debido a su dureza, densidad, contracciones, grano y cristales, presentando tendencia a las deformaciones.

5.9 USOS DE LA MADERA:

Puede utilizarse en construcciones que soporten cargas moderadas, postes para edificaciones, postes para cercas (tratados), implementos agrícolas, muebles rústicos o parte de éstos, artículos torneados y artesanías.

5.10 OTROS USOS:

- **Leña y Carbón:** Especie muy apetecida para combustible por la óptima calidad de su leña y carbón.
- **Taninos:** La corteza es empleada como fuente de taninos con un contenido de 5.5 a 12.7% (Jiménez, USDA Forest Service).
- **Planta Melífera:** Especie melífera por excelencia con gran potencial para la producción apícola. La floración se presenta en los meses de Diciembre a Febrero durante la época seca y de Mayo a Junio en la época lluviosa. (Datos P. OLAFO, 1993).



Foto 5.3 Mueble de PALO DE SAL
(*Avicennia germinans*)



Foto 5.4 Artesanía de PALO DE SAL
(*Avicennia germinans*)

CAPITULO VI.
DISCUSION DE LOS RESULTADOS

CAPITULO VI.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

6.1 Características Generales y Anatómicas:

Las tres especies de Mangle estudiadas presentaron características generales diferentes; con respecto al color las tres tienen coloración diferente desde rosado hasta gris olivo oscuro; textura media para las tres especies; grano recto a entrecruzado (*Rhizophora harrisonii* y *Laguncularia racemosa*) y entrecruzado y/o espiralado (*Avicennia germinans*); olor y sabor no característicos (*Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*), olor desagradable y sabor característico (*Rhizophora harrisonii*).

Referente a la estructura anatómica las tres especies presentan **parénquima** paratraqueal, *Rhizophora harrisonii* además presenta apotraqueal difuso muy escaso. **Poros:** Las tres especies los tienen solitarios y múltiples; *Avicennia germinans* es la especie que presentó mayor número de poros por milímetro cuadrado clasificándose como muy numerosos a numerosísimos, de tamaño muy pequeños a pequeños, obstruidos por óleo-resina; en *Laguncularia racemosa* de pocos a numerosos, pequeños a medios obstruidos con óleo-resina y sustancia blanca; *Rhizophora harrisonii* numerosos a muy

numerosos, pequeños a medios obstruidos por óleo-resina y tílides. **Radios** heterocelulares para las tres especies, con frecuencia de poco numerosos a muy numerosos, extremadamente bajos y extremadamente finos a finos (*Avicennia germinans*); pocos a numerosos, extremadamente bajos a muy bajos y muy finos a estrechos (*Rhizophora harrisonii*); poco numerosos a muy numerosos, extremadamente bajos y extremadamente finos a muy finos (*Laguncularia racemosa*). **Fibras** extremadamente cortas a cortas, estrechas a medias con paredes espesas a muy espesas (*Avicennia germinans*); extremadamente cortas a largas, estrechas a medias con paredes delgadas a muy espesas (*Laguncularia racemosa*); muy cortas a largas, estrechas a medias con paredes delgadas a muy espesas (*Rhizophora harrisonii*). *Avicennia germinans* presentó gran cantidad de floema incluso y cristales lo cual dificultó la realización de cortes histológicos para la elaboración de láminas.

Estudios realizados en Bogotá (Alonso y Báez, 1983) con *Rhizophora harrisonii* presentaron características anatómicas muy similares con ligeras variaciones de color y textura.

El grano frecuentemente entrecruzado y hasta espiralado que presentan estas especies, así como su densidad y dureza es causante de su relativa dificultad al trabajarlas. Así mismo es notorio que *Rhizophora harrisonii* tenga los poros obstruidos por tílides y sea esta especie la que presentó los menores valores en la absorción del preservante (134 Kg/m^3 en albura y 89 Kg/m^3 en duramen). Por otro lado, las tres especies tienen las clásicas características de las maderas de alta densidad como son las fibras con paredes generalmente espesas y los poros pequeños. Todo lo cual nos muestra como la anatomía de la madera está estrechamente relacionada con las propiedades físico-mecánicas, el comportamiento en secado, preservación, etc.

6.2 Propiedades Físicas y Mecánicas:

La madera en las tres especies de mangle presenta densidad alta a muy alta, siendo la densidad anhidra de *Laguncularia racemosa* la de menor valor con 0.872 gr/cm^3 (Alta), la de *Avicennia germinans* con valor intermedio de 0.901 gr/cm^3 (Alta) y con el mayor valor *Rhizophora harrisonii* que presenta 1.038 gr/cm^3 (Muy alta).

Para la densidad básica se determinaron los valores siguientes:

<i>Avicennia germinans</i>	0.759 gr/cm^3
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.762 gr/cm^3
<i>Rhizophora harrisonii</i>	0.860 gr/cm^3

Estos valores determinados para *Rhizophora harrisonii* son muy similares a los reportados por Arroyo Pérez, (1970) de Venezuela, quien encontró 0.844 gr/cm^3 y 1.024 gr/cm^3 para la densidad básica y densidad anhidra respectivamente. Así mismo Alonso y Báez (1983) de Colombia determinaron 1.05 gr/cm^3 para la densidad anhidra y 0.86 gr/cm^3 para la densidad básica de la misma especie.

Las contracciones volumétricas totales para las tres especies se clasifican de moderadas a altas, siendo el valor menor el correspondiente a *Laguncularia racemosa* con 12.637% (Moderada), el valor intermedio para *Avicennia germinans* con 15.754% (Alta) y el mayor valor se presenta en *Rhizophora harrisonii* con 16.231% (Alta). La relación entre la Contracción Tangencial total y la Contracción Radial Total se presentó Favorable (1.413) para *Laguncularia racemosa* y Desfavorable para *Rhizophora harrisonii* con 2.385 y 1.982 para *Avicennia germinans*.

Los valores encontrados para la contracción volumétrica total por Arroyo Pérez (1970) y la relación de contracciones son 17.5% y 2.0 respectivamente en *Rhizophora harrisonii*. Por otro lado Alonso y Báez (1983) determinaron el valor de 18.13% para la contracción volumétrica total en la misma especie.

Las propiedades mecánicas con los mayores valores son las que presenta *Rhizophora harrisonii*, las cuales están clasificadas de Muy bajas a Muy altas, determinándose para ella el valor más alto de las tres especies en el Módulo de Elasticidad en Flexión ($173,000 \text{ Kg/cm}^2$) y la dureza lateral ($1,091 \text{ Kg/cm}^2$) y de extremos ($1,208 \text{ Kg/cm}^2$). Es una madera estructural perteneciente al grupo "A".

Laguncularia racemosa ocupa un lugar intermedio entre las tres especies en lo referente a los valores de las propiedades mecánicas. Presenta un Módulo de Elasticidad en flexión de $120,000 \text{ Kg/cm}^2$, dureza lateral de 661 Kg/cm^2 y dureza de extremos 784 Kg/cm^2 , clasificándose como madera estructural perteneciente al grupo "B".

En tercer lugar está *Avicennia germinans*, la cual presenta los valores más bajos para las propiedades mecánicas en las tres especies, determinándose $86,000 \text{ Kg/cm}^2$ para el Módulo de Elasticidad en Flexión, 723 Kg/cm^2 y 927 Kg/cm^2 para dureza de lados y de extremos respectivamente. Se clasifica como madera estructural perteneciente al grupo "C".

En cuanto a los valores encontrados para la Compresión Paralela y Perpendicular al grano, *Rhizophora harrisonii* continúa presentando los mayores resultados con 680 Kg/cm^2 y 135 Kg/cm^2 respectivamente; en segundo lugar está *Laguncularia racemosa* con 441 Kg/cm^2 y 76 Kg/cm^2 para Compresión Paralela y Compresión Perpendicular; *Avicennia germinans* ocupa el tercer lugar únicamente en Compresión Paralela con 379 Kg/cm^2 y el 2º en Compresión Perpendicular con 89 Kg/cm^2 .

Los datos reportados por Arroyo Pérez (1970) de Venezuela para *Rhizophora harrisonii* son muy superiores a los nuestros, ya que él encontró para el Módulo de Elasticidad en Flexión un valor de 288,800 Kg/cm²; 922 Kg/cm² para la Resistencia máxima en Compresión paralela y 161.6 Kg/cm² en Esfuerzo al límite proporcional para Compresión Perpendicular. Así mismo determinó 1474.6 Kg/cm² para dureza de extremos y 1440.4 Kg/cm² para dureza de lados. Este mismo autor en el referido estudio comparativo entre tres especies de *Rhizophora* enumeradas a continuación: *R. mangle*, *R. harrisonii* y *R. racemosa* concluye que las tres especies tienen propiedades físicas y mecánicas muy similares, lo cual permite también usos similares.

Llach Cordero (1971) en su trabajo sobre 113 especies maderables panameñas reportó valores para *Rhizophora mangle* de 0.86 gr/cm³ (Densidad básica) y 0.99 gr/cm³ (Densidad anhidra); los valores para el Módulo de Elasticidad en flexión y el Módulo de Rotura son 230,000 Kg/cm² y 1690 Kg/cm² respectivamente. La describe como madera difícil de trabajar y difícil de secar con tendencia a rajaduras y torceduras.

La madera de *Rhizophora harrisonii* presenta valores en sus propiedades físicas y mecánicas semejantes a otras maderas estructurales del Grupo A, específicamente GUAPINOL (*Hymenaea courbaril*), ROSITA (*Sacoglottis trichogyna*) y ligeramente inferiores a NISPERO (*Manilkara achras*) y COMENEGRO/TAMARINDO (*Dialium guianense*).

Laguncularia racemosa, madera estructural del grupo B es cercana en los valores a otras maderas del mismo grupo tales como GUAYABON (*Terminalia amazonia*) y CAMIBAR (*Copaifera aromatica*) y ligeramente superior a MARIA/SANTA MARIA (*Calophyllum brasiliense*) y PRONTO ALIVIO (*Guarea grandifolia*).

Avicennia germinans, madera estructural del grupo C posee valores de las propiedades físicas y mecánicas algo cercanas a las reportadas para CEDRO MACHO (*Carapa guianensis*) y GUACIMO DE TERNERO (*Guazuma ulmifolia*) y superior a CEDRO REAL (*Cedrela odorata*) y NOGAL (*Juglans olanchana*).*

6.3 Secado y Preservación:

Para las tres especies de mangle se efectuó el estudio de Secado al aire, encontrándose que todas secan al aire a una velocidad muy lenta. *Rhizophora harrisonii* secó en 55 días con un pérdida de humedad promedio por día de 0.436%; *Avicennia germinans* secó en 56 días con pérdida de humedad promedio por día de 0.607% y finalmente *Laguncularia racemosa* con 69.5 días y una pérdida de humedad promedio por día de 0.504%. Las tres especies presentan defectos de moderada intensidad como grietas, rajaduras y torceduras.

Podemos comparar a *R. harrisonii*, *A. germinans* y *L. racemosa* con otras maderas Nicaragüenses que presentan velocidad de secado muy lenta tales como KEROSEN (*Tetragastris panamensis*) la cual secó al aire en 54 días con una pérdida de humedad promedio por día de 0.78% y PANSUBA (*Lecythis* sp.) con 70 días y pérdida de humedad promedio por día de 0.67%, ambas son maderas estructurales con densidades altas.

* Para mayor información consultar:

- LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA. 1992-93. 48 Fichas Técnicas de Maderas Nicaragüenses. IRENA. Managua, Nicaragua.
- HERRERA, Z., DELGADO, C. 1993. Maderas Estructurales. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Boletín Técnico N° 3. IRENA. Managua, Nicaragua.

Cuadro 6.1

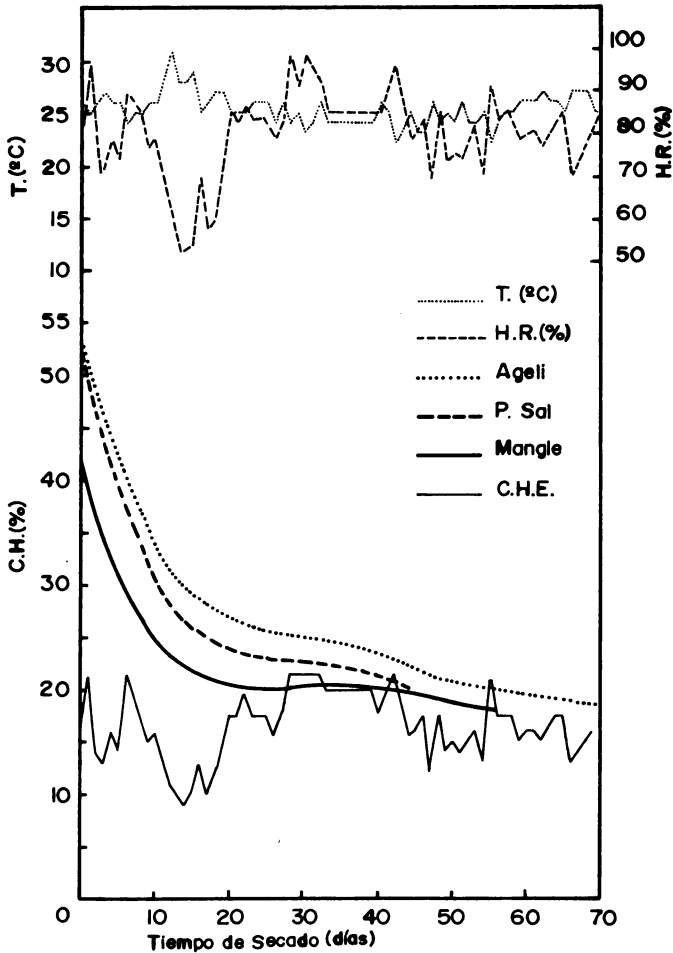
VELOCIDADES Y TIEMPO DE SECADO EN TRES ESPECIES DE MANGLE

ESPECIE	Db gr/cm ³	CHi (%)	TIEMPO DE SECADO (días)			PERDIDA DE AGUA POR DIA (%)	CLASIFICACION
			VERDE- 30%	30 - 18%	VERDE - 18%		
MANGLE ROJO <i>R. harrisonii</i>	0.860	42	7	48	55	0.436	MIL
AGELI <i>L. racemosa</i>	0.762	53	18.5	51	69.5	0.504	MIL
PALO DE SAL <i>A. germinans</i>	0.759	52	12	44	56	0.607	MIL

Db = Densidad básica
ML = Muy lenta

CHi = Contenido de Humedad inicial

• CURVA DE SECADO:



Curva de Velocidad de Secado al Aire para tres especies de mangle

- MANGLE (*Rhizophora harrisonii*)
- AGELI (*Laguncularia racemosa*)
- PALO DE SAL (*Avicennia germinans*)

En cuanto a la preservación con Sales CCA por el método vacío-presión se determinó que la tratabilidad en albura estaba clasificada como Fácil de Tratar para *Avicennia germinans* con absorción alta de 293 Kg/m³ y penetración total; Moderadamente Fácil de Tratar para *Laguncularia racemosa* con absorción buena (124 Kg/m³) y penetración periférica; finalmente *Rhizophora harrisonii* con absorción buena (134 Kg/m³) y penetración total.

El duramen de las tres especies, como es de esperarse para maderas de esas densidades presentó tratabilidad desde Moderada en *A. germinans* hasta Extremadamente difícil en *R. harrisonii*. *A. germinans* presentó absorción buena (123 Kg/m³) y penetración irregular, clasificándose como Moderadamente tratable. *Laguncularia racemosa* mostró absorción buena (109 Kg/m³) y penetración nula, clasificándose como Difícil de Tratar. Finalmente *Rhizophora harrisonii* presentó absorción pobre (89 Kg/m³) y penetración nula, clasificándose como Extremadamente difícil de tratar.

En el cuadro 6.2 se muestran los datos anteriormente mencionados en forma resumida.

Cuadro 6.2

**CLASIFICACION DE LA ABSORCION,
PENETRACION Y TRATABILIDAD DE LAS ESPECIES
L. racemosa, *R. harrisonii* y *A. germinans***

ESPECIE	DENSIDAD BASICA (gr/cm ³)	CH %	ABSORCION LIQUIDA Kg/m ³			PENETRACION		TRATABILIDAD		
			ALBU.	CLASIF.	DURAM.	CLASIF.	ALBU.	DURAM.	ALBU.	DURAM.
AGELI <i>L. racemosa</i>	0.762	18	124	AB	109	AB	PP	PN	MT	DT
MANGLE ROJO <i>R. harrisonii</i>	0.860	18	134	AB	89	AB	PT	PN	MT	EDT
PALO DE SAL <i>A. germinans</i>	0.759	20	293	AA	123	AB	PT	PI	FT	MT

ABSORCION:

AB = Absorción buena
AP = Absorción pobre
AA = Absorción alta

PENETRACION:

PP = Penetración periférica
PT = Penetración total
PI = Penetración irregular
PN = Penetración nula

TRATABILIDAD:

FT = Fácil de tratar
MT = Moderadamente tratable
DT = Difícil de tratar
EDT = Extremadamente difícil de tratar

Arroyo Pérez (1970) reporta para *Rhizophora harrisonii* ensayada en preservación con creosota (método a presión/célula llena) una absorción de 131 Kg/m³ en albura y de 92 Kg/m³ en duramen, penetración completa en albura y parcial en duramen.

Es interesante notar que de las tres especies estudiadas *Avicennia germinans* es la que presenta el mejor comportamiento en preservación siendo su albura Fácil de tratar y el duramen Moderadamente tratable. No obstante, su albura es altamente susceptible al ataque de hongos e insectos, por lo cual se recomienda su adecuada preservación para prolongar su vida útil en servicio.

Rhizophora harrisonii es moderadamente tratable en albura, condición que debe de ser tomada en cuenta cuando se le quiera utilizar para durmientes, en cuyo caso deberá preservarse.

6.4 Conclusiones:

- 6.4.1 Las tres especies de mangle estudiadas son maderas de alta densidad pertenecientes a las maderas estructurales en los tres grupos: *Rhizophora harrisonii* (Grupo A), *Laguncularia racemosa* (Grupo B) y *Avicennia germinans* (Grupo C).
- 6.4.2 La especie que presentó los valores más altos en las propiedades mecánicas fue MANGLE ROJO (*Rhizophora harrisonii*).
- 6.4.3 El comportamiento en secado al aire en las condiciones climáticas de Managua fue muy parecido en las tres especies, clasificándose todas en velocidad muy lenta con pérdidas de humedad promedio por día entre 0.436% y 0.607%.

- 6.4.4** *Avicennia germinans* tuvo el mejor comportamiento en la preservación con albura Fácil de tratar y duramen Moderadamente tratable. *Rhizophora harrisonii* por otro lado resultó Moderadamente tratable en albura y Extremadamente difícil de tratar en duramen.
- 6.4.5** En términos generales se puede decir que las tres especies son maderas que presentan dificultad al trabajarlas debido a su dureza, densidad, grano, altas contracciones y presencia de cristales.
- 6.4.6** Los usos recomendados para las especies estudiadas son variados y acordes con su propiedades; pueden ser utilizadas en construcción pesada y durmientes (*R. harrisonii*), no obstante esta utilización estará limitada por el diámetro de los árboles. Las tres especies pueden ser empleadas en artículos torneados y artesanías, donde pueden obtenerse buenos acabados; así mismo se recomienda el uso como mangos de herramientas e implementos agrícolas, etc.
- 6.4.7** Además de los usos recomendados para la madera en las tres especies, los mangles son árboles de uso múltiple produciendo leña y carbón, taninos, plantas melíferas, etc.

GLOSARIO

1. **ABSORCION:** Es la cantidad total del preservante que queda en la madera después de la impregnación.
2. **ACABADO:** Operación final o retoque de una pieza de madera para dejarla adecuadamente terminada.
3. **ALBURA:** Capa exterior del leño ubicada entre el cambium y el duramen, que frecuentemente contiene almidón. Es generalmente de color más claro, más permeable y menos durable que el duramen.
4. **ANILLOS DE CRECIMIENTO:** Los anillos de crecimiento están formados por capas concéntricas observables en la superficie transversal pulida, correspondiente al leño producido durante cada período de crecimiento (1 año en coníferas), en dicha capa se pueden distinguir el leño temprano y leño tardío.
5. **ANIMALES DESTRUCTORES DE LA MADERA:** Son aquellos que causan daño a la madera, bien sea que se alimentan de ella, busquen allí su alimento o abrigo. Ej. Aves (pájaro carpintero), moluscos y crustáceos marinos e insectos como termites, taladradores, polillas, etc.
6. **ARBOLES DE USO MULTIPLE:** Son aquellos que potencialmente pueden brindar varios productos o servicios. Productos: madera, leña, frutos, uso medicinal, etc. Servicios: sombra, fijación de nitrógeno, ornamental, etc.
7. **ARQUEADURA:** Es el alabeo o curvatura a lo largo de la cara de una pieza de madera.
8. **ARTESANIAS DE MADERA:** Artículos pequeños de madera elaborados manualmente o con el auxilio de maquinaria caracterizados por su arte y belleza.
9. **AUTOCLAVE/PLANTA DE PRESERVACION:** Tanque de acero, generalmente cilíndrico y horizontal provisto de puertas en uno o en sus dos extremos y en el cual se efectúa la impregnación de la madera mediante los sistemas vacío presión.

10. **BRILLO O LUSTRE:** Es la capacidad que tienen los elementos xilémáticos de reflejar en forma orientada el flujo luminoso, lo cual origina el brillo en la madera.
11. **CARBON:** Es el material sólido, liviano y combustible, que se obtiene de la combustión incompleta de la leña.
12. **COCIENTE DE CONTRACCION:** Es la razón entre la contracción tangencial y la radial.
13. **CONTENIDO DE HUMEDAD:** Es la cantidad de agua contenida en la madera, generalmente expresada como porcentaje de su peso anhidro.
14. **CONTRACCION:** Es la reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del Contenido de Humedad.
15. **CONTRACCION VOLUMETRICA:** Es la suma de la contracción radial, tangencial y longitudinal.
16. **CONSTRUCCION LIVIANA:** Denominación que se le da a las edificaciones construidas totalmente a base de entramados de madera, cuyos miembros estructurales tienen una sección transversal relativamente pequeña.
17. **CONSTRUCCION PESADA:** Tipo de construcción compuesta de muros exteriores de albañilería con columnas y vigas de madera de sección transversal considerable.
18. **COMPORTAMIENTO ELASTICO:** Es la capacidad que tiene un material sometido a cargas de recobrar su forma y dimensiones originales al cesar la acción de las cargas deformantes.
19. **COMPRESION PARALELA AL GRANO:** La actuación de una fuerza de compresión paralela a las fibras de la madera, como en una columna.
20. **COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO:** La actuación de una fuerza de compresión en dirección aproximadamente

- perpendicular a las fibras de la madera, como en un durmiente de ferrocarril.
21. **COLOR:** El color de la madera se debe a las sustancias resinosas, curtientes y colorantes que se encuentran en las cavidades de las células. En las maderas tropicales existe una gran variedad de colores desde blanquecinos hasta negruzcos.
 22. **CURTIENTES:** Dícese de lo que sirve para curtir.
 23. **CURVATURA:** Es el alabeo de los cantos en sentido longitudinal.
 24. **DECAIMIENTO O DETERIORO:** Proceso por el cual se produce la pérdida gradual de ciertas características físico-mecánicas, químicas, biológicas y organolépticas de la madera afectada por los agentes destructores de la madera (hongos, insectos, etc).
 25. **DEFECTO:** Es cualquier irregularidad o imperfección de la madera, que afecta las propiedades físicas, mecánicas y/o químicas determinando generalmente limitación en su uso o aplicaciones.
 26. **DEFORMACION:** Variación de la forma de un elemento estructural por acción de las cargas. **Deformación diferida:** Aquella que ocurre en un elemento o estructura con el transcurso del tiempo debido a la acción continuada de las cargas. **Deformación permanente:** Aquella que permanece en un elemento aún después de retiradas las cargas actuantes sobre él.
 27. **DENSIDAD ANHIDRA:** Es la densidad basada en el peso y el volumen de la madera que se ha secado al horno.
 28. **DENSIDAD BASICA:** Es la densidad basada en el peso de la madera seca al horno y en su volumen en estado verde.
 29. **DENSIDAD O PESO ESPECIFICO:** Peso por unidad de volumen, expresado en gramos por centímetro cúbico (gr/cm^3) o en libras por pie cúbico. Puesto que los cambios de humedad contenida en la madera influyen en su peso y volumen, es necesario especificar las condiciones de ésta en el momento de hacer la medición.

30. **DENSIDAD SECA AL AIRE:** Es la densidad basada en el peso y volumen de la madera en equilibrio con las condiciones atmosféricas de la localidad.
31. **DENSIDAD VERDE:** Es la densidad basada en el peso y el volumen de la madera verde.
32. **DURABILIDAD NATURAL:** Propiedad de la madera de resistir en mayor o menor grado al ataque de agentes destructores, bajo condiciones naturales de uso.
33. **DURAMEN:** Parte interna del leño, generalmente caracterizado por una coloración más oscura y por estar constituido por elementos celulares sin actividad vegetativa. Es menos permeable y más durable que la albura.
34. **DUREZA:** Resistencia de la madera a la penetración y a la abrasión.
35. **DURMIENTE:** Pieza de madera colocada horizontalmente, sobre la cual se apoyan otras, horizontales o verticales.
36. **ESPECIES PARA LEÑA:** Son aquellas especies de árboles o arbustos que producen madera de alto valor calórico, que arden sin producir chispas o humo tóxico y que producen combustible para cocinar, calefacción y/o uso industrial.
37. **ESTACA:** Pieza pequeña de madera con punta en un extremo que se introduce en la tierra, pared, etc.
38. **ESTUARIO:** Estero, desembocadura de un río.
39. **FIBRAS:** Células alargadas, agrupadas en haces, provistas de puntuaciones que facilitan el paso de nutrientes. Cumplen funciones de sostén del cuerpo leñoso.
40. **GRANO/HILO:** Es la disposición en dirección longitudinal de los elementos constitutivos de la madera.
41. **GRANO ENTRECRUZADO:** Cuando los elementos xilemáticos cambian ocasionalmente de dirección.

42. **GRANO ONDULADO:** Cuando los elementos xilemáticos cambian constantemente de dirección con respecto al eje del árbol presentando una superficie sinuosa u ondulada.
43. **GRANO RECTO:** Es aquel grano que se produce cuando los elementos xilemáticos van paralelos al eje vertical del árbol.
44. **GRIETA:** Es la separación de los elementos constitutivos de la madera cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos caras de una pieza aserrada o dos puntos opuestos de la periferia de una madera redonda.
45. **HIBRIDO (VEGETAL) :** Es el vegetal proveniente de la fecundación de un vegetal de una especie cualquiera por otro vegetal perteneciente a otra especie.
46. **HONGOS CROMOGENOS:** Son los organismos vegetales que crecen en la madera, originando manchas de distintas coloraciones que se aprecian en el espesor de la pieza.
47. **HONGOS XILOFAGOS:** Son los organismos vegetales que se alimentan de madera, descomponiendo la celulosa y/o lignina.
48. **HUMEDAD RELATIVA:** Es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire a una temperatura determinada expresada como porcentaje de su capacidad máxima de retención de vapor de agua a esa temperatura. Cuanto menor es la humedad relativa ambiental, mayor es la rapidez de secado, especialmente cuando la madera tiene un alto contenido de humedad.
49. **IMPREGNACION:** Operación de inyectar o embeber los tejidos leñosos con sustancia preservadora.
50. **INFLORESCENCIA:** Recibe el nombre de inflorescencia todo sistema de ramificación que se transforme en flores. La inflorescencia supone una ramificación, la cual es constante para cada especie vegetal, de ahí su importancia en la morfología y sistemática.
51. **INFECCION:** Ataque y/o instalación en la madera de hongos u otros organismos microscópicos.

52. **INFESTACION:** Ataque y/o instalación en la madera de organismos pertenecientes al reino animal especialmente insectos.
53. **INSECTICIDA:** En protección de maderas, Producto químico que mata a los insectos que destruyen a la madera.
54. **IMPLEMENTOS AGRICOLAS:** Utensilios metálicos con mangos de madera utilizados en labores agrícolas y/o forestales.
55. **IMPREGNACION:** Es la operación de incorporar a la madera una sustancia preservadora.
56. **LEÑA:** Es el material leñoso destinado a combustible.
57. **MADERA:** Es el conjunto de células que forman el tejido leñoso, en ella se distingue: La médula, la albura y el duramen.
58. **MADERA DE FACIL TRATAMIENTO:** Es aquella madera que se deja impregnar (tratar) satisfactoriamente por cualquier proceso de impregnación.
59. **MADERA DURABLE:** Madera resistente al ataque de agentes biológicos de destrucción (hongos, insectos), considerando ciertas condiciones específicas de servicio.
60. **MADERA ESTRUCTURAL:** Madera que por sus propiedades mecánicas, principalmente, resulta apta para la elaboración de las piezas utilizadas en estructuras.
61. **MADERA ESTRUCTURAL GRUPO A:** Maderas de Mayor Resistencia, cuya densidad básica está en el rango de 0.71 a 0.90 gr/cm³.
62. **MADERA ESTRUCTURAL GRUPO B:** Maderas de Resistencia Media, con un rango de densidad básica entre 0.56 y 0.70 gr/cm³.
63. **MADERA ESTRUCTURAL GRUPO C:** Maderas de Menor Resistencia, con un rango de densidad básica entre 0.40 y 0.55 gr/cm³.
64. **MADERA EN ROLLO:** Es aquella madera utilizada en forma cilíndrica con o sin corteza.

65. **MADERA NO DURABLE:** Es toda madera que ofrece baja resistencia a la acción de los agentes destructores biológicos, en ciertas condiciones de servicio especificadas.
66. **MADERA PRESERVADA:** Es aquella madera que ha sido sometida a un tratamiento preservante adecuado.
67. **MANCHA:** Es el cambio del color de la madera causada por hongos cromógenos.
68. **MANGLARES:** Son comunidades vegetales pantropicales halófitas facultativas y típicamente arbóreas, sujetas al efecto de las mareas. Por su carácter transicional en el ecotono tierra-agua poseen características especiales que les permiten adaptarse a un medio altamente dinámico.
69. **MODULO DE ELASTICIDAD:** Expresa la relación de esfuerzo por unidad de área a la correspondiente deformación por unidad de longitud, debiendo estar la deformación dentro del límite de proporcionalidad. El módulo de elasticidad es un valor indicativo de la rigidez de la madera y no de la resistencia.
70. **MODULO DE ROTURA:** Resistencia calculada en las fibras superiores e inferiores de una viga cargada al máximo; medida de la capacidad de una viga para soportar una carga aplicada lentamente y durante un tiempo corto.
71. **OLOR:** El olor en la madera está dado por ciertas sustancias volátiles, en especial resinas y aceites esenciales infiltrados en el lumen y paredes celulares, las que al volatilizarse exhalan olores característicos.
72. **PARENQUIMA:** Es un tejido blando, generalmente más claro que la parte fibrosa del leño por estar formado de células cortas, iguales, de paredes finas. Puede ser parénquima longitudinal o axial y parénquima radial (radios).
73. **PELETERIA:** Arte de preparar las pieles. Conjunto de pieles finas.
74. **PLANTAS MELIFERAS:** Plantas que producen flores con néctar abundante y agradable a las abejas, etc.

- 75. PODER CALORIFICO:** Es el calor requerido para elevar una unidad de temperatura en el sistema calorímetro que se obtiene mediante la quema de un peso standard de ácido benzoico puro y seco en la bomba. La mayor o menor capacidad de generar calor de las especies forestales depende de la humedad, densidad y características anatómicas de cada una de ellas.
- 76. PERMEABILIDAD:** Propiedad que tienen las maderas de permitir el flujo de líquidos bajo un gradiente de presión.
- 77. POROS:** Es el término de conveniencia para la superficie transversal de un vaso.
- 78. POSTES:** Pilar o puntal. Existen diferentes tipos: postes de cercas para delimitar propiedades, postes de tendido eléctrico y telefónico, etc.
- 79. PRESERVACION:** Técnica para proteger y prolongar la vida útil de la madera mediante la aplicación de sustancias químicas que impiden su destrucción por agentes biológicos.
- 80. PRESERVANTE:** Producto químico o mezcla de productos que aplicados en la dosis y forma adecuada, protegen a la madera contra uno o varios agentes destructores.
- 81. PROBETA:** Es una muestra de madera de dimensiones especificadas destinada a la realización de un ensayo determinado.
- 82. PROPIEDADES MECANICAS:** Propiedades inherentes a la madera que determinan su capacidad de resistencia a la acción de fuerzas exteriores, que tienden a cambiar su tamaño o forma.
- 83. PROTECCION:** Conjunto de medidas de diversas índole que se aplica a la madera para evitar su destrucción.
- 84. RADIOS:** El parénquima Radial o Radios leñosos está formado por células parenquimáticas dispuestas en sentido radial respecto al eje del árbol. En el árbol viviente cumple la función de conducción y almacenamiento de reservas alimenticias. En la superficie transversal aparecen como finas líneas paralelas aproximadas, generalmente más claras. En la superficie tangencial asumen generalmente

- forma lenticular y en la sección radial son observados como líneas o fajitas horizontales, formando ocasionalmente configuraciones perceptibles a simple vista.
85. **RAIZ FULCREA:** La epigie que ayuda a sostener a la planta a modo de fulcro.
 86. **RELACION DE CONTRACCIONES:** Es la razón entre la contracción tangencial y la contracción radial.
 87. **RESISTENCIA:** Refiriéndose a la madera, en su más amplio sentido, comprende todas aquellas características que la hacen apropiada para soportar una carga.
 88. **SABOR:** Característica organoléptica que se percibe a través del sentido del gusto, clasificándose en ausente, amargo y astringente.
 89. **SECAR:** Es el proceso mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera.
 90. **TALADRADORES:** Insectos xilófagos que en estado adulto o larvario atacan a la madera para construir en ella sus galerías con el fin de cumplir con su ciclo biológico.
 91. **TALADRADORES MARINOS:** Animales marinos destructores de la madera; los más importantes pertenecen a los moluscos (*Teredo*) y crustáceos. Producen grandes daños en los astilleros, embarcaciones, muelles, etc.
 92. **TANINOS:** Cualquiera de los principios inmediatos vegetales, ternarios (C, H y O), de sabor astringente que precipitan con las sales férricas y dan productos de color azul, negro o verde, los que se usan industrialmente por sus propiedades curtientes en la industria del cuero, tintorería y preparación de tintas.
 93. **TERMITES O TERMITAS:** Nombre vulgar de los termes, insectos sociales pertenecientes al orden Isoptera.
 94. **TEXTURA:** Es la distribución y tamaño relativo de los elementos leñosos considerada en sección transversal.

95. **TORCEDURAS:** Es el alabeo simultáneo en las direcciones longitudinal y transversal en una pieza de madera.
96. **TRABAJABILIDAD:** Propiedad que posee la madera de dejarse cortar o conformar con mayor o menor facilidad por medios manuales o con máquinas.
97. **TRATABILIDAD:** Propiedad que tienen las maderas de permitir la penetración de los preservantes en el tratamiento de impregnación.
98. **TUTORES:** Son plantas jóvenes (árboles o arbustos) que pueden servir de soportes vivos o muertos para otros cultivos. Algunas veces para alimentación en simbiosis o como parásitos. Ej. pitahaya.
99. **VIGA:** Elemento horizontal o inclinado que trabaja sobre dos o más apoyos, de medidas longitudinales superiores a las transversales, cuyo fin principal es soportar esfuerzos de flexión.

BIBLIOGRAFIA

1. ALONSO, J., BAEZ, C. 1983. Identificación botánica, características anatómicas, propiedades físicas y secado artificial de tres especies de mangle. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Facultad de Ingeniería Forestal. Bogotá, Colombia.
2. ALVEAR, M. et al. 1993. Secado al aire de 37 Maderas Nicaragüenses. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional. IRENA. Managua, Nicaragua.
3. ALVEAR, M. et al. 1993. Preservación de 34 Maderas Nicaragüenses. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional. IRENA. Managua, Nicaragua.
4. CATIE/UICN/DANIDA. 1992. Uso adecuado de los recursos del manglar en Estero Real. Chinandega, Nicaragua.
5. CATIE/UICN/DANIDA. 1991. Wise use of the mangrove resources in Estero Real, Nicaragua and Terraba-Sierpe, Costa Rica.
6. CEDEÑO, V. 1993. Conservación de Manglares y camaronicultura. Managua, Nicaragua.
7. D'ARCY, W.G. (editor). 1973. Flora of Panama. Missouri Botanical Garden. U.S.A. 67 vols.
8. DIRENA. 1988. Proyecto Manglares del Pacífico. Dirección de recursos Naturales y del Ambiente. Managua, Nicaragua.
9. HAMILTON, L., SNEDAKER, S. 1984. Handbook for Mangrove Area Management. UICN/UNESCO. United Nations.
10. HERRERA, Z., MORALES, A. 1993. Propiedades y Usos Potenciales de 100 Maderas Nicaragüenses. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional. IRENA. Managua, Nicaragua.

11. HERRERA, Z. 1993. Maderas: Glosario. Términos utilizados en Propiedades Físico-Mecánicas. Boletín Técnico N^o 1. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional. IRENA. Managua, Nicaragua.
12. HERRERA, Z., PAVON, C. 1993. Maderas Estructurales. Boletín Técnico N^o 3. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional. IRENA. Managua, Nicaragua.
13. HURTADO, N., CAMACHO, J. 1993. Informe sobre manglares de Nicaragua. Trabajo presentado en el Primer Taller sobre el Manejo de Manglares en Centroamérica y la Cuenca del Caribe. Managua, Nicaragua.
14. IRENA. LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA. 1986. Descripción anatómica y propiedades físico-mecánicas de 10 maderas nicaragüenses. Managua, Nicaragua.
15. INSTITUTO CENTRO AMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL (ICAITI). 1993. Industrialización artesanal de las cortezas del mangle. Informe final para Proyecto OLAFO/CATIE. Guatemala.
16. JIMENEZ, J. 1985. Red Mangrove (*Rhizophora mangle* L.) Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experimental Station. USDA Forest Service. Río Piedras, Puerto Rico.
17. JIMENEZ, J., LUGO, A. Black Mangrove (*Avicennia germinans* (L.) L). Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experimental Station. USDA Forest service. Río Piedras, Puerto Rico.
18. MORALES, A., ALVEAR, M. 1993. Características Macroscópicas de la Madera. Boletín Técnico N^o 2. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional. IRENA. Managua, Nicaragua.
19. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES Y CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). 1984. Especies para leña: Arbustos y árboles para la

- producción de energía. Trad. de la edición inglesa por V. A. Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica.
20. PEREZ, J. 1970. Propiedades y usos posibles de los mangles de la región del Río San Juan en la Reserva Forestal de Guarapiche, Edo. Monagas. Ministerio de Agricultura/Universidad de los Andes. Venezuela.
21. PRADO, M., 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.
22. PROYECTO OLAFO/CATIE. 1992. Estudio Socioeconómico llevado a cabo en las comunidades de Salinas-Grandes, Peñitas, PoneLOYA, El Realejo y Corinto. León, Nicaragua.
23. STANDLEY, P.C. et al. 1958. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany. Field Museum of Natural History. Chicago, U.S.A. 26 vols.
24. WINDEVOXHEL, N. 1992. Valoración Económica Parcial de los Manglares de la Región II de Nicaragua. Tesis Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

ANEXO

NORMAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO TECNOLÓGICO

- COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. 1972. MADERAS. Selección y Colección de Muestras. COPANT 458.

- COPANT 30: 1 - 019 MADERAS. Descripción macroscópica, microscópica y general de la madera.
- COPANT 459 MADERAS. Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físico-mecánicos.
- COPANT 460 MADERAS. Método de determinación de la humedad.
- COPANT 461 MADERAS. Método de determinación del peso específico.
- COPANT 462 MADERAS. Método de determinación de la contracción.
- COPANT 555 MADERAS. Método de ensayo de flexión estática.
- COPANT 464 MADERAS. Método de determinación de la compresión paralela al grano.
- COPANT 466 MADERAS. Método de determinación de la compresión perpendicular al grano.
- COPANT 463 MADERAS. Método de determinación del cizallamiento paralelo al grano.
- COPANT 465 MADERAS. Método de determinación de la dureza.
- COPANT 743 MADERAS. Método de ensayo de tracción perpendicular al grano.
- COPANT 744 MADERAS. Método de extracción de clavos.
- ISO - 3348 -1975 WOOD. Determination of impact bending strenght.