

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**EFFECTO DE CUATRO DOSIS DE ACIDO
INDOLBUTIRICO Y DOS VOLUMENES DE SUSTRATO
EN LA PROPAGACION VEGETATIVA DE ISTATEN
(Avicennia nitida J.) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL
Y DE PRACTICAS, SAN LUIS TALPA.**

POR:

RODOLFO CRESPI AMAYA

MARIA MAGDALENA MATA BONILLA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, FEBRERO DE 1994.

T-UES
1304
@921
1994



00118

2/2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

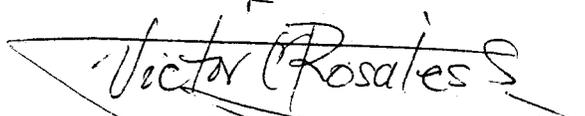
SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SOTO

d) por la Secretaría de la Fac. de CC. AA. Sep. 1994

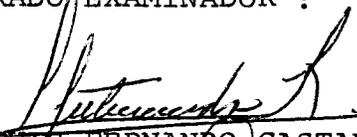
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA


ING. AGR. MANUEL DE JESUS HERNANDEZ JUAREZ

ASESOR :


M. Sc. VICTOR MANUEL ROSALES

JURADO EXAMINADOR :


ING. AGR. LUIS FERNANDO CASTANEDA


ING. AGR. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA


M. Sc. EMILIANO AGUILAR REYES

RESUMEN

En el país, actualmente existe una enorme explotación de los recursos forestales, debido a la gran demanda de energéticos, ya que más del 70% de las familias salvadoreñas utilizan leña para la cocción de sus alimentos.

Los manglares son una fuente importante de leña, carbón, postes, corteza para tanino y otros productos forestales.

A pesar de la importancia, tanto económica como ecológica de los manglares, este tipo de vegetación ha sufrido una acelerada reducción en su extensión y calidad, afectando a todas las especies que lo conforman, siendo el Istaten (Avicennia nítida) una de ellas. Por tal razón el objetivo de esta investigación fué evaluar el efecto de la aplicación de hormonas en el enraizamiento de estacas de esta especie, así como evaluar el efecto de dos volúmenes de sustrato, para lograr de encontrar otra técnica de reproducción de la especie y contribuir a solventar los problemas de deforestación en el ecosistema manglar.

El presente trabajo se llevó a cabo en la cámara de enraizamiento ubicada en el Lote La Bomba, de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, durante los meses de septiembre a noviembre de 1992.

En la propagación vegetativa por estacas se evaluaron las siguientes dosis de ácido indolbutírico (AIB); $T_2 = 1000$

ppm, $T_3 = 1500$ ppm, $T_4 = 2000$ ppm, $T_5 = 2500$ ppm, y un testigo sin hormona (T_1). Además se evaluaron dos volúmenes de sustrato que fueron: $b_1 = 4 \times 9$ pulg. y $b_2 = 6 \times 9$ pulg.

Al combinar las diferentes dosis de la hormona (AIB) y el testigo sin hormona, con los dos volúmenes de sustrato, se obtuvieron los diez tratamientos investigados: T_1b_1 , T_1b_2 , T_2b_1 , T_2b_2 , T_3b_1 , T_3b_2 , T_4b_1 , T_4b_2 , T_5b_1 , T_5b_2 , evaluando 15 estacas por tratamiento y haciendo 4 repeticiones. Se trabajó con el diseño completamente al azar.

El sustrato utilizado se obtuvo de la mezcla de subsuelo, arena de río y granza de arroz quemada 2:1,1; habiéndose determinado que A. nítida no fué estimulada para la emisión de raíces por ninguna de las dosis de AIB utilizadas, ni por el testigo sin hormonas, tampoco influyeron los volúmenes de sustrato en estudio.

La falta de estimulación en las estacas, para desarrollar su sistema radicular se debió posiblemente a otras causas que influyeron de manera negativa, atrofiando el desarrollo de las estacas.

Debido a que no se tienen antecedentes experimentales con respecto a la propagación vegetativa en A. nítida, no se pudo establecer si las dosis empleadas fueron muy altas o muy bajas para la especie en estudio, al no obtener respuesta de emisión de raíces en ninguno de los tratamientos. Otra causa y talvés la más importante fue la falta de condiciones adecuadas en el sustrato utilizado, como medio de enrai

zamiento, ya que A. nítida es una planta halófito que se desarrolla en suelos con altas concentraciones de salinidad.

Entre las variables investigadas, sólo se obtuvo información de estacas con yemas, reportando porcentajes muy bajos que no fueron significativos al 5% en el análisis de varianza realizado a los 14, 21 y 29 días.

AGRADECIMIENTOS

- AL LIC. VICTOR MANUEL ROSALES SORIANO, M. Sc.
Por su acertada colaboración en la asesoría de la investigación.
- AL JURADO EXAMINADOR
Por su colaboración brindada.
- AL LIC. EDGARDO DIAZ PEÑATE
Por su colaboración desinteresada.
- AL ING. AGR. RENE ALVARADO LOZANO
Por su valiosa colaboración y el especial interés en la investigación realizada.
- AL ING. AGR. RICARDO IMENDIA FLORES
Por su colaboración en el Laboratorio de Química.
- AL PERSONAL DE LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
Por su ayuda brindada.
- AL PERSONAL DE LA ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS "LA PROVIDENCIA", por su valiosa colaboración.
- A TODAS LAS PERSONAS, QUE DE UNA U OTRA MANERA HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DE LA INVESTIGACION.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por ser la fortaleza y mi guía espiritual, para seguir adelante y alcanzar mis ideales.
- A MIS PADRES :
Ernesto Crespín (De grata recordación) y Lidia Amaya, con amor y cariño por su sacrificio, entrega y sobre todo su fé en DIOS, sea mi triunfo una recompensa.
- A MI ESPOSA :
Aída del Carmen Enamorado, con amor y aprecio por su comprensión.
- A MIS HIJOS :
Josué, Jaime, José y Josael, con mucho amor y por ser la razón para luchar en la vida y alcanzar mis propósitos.
- A MIS HERMANOS :
Angel, Carlos (De grata recordación), Francisco, Ernesto y Jaime, por la ayuda y comprensión brindada con su amistad sincera.
- A MIS SOBRINOS :
Como un estímulo de constante superación.
- A MIS ABUELOS Y TIOS : Por sus consejos acertados.
- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS :
Con respeto, con los cuales comparto mi alegría.
- A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR :
Por forjarme como un nuevo profesional

Rodolfo Crespín Amaya

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO, fuente de toda sabiduría, por haberme iluminado y fortalecido en todo el trayecto de mi carrera, permitiéndome alcanzar uno de mis mayores ideales.
- A MI MADRE, MARIA ISABEL BONILLA ANDRADE, que con apoyo, paciencia y cariño me brindó la oportunidad de alcanzar uno de mis ideales.
- A MI PADRE, JUAN GUILLERMO MATA ROMERO, con cariño.
- A MIS HERMANOS :
Anabel, Ada Esmeralda y Guillermo Antonio, por brindarme su apoyo moral e incondicional en todas las etapas de mi vida.
- A MIS TIOS Y PRIMOS :
Como un estímulo de su constante superación; especialmente a la Ing. Pastory Bonilla Andrade, como un ejemplo digno de imitar.
- A MIS AMIGOS :
Que de una u otra forma hicieron posible mi éxito.
- A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR :
Por hacer de mí una profesional.

María Magdalena Matal Bonilla

I N D I C E

	Página
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vii
DEDICATORIA	viii
INDICE DE CUADROS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades	3
2.1.1. Origen de los manglares	3
2.1.2. Concepto de manglar	4
2.1.3. Estructura y composición de los - manglares	4
2.1.4. Clasificación fisiográfica de los manglares	6
2.1.5. Areas y distribución de los man- glares	6
2.1.6. Crecimiento y desarrollo de los - manglares	7
2.1.7. Fenología	8
2.1.8. Dinámica del bosque salado	9
2.2. Clasificación taxonómica y descripción de <u>Avicennia nitida</u> J.	10
2.2.1. Clasificación taxonómica	10
2.2.2. Sinónimo botánico: <u>Avicennia ger-</u> <u>minans</u> J. Stearn	10

	Página
2.2.3. Nombres comunes de <u>Aviccenia nitida</u> J.	10
2.2.4. Morfología	11
2.2.5. Condiciones edáficas	13
2.2.6. Habitat	14
2.3. Propagación asexual	15
2.3.1. Propagación por estaca	16
2.3.2. Condiciones básicas para el enraizamiento de esquejes de tallo	17
2.3.2.1. Características del árbol	17
2.3.2.2. Cofactores de enraizamiento	20
2.4. Auxinas estimulantes del enraizamiento ...	21
2.5. Métodos de aplicación de reguladores de crecimiento a cortes de tallo	25
2.5.1. Método de inmersión rápida	25
2.5.2. Método de remojo prolongado	26
2.5.3. Método de espolvoreo	26
2.6. Condiciones del medio ambiente	27
2.6.1. Temperatura	27
2.6.2. Humedad relativa	27
2.6.3. Luminosidad	28
2.7. Medio de enraizamiento	29
2.8. Enraizador	32

	Página
3. MATERIALES Y METODOS	35
3.1. Generalidades	35
3.1.1. Ubicación geográfica	35
3.1.2. Características climáticas del lugar	35
3.1.3. Zona de vida	35
3.2. Método de propagación por estaca	36
3.2.1. Tratamientos utilizados	36
3.3. Medio utilizado para el enraizamiento	36
3.3.1. Preparación de sustrato	36
3.3.2. Llenado de bolsas	36
3.4. Preparación de diferentes dosis de ácido - indolbutírico	38
3.5. Material vegetativo	38
3.5.1. Selección del material vegetativo.	38
3.6. Cámara de enraizamiento	39
3.6.1. Propagador	39
3.6.2. Desinfección del propagador	39
3.6.3. Base de aislamiento	39
3.6.4. Sistema de riego	41
3.6.5. Microclima	43
3.7. Establecimiento del ensayo	43
3.7.1. Corte de estacas	43
3.7.2. Tratamiento y siembra de estacas .	44

	Página
3.8. Manejo durante el ensayo	46
3.8.1. Riego	46
3.8.2. Limpieza	46
3.8.3. Fertilización	46
3.8.4. Tratamiento preventivo	46
3.9. Metodología estadística	46
3.9.1. Variables evaluadas	47
3.9.2. Toma de datos	47
3.9.3. Modelo estadístico	48
4. RESULTADOS	49
4.1. Propagación por estacas	49
4.1.1. Número de raíces	49
4.1.2. Longitud de raíces	49
4.1.3. Número de estacas con yemas ..	50
5. DISCUSION	53
5.1. Número de raíces	53
5.2. Longitud de raíces	58
5.3. Número de estacas	58
6. CONCLUSIONES	60
7. RECOMENDACIONES	61
8. BIBLIOGRAFIA	62
9. ANEXOS	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tratamientos de ácido indolbutírico en ppm, combinados con dos volúmenes de sustrato, en la propagación vegetativa de <u>Avicennia nítida</u> J.	37
2	Porcentaje de estacas con yemas por tratamientos de <u>Avicennia nítida</u> a los 14, 21 y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San Luis Talpa, Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El -- Salvador. Octubre de 1992	51
3	Porcentajes totales de estacas con yemas de <u>Avicennia nítida</u> a los 14, 21 y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San Luis Talpa, Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Octubre de 1992.	52
A-1	Número de estacas con yemas de <u>Avicennia nítida</u> a los 14, 21 y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San Luis Talpa, Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Octubre de -- 1992	73

A-2	Análisis de varianza para número de estacas con yemas de <u>Avicennia nítida</u> a los 14, 21 y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San -- Luis Talpa, Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad - de El Salvador. Octubre de 1992	74
-----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estructura molecular del ácido indolbutírico (AIB)	24
2	Base de aislamiento para la propagación de estacas	40
3	Detalle del acople de la tubería de aluminio de 3,0" con la de PVC de 3/4 x 1", usada para conducir el agua de riego al propagador	42
4	Segmentos utilizados como estacas de <u>Avicennia nítida</u> J.	45
A-1	Datos registrados de humedad relativa y temperatura ambiental, dentro de la cámara de enraizamiento	75
A-2	<u>Avicennia germinans</u> (Avicenniaceae), descripción morfológica	80
A-3	Neumatóforos de <u>Avicennia</u> sp. (Según Citron, 1986)	81

1. INTRODUCCION

El Salvador, a pesar de ser un país con vocación agrícola, presenta una acelerada disminución de sus recursos naturales, debido a la creciente demanda energética lo cual ha provocado una sobre explotación de los bosques.

A medida que la demanda crece, las áreas boscosas se reducen, afectándose grandemente el ecosistema de manglar.

En el país, los manglares constituyen un factor imprescindible para la conservación, incremento y mejora de los recursos naturales, por lo que es necesario crear un grado de conciencia en la población sobre la importancia socioeconómica de los bosques salados y su necesidad de conservarlos, mejorarlos y hacer un uso racional de ellos.

Avicennia nítida (Istaten), es una especie muy utilizada para leña, carbón y material de construcción, sometida en estos momentos a una sobre explotación. Debido a lo cual se investigó la propagación vegetativa, como un método para rescatar el recurso fitogenético de la especie.

La investigación se llevó a cabo en la cámara de enraizamiento ubicada en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

En la propagación vegetativa de estacas de A. nítida, se evaluaron cuatro dosis de ácido indolbutírico (AIB) y dos volúmenes de sustrato que se obtuvo de la mezcla de --

subsuelo, arena de río y granza de arroz quemada en proporciones de 2:1,1; la toma de datos se realizó a los 14 días de sembradas las estacas evaluando el número y longitud de raíces y el número de estacas con yemas por tratamiento, - el muestreo se repitió a los 21 y 29 días.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades

2.1.1. Origen de los manglares

Los indicios del centro de dispersión fueron a partir de la región Indomalaya, migrando hacia el este hasta las Américas y para el oeste hasta Africa. En el cretáceo superior, cuando aún estaba abierto el istmo de Panamá, estos vegetales llegaron inicialmente a la región del Caribe y de acá viajaron a la costa oeste de Africa. Esto explica la diferencia entre las especies de la costa occidental y oriental del continente africano, ya que debido a las bajas temperaturas de las corrientes oceánicas era imposible el transporte de las plántulas del Indico hacia el Atlántico por el extremo sur del continente (10, 11, 12).

Las angiospermas se desarrollaron activamente a finales del Cretácico y principios del Eoceno, solamente algunos géneros de algunas familias evolucionaron para adaptarse a vivir en suelos salinos y a presentar una reproducción por viviparidad; o sea que las semillas permanecen en el árbol madre hasta su transformación en plántulas, acumulando reservas nutritivas que les permita desprenderse y poder flotar por largos períodos hasta encontrar un ambiente adecuado para su fijación; en estas condiciones las plántulas fueron dispersadas por las corrientes oceánicas a partir de su cen

tro de origen, dirigiéndose hacia el oeste hasta la costa este de Africa, a través del mediterráneo y logrando alcanzar el continente americano (10, 13).

Algunos géneros como Rhizophora y Avicennia, tuvieron éxito por haber sido las primeras en migrar, lo que se puede comprobar por la amplia distribución que presentan sus especies (10, 11, 12).

2.1.2. Concepto de manglar

La palabra manglar se emplea para designar un sistema ecológico costero tropical anfio, es decir, ubicado en la interfase tierra firme/mar abierto, caracterizado por cierta diversidad taxonómica vegetal cuyo denominador común es la forma de vida arbórea.

Representa una unidad integrada, autosuficiente, con componentes vegetales y animales altamente adaptados a las condiciones especiales del ambiente, como son: suelos periódicamente sumergidos por la acción de las mareas y salinidad -- fluctuante, así como también, un clima bastante homogéneo -- (11, 38).

2.1.3. Estructura y composición de los manglares

El manglar o bosque salado es una formación vegetal - muy particular que ocupa las 3/4 partes de la vegetación de las costas tropicales del mundo, representando un denso bosque constituido por una serie de plantas pertenecientes a -

diversos géneros y familias, constituyendo un grupo de especies hidrohalofotófila de alrededor de doce géneros que pertenecen a ocho familias. Los primeros géneros son : - Avicennia, Laguncularia, Rhizophora, Conocarpus, Lumnitzera, Bruquifera, Ceriops, Sonneratis, Xilocarpus y Aegíceras (11, 45). Los bosques de manglar de El Salvador están compuestos principalmente por tres géneros, siendo éstos: Rhizophora, Avicennia y Laguncularia (35).

Además existe otro género, éste es : Conocarpus erecta L. Botoncillo, mangle botón.

Los bosques salados, poseen estructura que puede ser de tres tipos : Zonificación, estratificación y alternancia.

La zonificación está determinada por el clima, la fisiografía, la salinidad y la altitud.

En cuanto a la estratificación se puede considerar como un tipo de zonificación vertical relacionada con la intensidad de la luz, con árboles dominantes, sub*dominantes, dominados y árboles suprimidos.

Hay lugares donde las condiciones edáficas, fisiográficas, climáticas o su combinación ocasiona cambios drásticos en el medio ambiente; en respuesta a ésto la vegetación se modifica en forma brusca, apareciendo formas o especies con características bien distintas. Cuando ésto ocurre se dice que la vegetación presenta alternancia (30, 45).

2.1.4. Clasificación fisiográfica de los manglares

Los manglares han sido clasificados en varios tipos fisiográficos :

- a) Manglar Ribereño : Los que se desarrollan a lo largo del margen de ríos y esteros, frecuentemente hasta el punto donde llega la máxima marea.
- b) Manglar de cuencas: Se desarrollan en las partes más interiores, detrás de los bosques ribereños y los de borde. La renovación de las aguas es lenta.
- c) Manglar de bordes o franjas : Se desarrollan a lo largo de los márgenes de costas protegidas o sobre escollos. Se caracterizan por un lavado diario al estar sometidos a una fluctuación vertical de la marea (10, 11, 30, 48).

2.1.5. Areas y distribución de los manglares

El sistema ecológico de los manglares se encuentra en zonas tropicales de Africa, América, Asia, Oceanía. Crece en rodales puros en las costas de América Tropical, desde Estados Unidos en la costa de Florida hasta Brasil, Perú, Ecuador y las Antillas, en los bancos más altos de los ríos, así como en bancos fangosos sometidos a inundaciones periódicas de mareas.

En América Latina las regiones van desde el Trópico de Cáncer hasta los 3°c' en el Océano Pacífico, deteniéndose allí debido al sistema de corrientes del Perú; y desde apro

ximadamente los 30°N hasta los 25° S en el Atlántico. También se encuentra en el Continente Africano en: Guinea, Senegambia, Nigeria, Gran Brassia, Senegal, etc. (17, 31, 47, 48).

A nivel mundial, se ha estimado que el área total de manglares es aproximadamente 15,429,000 Há, según la distribución siguiente :

6,246,000 Há en Asia Tropical

5,781,000 Há en América Tropical

3,402,000 Há en Africa Tropical (10, 17, 30).

En El Salvador existen alrededor de 35,234 Há de manglar, localizándose las mayores áreas en los departamentos de : Usulután (18,388 Há), La Unión (6,588 Há), y La Paz (6,272 Há) (40, 35).

2.1.6. Crecimiento y desarrollo de los manglares

Los ecosistemas de manglar se desarrollan en regiones costeras protegidas, bañadas por las mareas y su mayor desarrollo puede ser observado en las áreas donde el relieve topográfico es suave y la amplitud de las mareas es alta (33, 47).

Según Walsh, citado por Guerrero y Colaboradores, el manglar se desarrolla en mayor grado donde existen las siguientes condiciones: Temperatura cálida, sustrato aluviales, resguardo de oleaje y fuertes marejadas, presencia de agua salada, gran amplitud de marea (19).

Las condiciones edáficas extremas no permiten el desarrollo de plantas, con excepción de aquellas que disponen de adaptaciones verdaderamente ingeniosas y defensas específicas, las cuales le hacen posible sobrevivir en este medio -- (9, 11, 12).

En efecto, todos los manglares están provistos de tales adaptaciones, encontrándose entre las principales las siguientes :

- Desarrollo de raíces epígeas geotrópicamente negativas - para garantizar la respiración y el intercambio de gases en general durante las inundaciones periódicas (neumatóforos).
- Desarrollo de raíces fúlcreas que apoyan y sostienen al árbol en un suelo relativamente blando.
- Adaptaciones del metabolismo a las concentraciones elevadas de sal en el suelo, probablemente por disponer de valores osmóticos inusitadamente altos en la célula.
- La propagación que se realiza de manera poco común en el reino vegetal, siendo vivíparos las principales especies del manglar o por lo menos semivivíparos; es decir, las semillas germinan en el árbol (17, 48).

2.1.7. Fenología

Jiménez, 1988, citado por Aguilar, reporta que la caída de propágulos de la mayoría de las especies ocurre en los

últimos cuatro meses de la época lluviosa coincidiendo con las más altas inundaciones, favoreciéndose la dispersión de los propágulos y la reducción de la salinidad en el suelo, permitiendo así a las diferentes especies lograr un mayor establecimiento (1).

Las mareas son otro factor importante para el transporte, selección, y establecimiento de las semillas (9).

La fructificación de Avicennia germinans y Avicennia bicolor ocurre entre julio y octubre y Laguncularia racemosa - de agosto a octubre. Se reporta que Avicennia bicolor produce 8,400 - 8,900 frutos por árbol en Costa Rica, aunque se desconoce la relación entre el número de frutos o propágulos con respecto a la sobrevivencia de las plantas (26).

2.1.8. Dinámica del bosque salado

El desequilibrio que se presenta durante el aprovechamiento forestal del manglar, origina un aumento en la entrada de luz al bosque, favoreciendo el desarrollo de plántulas del manglar, debido a su característica heliófita, éstas demandan grandes cantidades de luz para su desarrollo, así como para su proceso de regeneración natural (26, 41).

En la actualidad se desconoce la apertura mínima del dosel que permite un óptimo desarrollo del bosque salado.

Esto contrasta con la actividad antrópica a la que está sujeto el bosque, producto de la deforestación indiscrimina

da, contaminación, urbanización y lotificación de aquellas áreas aledañas, reduciendo así el proceso colonizante de las especies (41).

Existen fenómenos naturales que destruyen las especies ya existentes, entre éstos se pueden considerar, la acción de los incendios, la fuerza de los vientos huracanados y otros (1).

2.2. Clasificación taxonómica y descripción de *Avicennia nítida* J.

2.2.1. Clasificación taxonómica (28, 29).

Reino	:	Vegetal
Sub-reino	:	Embryophyta
División	:	Antophyta
Sub-división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub-clase	:	Simpétala
Familia	:	Verbenáceas
Género	:	<u>Avicennia</u>
Especie	:	<u>nítida</u> J.

2.2.2. Sinónimo botánico : Avicennia germinans
J. Stearn (6, 10, 45).

2.2.3. Nombres comunes de *Avicennia nítida*

Mangre negro, árbol negro, madera negra, en Florida;

mangle dulce, rama tortuga verde, en Jamaica, cativo bastar do, mangle negro, mangle prieto, en Cuba; mangle negro, chifle de vaca, mangle bobo, mangle olivo, en Puerto Rico; mangle prieto, en República Dominicana; mangle negro en Haití, mangle negro, madera lima, mangle olivo, en Trinidad y Granada; palo blanco, en Guadalupe; mangle blanco, mangle negro, mangle prieto, puyequé, en México; palo de sal, en Honduras; árbol de sal, Istaten, mangle negro, en El Salvador; culumate, mangle sal, palo de sal, en Costa Rica; mangle salado, - en Panamá; manglecito, en Colombia; mangle amarillo, mangle prieto, mangle negro, en Venezuela; pariva, Parwa, en Surinam; guapira, palo blanco, en Guayana Francesa; Ceriuba, ciriuba, mangle amarillo, mangle blanco, en Brasil; mangle salado, en Ecuador (6, 9, 10, 26, 29, 40).

2.2.4. Morfología

Avicennia nítida es una de las cuatro especies de árboles de mangle que forman los manglares a nivel del mar en aguas saladas y salitrosas a lo largo de las riberas cenagosas próximas al mar; este árbol se distingue por tener hojas opuestas lanceoladas o elípticas, cuyo haz es de color verde amarillento lustroso y el envés verde grisáceo.

Generalmente el árbol es pequeño de fuste corto y recto. En condiciones favorables, el fuste puede alcanzar hasta 15 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 0.8 m;

la corteza lisa de color gris oscuro o castaño, que luego se torna oscura agrietada y escamosa, la corteza interior es de color castaño (4, 9, 10, 26).

Posee inflorescencia terminal en forma paniculada, vista en conjunto, de 3 a 10 cm de largo, compuesta de cimas solitarias pedunculadas que se reúnen formando espigas densas, con 2 a 14 flores blancas perfectas y apedunculadas, opuestas sobre las espiguillas. Las flores también son sésiles, de 3 a 5 mm de largo y de 2 a 5 mm de diámetro. Cáliz con lóbulos casi iguales, corola blanquecina, después de ántesis, caediza con tubo campanulado, largo como el cáliz o más corto. Estambres apenas exentos de la corola, con filamentos cortos y anteras mínimas sub-redondeadas. Su ovario es cónico, sérico y con puntos resinosos; imperfectamente bilocular, con rudimentos seminales estilo filiforme y alargado, casi del todo cubierto de velo, blanquecino excepto del perianto, el estigma es bífido, acrescente (Fig. A-2).

El fruto es vivíparo, es una cápsula carnosa compuesta, que contiene una semilla elíptica, aplanada de punta roma, es un fruto romboide, comprimido con desarrollo embrionario antes de la caída. Radícula casi del todo vellosa, germina en el pericarpio, es de color verde-rojizo, tiene forma de lágrima de unos 2.5 cm y tiene capacidad de flotar y durar prolongadamente en el agua (6, 11, 28, 38).

El género Avicennia se distingue por el desarrollo pro

nunciado de neumatóforos; estos órganos se originan del sistema radicular que queda muy superficial y está dispuesto radialmente alrededor del tronco y alcanzan alturas de 20 cm ó más sobre el suelo, en forma de vela sobresaliéndose de las demás raíces ya que poseen geotropismo negativo y su función es ventilar el sistema radicular (Fig. A-3) (4, - 10, 29).

2.2.5. Condiciones edáficas

La textura de los suelos es determinante en el establecimiento de la regeneración, las especies de mangle crecen en suelos anaeróbicos, donde predomina un pH ligeramente alcalino y con alta concentración de sulfuros. Al aumentar la salinidad intersticial del suelo se reduce el crecimiento de las plantas (9).

El suelo de los manglares pertenece al grupo de los halomórficos, predominando suelos superficiales franco-arcillosos limosos y limosos de color grisáceo muy oscuros; son suelos bastante salinos a causa de su contacto diario con las aguas del mar (24).

Castillo Durán, citado por Aguilar (1), manifiesta que Avicennia nítida J. se distingue de las otras especies componentes de los bosques salados, crece en los suelos arenosos y soporta oscilaciones extremas de salinidad. Al mismo, es la especie que tolera las más altas concentraciones de NaCl en el suelo (4).

Avicennia, también tolera sedimentos con un gran porcentaje de arena y crece en las lomas o bermas de playas fósiles dentro del manglar (6, 10, 23).

2.2.6. Habitat

Avicennia nítida, se presenta en la mayoría de las áreas costeras americanas. Esta se encuentra a través de la costa del Golfo de México y del norte de Florida (29°35' N) al Espíritu Santo (Brasil) 23° S sobre las costas del Pacífico del Norte y Sur América. Es la especie más tolerante a condiciones climáticas y edáficas rigurosas. Por esta razón frecuentemente es la especie dominante o exclusiva de ambientes marginales en los límites latitudinales o en las áreas donde los suelos contienen altas concentraciones de sal, y los mejores desarrollos se obtienen en la ribera de bosques húmedos tropicales.

A. germinans forma bosques en suelos con salinidades de las aguas intersticiales entre 60-65% y rodales achaparrados a 90%.

Las lagunas hipersaladas son ambientes marginales (salinidades intersticiales sobre 80%) y son colonizadas por árboles achaparrados de A. germinans (10).

Esta especie soporta un amplio rango de regímenes de precipitación que van de 800-700 mm por año y es tolerante a bajas temperaturas. Además puede crecer en suelos donde la

salinidad es de 100 ppm, bajo suelos con alta salinidad - el desarrollo es suprimido.

Esta especie se adapta a suelos de manglares que poseen un contenido de materia orgánica de 2-25%, y donde el contenido de nitrógeno es bajo alrededor de 0.4%. Debido a sus requisitos ambientales A. nítida se establece en la parte intermedia del manglar donde se va formando o elevando el suelo alrededor de sus raíces y la exposición al agua del mar, la circulación, la salinidad y otras características del ecosistema, van cambiando y creando condiciones propias para la especie (10, 17, 26).

2.3. Propagación asexual

La mayoría de plantas superiores pueden reproducirse por semilla, así como por otros medios entre los que se mencionan la reproducción vegetativa o asexual, efectuándose en gran escala en la naturaleza y realizada artificialmente por el hombre en numerosas plantas (39).

En un estudio realizado por Horna Zapata, R.R. (1978), en Rhizophora mangle; Laguncularia racemosa, Avicennia nítida, Conocarpus erecta, observó que en las cuatro especies - la reproducción es por semilla, y los únicos que tienen capacidad para regenerarse cuando la planta ha sido cortada en la base del tallo es Conocarpus erecta y Avicennia nítida, de lo contrario las demás especies mueren (23).

La reproducción asexual, es la reproducción empleando partes vegetativas de la planta original, es posible porque cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar la planta entera (25).

2.3.1. Propagación por estaca

Según Dennys, G.A. (1962), citado por Alvarado López y Colaboradores (2), la forma más segura de reproducir las buenas características de una planta, es por medio de la reproducción asexual, uno de cuyos métodos es por medio de la multiplicación por estacas.

Por este tipo de propagación, se corta de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja y se denomina estaca de tallo, raíz u hoja, respectivamente, después de la cual esa porción se coloca en ciertas condiciones favorables y se induce a que formen raíz y tallo, obteniéndose así con ello una nueva planta independiente que en la mayoría de casos es idéntica a la planta madre (15, 21).

Las estacas son el medio más importante para la propagación de arbustos ornamentales, propagación comercial en invernadero de cultivos florales y comúnmente en la propagación de diversas especies frutales. En especies que se pueden propagar con facilidad por estaca, este método tiene numerosas ventajas; de unas cuantas plantas madres es posible iniciar nuevas plantas en un espacio limitado, es económico,

rápido y simple, no requiere técnicas especiales de injerto, se obtiene una mayor uniformidad por la ausencia de variaciones que en ocasiones aparecen en las plantas injertadas resultantes de la variación en los patrones procedentes de semillas, las plantas madres por lo general se reproducen exactamente sin cambio genético; también posee desventajas; en ocasiones es necesario usar patrones resistentes a algunas condiciones adversas del suelo o parásitos que se hospeden en el mismo (21).

Se define como estacas secciones vegetativas separadas de la planta madre, que pueden ser trozos de tallo de 7-30 cm portadores de varios nudos y yemas laterales, que al ser puestos en un medio adecuado y bajo condiciones ambientales favorables, se les induce a formar raíces, produciéndose así una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta de la cual procede (37, 39, 44, 51).

2.2.3. Condiciones básicas para el enraizamiento de esquejes de tallo

2.3.2.1. Características del árbol

Hay evidencias considerables de que la nutrición de la planta madre ejerce una fuerte influencia sobre el desarrollo de las raíces y de las ramas en las estacas tomadas de ellas. Además otro de los factores principales que se debe

tener en cuenta es el estado fisiológico de la planta y el contenido de carbohidratos (21, 39, 43).

Según Pérez, A. (1981), el método práctico de seleccionar material para propagar por estacas, se logra colectándolo de plantas bien desarrolladas, sanas, libres de plagas y enfermedades, que hayan llegado a su completa madurez, de ramas que hayan alcanzado su mediana madurez, generalmente de corteza suculenta. Del segundo o tercer período de crecimiento. El método científico básico a base de Iodo (I), es más exacto; se determina por este método la cantidad de almidón que el material de propagación tiene; los extremos recién cortados de las estacas se sumergen por un minuto en Ioduro de potasio (IK) al 0.2%; las estacas con mayor contenido de almidón, se pondrán más oscuras que las estacas bajas en contenido de almidón, permitiendo hacer una clasificación de la siguiente manera: Estacas ricas, medianas y pobres en carbohidratos (39).

Van Overbeek y Colaboradores, citado por Fiester (1957), compararon la capacidad de enraizamiento de estacas de árboles de uno, seis y doce años, observando que las estacas de plantas de un año enraizaron el 100%, decreciendo el enraizamiento de las estacas de árboles de seis años alrededor del 45%, mientras que el material tomado de árboles de doce años enraizó esporádicamente (16).

Según Garrido y Ortega, citados por Escobar Flores (1991), y Colaboradores, enraizando estacas de tres niveles de la ra

ma del árbol, parte apical, media y basal, encontraron que las estacas tomadas de la parte basal fueron mejores, resultando estadísticamente iguales las estacas medias y apicales. Esto se explica desde el punto de vista fisiológico ya que en las estacas basales existe un mayor contenido de carbohidratos esenciales para la formación de raíces (14).

Hernández y Musalen, citados por Alvarado López (1991), y Colaboradores, determinaron que el número de yemas que tengan las estacas es importante para el éxito del enraizamiento; experimentando estacas con cinco, cuatro y tres yemas - variando la longitud hasta 12 cm como máximo, determinaron un mayor rendimiento en las estacas de cinco yemas que en las de cuatro y tres yemas. Al variar la longitud y el número de yemas en las estacas también varía la cantidad de carbohidratos y auxinas presentes en éstas (2).

En la propagación por estacas de tallo y estacas con yemas y hojas, sólo es necesario que se forme un nuevo sistema radicular, puesto que ya existe un sistema de ramas o de tallo en potencia (una yema) (15).

Las estacas de mayor longitud alcanzan un mayor porcentaje de enraizamiento. El corte basal de ordinario se efectúa abajo de un nudo y el corte superior de 1.5 a 3 cm arriba de otro nudo. Sin embargo, al propagar estacas de entre nudos cortos, por lo general no se toma en cuenta la posición del corte basal, ya que la zona de encallamiento o enraizamiento están muy cerca unos de otros por la posición -

de los nudos (34, 39).

Uno de los factores más importantes en el enraizamiento es el tiempo y la época de recolección del material vegetativo, siendo la época más recomendable cuando comienza la mayor actividad de desarrollo de las yemas en el árbol (14, 21, 37, 49).

Según Hartman (1972), el diámetro de las estacas de madera dura varía de 1.5 a 2.5 ó aún 5 cm dependiendo de la especie y deberá poseer una longitud de 10 a 75 cm, presentando cuando menos dos nudos. Además, sostiene que el medio de enraizamiento deberá garantizar una humedad suficiente (70 - 88%), sin exceso, que normalmente se logra con una textura media, limo arenosa y una humedad del aire adecuada (21).

2.3.2.2. Cofactores de enraizamiento

Según Weaver (1976), el buen enraizamiento depende de la presencia en la estaca de cierto número de cofactores que permiten que las estacas echen raíces; la fuente de estos cofactores son por lo común las hojas, que producen materiales nitrogenados y azúcares, por lo que la pérdida de hojas de las estacas reduce considerablemente la probabilidad de enraizamiento; en algunas especies, las estacas gruesas que almacenan muchos materiales de reserva no requieren hojas para enraizar, lo que indica que ya están presentes en la madera,

suficientes cofactores que estimulan la iniciación de raíces. También se menciona la necesidad de otras prácticas recomendadas de propagación, como son la selección de buenos materiales para estacas (incluyendo madera de tamaño y edad apropiada), la utilización de un buen método de enraizamiento, el mantenimiento de una humedad adecuada y la elección de condiciones apropiadas de luz, ventilación, temperatura y humedad. Todos estos factores son requisitos previos para que la iniciación de raíces sea óptima (49).

2.4. Auxinas estimulantes del enraizamiento

La auxina fue descubierta como una hormona que actúa regulando el alargamiento celular, pronto se encontró que produce una variedad de efectos que involucran la división celular. Por ejemplo, la auxina estimula la formación de raíces adventicias, raíces que se originan a partir de los tejidos del brote como resultado de la división celular en una región localizada dentro del tallo o la hoja; esto es de gran importancia en la propagación de plantas por estacas (13, 21, 34, 49).

Los efectos favorables del tratamiento de las estacas con reguladores del crecimiento son :

- Estimulación de la iniciación de raíces .
- La aceleración en el tiempo de enraizamiento.
- Un incremento en el porcentaje de estacas que forman raíces (49).

Wilson y Loomis (1978), comentan que además de las auxinas naturales, un gran número de compuestos orgánicos poseen una acción para regular el crecimiento. Entre estas sustancias de crecimiento, las usadas más comúnmente son - el ácido indolbutírico, ácido indolpropiónico y el ácido - naftalenacético (50).

Según Hartmann (1972), se reconocen siete tipos de reguladores de crecimiento: Auxinas, giberelinas, citocini-
nas, etileno, ácido abscisico, inhibidores y poliamí-
nas; a la vez menciona que se pueden producir grandes inconve-
nientes de que se degrada con la luz. Por ello se han bus
cado compuestos más estables, los más usados son los com-
puestos indólicos como: ácido indolbutírico y el ácido naf-
talenacético, que son compuestos de dos a cinco veces más
potentes que el ácido indolacético, ácidos fenoxiacéticos y
derivados (21).

El tratamiento con hormonas vegetales se traduce genera
lmente en aumento de la velocidad de crecimiento y el porcen-
taje de enraizamiento de las especies susceptibles de arra-
igar sin ayuda de productos químicos. En general las hormo-
nas no consiguen que enraicen estacas obtenidas de árboles
viejos, de especies de difícil arraigue (34).

Las sustancias promotoras del enraizamiento, suele ser
más eficaces cuando se usan en forma combinada; partes igua
les de IBA y NAA, hacen un mayor porcentaje de estacas en-
raizadas, que al ser usadas cualquiera de las dos sustan--

cias por separado . (21, 42).

Prácticamente las respuestas a las hormonas de enraizamiento varían mucho de una planta a otra, en la que hay que distinguir: Plantas que enraizan naturalmente, y que enraizan aún mejor y más rápidamente en presencia de hormonas; - plantas que no enraizan o que de por sí enraizan mal y que responden bien a las hormonas, es el caso general en el que se recurre a las hormonas de enraizamiento; en los casos difíciles que responden mal o no responden a las aplicaciones de las hormonas exógenas, en estos casos se encuentran resultados contradictorios, estas contradicciones se pueden explicar en parte por las fluctuaciones estacionales (21).

El ácido indolacético (AIA) es muy activo, pero presenta en la práctica inconvenientes ya que su molécula se destruye fácilmente por oxidación y es poco estable, es relativamente soluble y su molécula se descompone rápidamente en los tejidos de la planta (18). El ácido naftalenacético - (ANA), tiene algunas observaciones igual al ácido indolbutírico (AIB), no obstante es de un empleo más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es muy pequeño (18, 37).

El ácido indolbutírico es un producto químico persistente y muy eficaz en la estimulación de raíces debido a que se desplaza muy poco se retiene cerca del sitio de aplicación (18, 49).

Hartman (1972), confirma que para el enraizamiento de

estacas de tallo en la mayoría de especies vegetales, el que es recomendable y es el más usado es el ácido indolbutírico (AIB), y su molécula es la siguiente (Fig. 1).

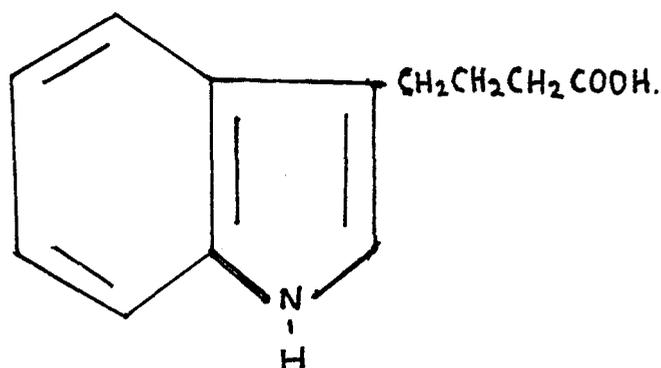


Figura 1. Acido Indol-3-butírico (21)

Las auxinas parecen hallarse universalmente en los vegetales y su existencia ha sido concretamente demostrada en una amplia variedad de especies; sin embargo, se debe distinguir claramente entre el efecto de las auxinas sobre la formación de las raíces y su efecto sobre el alargamiento radical.

En general, las concentraciones requeridas para el primero de estos procesos son mucho mayores que para el segundo - (32).

Kanashiro (s.f.), sostiene que la utilización adecuada de estructuras de propagación, asociada a la utilización de hormonas de enraizamiento, posibilitará aumentar considerablemente el porcentaje de enraizamiento (27).

2.5. Método de aplicación de reguladores de crecimiento a cortes de tallo

Estos compuestos se pueden aplicar en soluciones con centradas alcohólicas, que tienen un 50% de alcohol y un 0.1% de fitorregulador. Otras veces se recubren las bases de las estacas con polvos que contienen los reguladores del crecimiento, para ello se humedecen las estacas y se sumergen en el polvo para que quede adheridos; el método es rápi do y eficaz y se previenen las infecciones (21).

Existen muchos métodos de aplicación de los reguladores de crecimiento a las estacas de tallo, no obstante se conocen tres métodos que son los más usados: la inmersión rápi- da, el remojo prolongado y el espolvoreo (34, 50).

2.5.1. Método de inmersión rápida

En este método se sumergen los extremos basales de - las estacas por cinco segundos, en la solución concentrada (500 - 10,000 ppm), del producto químico en alcohol; dicho producto se absorbe a través de tejido intacto, cicatriz - de hojas o los cortes de los extremos apical o basal de las estacas, luego son colocadas de inmediato en el medio de en raizamiento (21, 50).

En soluciones con alta concentración de fitorregulador, se practica la inmersión rápida de 3 a 20 segundos (18). La ventaja de este método es que requiere menos equipo en - el remojo, la cantidad de auxina aplicada por unidad de su-

perficie en la base de las estacas es constante y depende menos de las condiciones externas (21).

2.5.2. Método de remojo prolongado

El método consiste en preparar una solución madre concentrada de auxina en el alcohol al 95%, y luego se diluye en agua para obtener la dosis deseada (49). Las concentraciones andan entre 20 ppm para especies de fácil enraizamiento a 200 ppm para las que son difíciles de enraizar; se remoja aproximadamente una pulgada de la base de la estaca por un período de 24 horas en un lugar sombreado y a temperatura ambiente (21, 49).

2.5.3. Método de espolvoreo

En este método, la hormona del crecimiento es mezclada con un portador (polvo fino inerte ya sea arcilla o talco), y con esto se trata la base de la estaca; para preparar la mezcla se emplean dos metodologías: Uno es moler los cristales de la auxina a fin de formar un polvo fino y posteriormente se mezcla este polvo con el portador; el otro consiste en empapar el portador con una solución alcohólica de la sustancia de crecimiento, dejando que se evapore el alcohol a fin de que el portador permanezca en forma de polvo. En general puede surgir dificultades en la obtención de resultados uniformes, debido a la variabilidad en la can

tividad del material, que se adhiere a las estacas (47).

Mitchel (1973), sostiene que para preparar mezclas en polvo, se disuelve primeramente la cantidad pesada que se desee usar del compuesto, en un solvente volátil que puede ser el etanol, luego se agrega la cantidad de peso proporcionado del vehículo en polvo. El volumen del solvente debe ser suficiente para hacer una pasta delgada con la mezcla del regulador y el polvo; se le agita bien y luego se deja evaporar el solvente a la temperatura del medio (34).

2.6. Condiciones del medio ambiente

2.6.1. Temperatura

Según Hartman (1972), para el enraizamiento de estacas de la mayoría de especies son satisfactorias temperaturas diurnas de 21° a 27°C, con temperaturas nocturnas de 15° C, ya que las temperaturas del aire elevadas en exceso tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de raíces. Idealmente la temperatura del aire debe ser de 5° a 10° C, más baja, que la temperatura de enraizamiento (21).

2.6.2. Humedad relativa

Según Fiester (1957), la cantidad de humedad que la estaca absorbe a través del corte es muy limitada por lo -- cual es necesario mantener una atmósfera saturada para asegurar la vida de las estacas (16).

En especies de enraizamiento más lento las pérdidas de agua deben reducirse a una tasa muy baja para mantener viva la estaca hasta que forme raíces (16).

Según Komissarov (1969), citado por Iritani, C. (25), la humedad relativa del ambiente debe ser mantenida lo más alto posible y la superficie foliar debe de estar constantemente húmeda. Para lo cual se usa nebulización intermitente que mantendrá una atmósfera de vapor de agua y disminuirá la temperatura foliar, reduciendo la tasa de transpiración y respiración.

Michell y Livingston (1973), afirman que es necesario mantener una humedad relativa controlada entre 75 y 95%, -- con el objeto de favorecer el enraizamiento (34).

2.6.3. Luminosidad

Según Larcher, citado por Iritani, C. (25), la intensidad luminosa ideal relacionada con el fotoperíodo adecuado para la manutención de una tasa fotosintética razonable que garantiza un suprimento de carbohidratos suficientes para la sobrevivencia de las estacas y la iniciación de raíces varía con la especie y solamente se puede determinar experimentalmente.

Hartmann (1972), sostiene que los efectos de la luz en el enraizamiento pueden deberse a la intensidad (irradiancia), al fotoperíodo (longitud de día) y la calidad de la luz. -- Además sostiene que en algunos casos el fotoperíodo en que -

se desarrolla la planta madre puede ejercer influencia sobre el enraizado de las estacas de ella obtenidas. En algunas ocasiones, esto puede estar relacionado con la acumulación de carbohidratos, obteniéndose con frecuencia el mejor enraizamiento con fotoperíodos que favorecen el aumento de carbohidratos (21).

Thibau y DaSilva, citados por Muñoz Vaquerano y Colaboradores (1991), afirman que la reducción de la luz natural a un 40% y la irrigación dentro del propagador que mantenga una humedad relativa entre 90 y 100%; constituyen -- una condición importante para el buen enraizamiento de las estacas (36).

2.7. Medio de enraizamiento

Según Hartmann (1972), las estacas de muchas especies en una gran diversidad de medios de enraizamiento. En las plantas que enraicen con dificultad, el medio de enraice puede influir mucho o sólo en el porcentaje de las que enraicen, sino también en la calidad del sistema que se forme. Además se dice, que el medio ideal de enraizamiento - es aquel que tenga suficiente porosidad para permitir buena aireación y una capacidad elevada de retención del agua, pero al mismo tiempo que esté bien drenado (21).

Para el enraizamiento de estacas se utilizan diversos - materiales como: suelo, arena, musgo turboso, musgo esfagno desmenuzado, vermiculita, perlita, piedra pómez, esco-

ria volcánica pulverizada, bloques de material sintético y agua (24).

Según Lerreckert (1986), citado por Centeno, J. (1990), un sustrato pesado obstaculiza el drenaje y la aireación - dentro del medio disminuye, aumentando el riesgo de "damping-off" (8).

La arena es un medio de enraizamiento satisfactorio; sin embargo, es muy pesado y no retiene la humedad como lo hacen otros medios; pero al ser mezclada con musgo turboso, las -- raíces obtenidas son delgadas, ramificadas y flexible, siendo este último medio de enraice más adecuado, debido a la ca pacidad de retención de humedad del medio y a su porosidad - (21).

Rojas, O., citado por Escobar Flores y Colaboradores -- (1991), sostiene, que la arena de río es muy adecuada como medio de enraizamiento, ya que tiene buen drenaje y no contribuye con problemas de pudrición de estacas (14).

Según Malhstede y Haber, citado por Alvarado López y Colaboradores (1990), dicen que en general debe tratarse - que la temperatura del medio sea unos 5° C superior a la -- del aire (2).

Para Ríos, citado por Buschting (1973), los medios de enraizamiento más efectivos en Guatemala, fueron la arena - de río y la tierra orgánica (7).

Según Salazar y Beceril (1983), citados por Alvarado

López y Colaboradores (1990), la temperatura de 22° C en la base de las estacas es adecuado para el enraizamiento; debe procurarse que la temperatura ambiental no supere a la del sustrato, manteniéndose así una condición de temperatura que favorece una mayor actividad en la parte basal de las estacas, permitiendo la formación de raíces antes que se inicie la brotación de las yemas en la parte aérea (2).

Guiscafre Arrillaga y Gómez, citados por Fiester (1957), determinaron que un calor de fondo de 5 °C, a 7 °C, sobre la temperatura del aire, no tenía efecto de inducir la formación de raíces, pero un fondo cálido de 35 °C, probó más tarde ser altamente beneficioso (16).

Según Pérez A. (1981), en cajas de propagación debe colocarse termómetros insertados en el medio de enraice - hasta la base del nivel de las estacas debiéndose observar con frecuencia especialmente al principio. Es conveniente una temperatura de 18.33 °C a 29 °C; las temperaturas muy altas en el medio de enraice por períodos cortos, pueden ocasionar la muerte de las estacas (39).

Se considera que un medio de enraizamiento ideal debe proporcionar; suficiente porosidad para permitir una buena aireación en la base de las estacas, mantener las estacas en su lugar durante el período de enraizamiento, proporcionar humedad a las estacas, permanecer bien drenados, estar

libre de patógenos y tener un pH cercano a la neutralidad (13).

2.8. Enraizador

Según Dennys (1962), citado por Alvarado López y Co laboradores sostienen que el enraizador o propagador, es la construcción especial en la cual se ponen a enraizar las estacas de cualquier planta; dicha infraestructura tiene las siguientes ventajas: Las temperaturas interiores se controlan fácilmente y satisfactoriamente, además el calentamiento de la cama por medios artificiales de calefacción es más económico (2).

Sheesman y Spencer, citados por Fiester, sentaron las bases de los requisitos de un buen propagador, sus experimentos sugieren que si una especie dada se le mantiene viva por un tiempo suficientemente largo, termina por enraizar. El problema más importante es el balance hídrico, para cubrir este requisito, recomiendan el propagador ICTA (Imperial College of Tropical Agricultura); este diseño de propagador es usado en la mayoría de instalaciones donde se deseaba enraizar estacas de madera blanda (16).

Guiscafre, citado por Fiester, encontró que el propagador ICTA, era inconsistente en sus resultados, él instaló boquillas asperjadoras ordinarias en el propagador para inducir un mayor enraizamiento, con ello proporcionaba una es

pecie de neblina sobre las estacas, desde 9:00 am a 3:00 pm, además notó que la combinación de 50% de sombra alta y el continuo goteo de agua sobre el vidrio que cubría los propagadores, mantuvo baja la temperatura y alta humedad relativa (16).

Las temperaturas se deben controlar con cuidado, si son estructuras de vidrio que están expuestas al sol, por unas pocas horas alcanzan temperaturas excesivas y que son dañinas debido al calor que se acumula bajo el vidrio; dichas estructuras deben protegerse siempre con sombras de tela, encalado del vidrio o algún otro método para reducir la intensidad de la luz (36).

Según Leakey y Longman (1988), citados por Alvarado - López y Colaboradores, sostienen que la armazón del propagador debe taparse herméticamente para lograr una humedad alta, y las hojas deben rociarse con agua, de ser preferible con neblina fina semejante al rocío de las bombas de mochila (2).

Dennys (1962), citado por Escobar Flores y Colaboradores, menciona que hay varios tipos de propagadores, entre ellos: TURRIALBA No. 2, TURRIALBA No, 3, TRINIDAD; el primero está hecho de madera con tapadera de tela y con medio de enraizar de aserrín; los otros dos perennes con más costos y están contruidos de hormigón. De todos los propagadores, el tipo más sencillo es quizás el de la "envoltura

plástica de polietileno" en éste las estacas colocadas en un medio adecuado de humedad y sombra, son cubiertas por una tela de polietileno que descansa directamente sobre ellas (14).

Los invernaderos cubiertos con diversos tipos de plástico, son populares para estructuras pequeñas en jardines domésticos, generalmente son construcciones temporales, - tienden a ser mucho más cerrados que los cubiertos con vidrio debido a la acumulación de humedad excesiva, especialmente durante el invierno. El polietileno es la cubierta más barata, pero es de menor duración, se rompe rápidamente en el verano y debe ser reemplazada cada año, durante el invierno se pierde más calor por la noche que uno cubierto con vidrio; el polietileno permite el paso de la energía calórica del suelo y de las plantas que están dentro de él, con mucha más facilidad que el vidrio, algunas veces se usa material de sostén como tela de Saran. Hay otros materiales como la película de cloruro polivinilo -- que es un material flexible, plegable, pero es más caro y la película poliéster que es fuerte con excelentes propiedades de resistencia a la intemperie (49).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Generalidades

3.1.1. Ubicación geográfica

El ensayo se realizó en la Estación Experimental y - de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Cantón Talcualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz; a una elevación de 50 msnm, a una latitud de 13°28' N y longitud de 89°06' W, a una distancia de 36 km de San Salvador (5).

3.1.2. Características climáticas del lugar

El clima de la zona presenta los siguientes valores - promedios :

- Temperatura anual : 26-30 °C
- Humedad relativa anual : 75%
- Precipitación anual : 1700 mm
- Luz solar : Durante los meses de octubre a noviembre se tienen valores de 8 horas luz/día (5, 46)

3.1.3. Zona de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge, la Es tación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Cien-

cias Agronómicas, se encuentra en la zona de vida conocida como bosque húmedo subtropical caliente (bh-st) (c) (20, 22).

3.2. Método de propagación por estacas

3.2.1. Tratamientos utilizados

Se utilizaron cuatro concentraciones de ácido indolbutírico en solución sólida (talco), con niveles de 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm, más un testigo sin hormona. Cada concentración fue evaluada en dos volúmenes de sustrato, utilizando bolsas de polietileno de 4 x 9" y 6 x 9" (Cuadro 1).

3.3. Medio utilizado para el enraizamiento

3.3.1. Preparación de sustrato

El 16 de octubre se preparó el sustrato, con una mezcla de subsuelo, arena de río y granza de arroz quemada en proporción de 2:1:1, presentando un pH de 5.5. El subsuelo presentó una estructura granular fina y textura limosa, que al mezclarlo con granza de arroz quemada y arena, proporcionó una mejor estructura al sustrato, permitiendo buena infiltración de agua para obtener buen desarrollo radicular.

3.3.2. Llenado de bolsas

El 18 de octubre se aplicó un tratamiento preventivo -

Cuadro 1. Tratamientos de ácido indolbutírico en ppm, combinados con dos volúmenes de sustrato en la propagación vegetativa de Avicennia nítida J.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	VOLUMEN (PULG.)
T ₁ b ₁	0	4 x 9
T ₁ b ₂	0	6 x 9
T ₂ b ₁	1000	4 x 9
T ₂ b ₂	1000	6 x 9
T ₃ b ₁	1500	4 x 9
T ₃ b ₂	1500	6 x 9
T ₄ b ₁	2000	4 x 9
T ₄ b ₂	2000	6 x 9
T ₅ b ₁	2500	4 x 9
T ₅ b ₂	2500	6 x 9

a la mezcla con agua hirviendo y aplicaciones de Dithane - M-45 a razón de 8 gr/lt. de agua, para controlar patógenos del suelo. Posteriormente se realizó el llenado de bolsas con dimensiones de 4 x 9" y 6 x 9", dejando un período de seis días antes de la siembra de las estacas.

3.4. Preparación de diferentes dosis de ácido indolbutírico (AIB)

Para preparar una solución de 2500 ppm de AIB, se utilizaron 2.08 gr de AIB, diluido en 291.67 ml de acetona pura, luego se agregó 830.9 gr de talco puro y se dejó a temperatura ambiente hasta secar. Cada una de las dosis se hizo individualmente, tomando como cálculo base la 2500 ppm.* Teniendo las mezclas homogéneas se guardaron en un frasco ámbar.

3.5. Material vegetativo

3.5.1. Selección del material vegetativo

Se realizó un reconocimiento previo del manglar el Amatal, ubicado geográficamente en una latitud 13°27" N, longitud de 89°15' W; se seleccionaron árboles con buenas características, libre de plagas y enfermedades, joven, con diámetro a la altura del pecho de 10-15 cm, de los cuales se cortaron los rebrotes de 0.80 - 1.0 m de largo.

* DIAZ PEÑATE, E. 1992. Cálculo de concentraciones sólidas de AIB. San Salvador, El Salvador, C.A., Universidad de El Salvador. (Comunicación Personal).

3.6. Cámara de enraizamiento

3.6.1. Propagador

Para mantener un microclima adecuado que favoreciera las condiciones de enraizamiento, se construyó el propagador con dimensiones de 8.7 m de largo, 3.0 m de ancho y 2.4 m de alto; orientado de norte a sur. La estructura se forró con plástico transparente número 0.06 en su parte interna, exteriormente se cubrió con sarán al 50%, el techo de dos aguas se colocó palma de coco para regular mejor la luminosidad.

3.6.2. Desinfección del propagador

Se realizó 10 días antes de la siembra, utilizando Dithane M-45 a razón de 30 gr/gl de agua, se asperjó el techo, paredes y la grava, en la entrada se colocó un plástico conteniendo Dithane M-45 en polvo para prevenir diseminación de patógenos a través del calzado.

3.6.3. Base de aislamiento

Para evitar el contacto directo de las bolsas con el piso, se hizo una base de ladrillo y sobre éstos se colocaron unas varas los que sostenían las cajas de durapax conteniendo las bolsas que quedaron a una altura de 25 cm sobre el nivel del suelo; los ladrillos y las varas se desinfectaron previamente con hipoclorito de sodio al 10% en relación 1:1000. (Fig. 2).

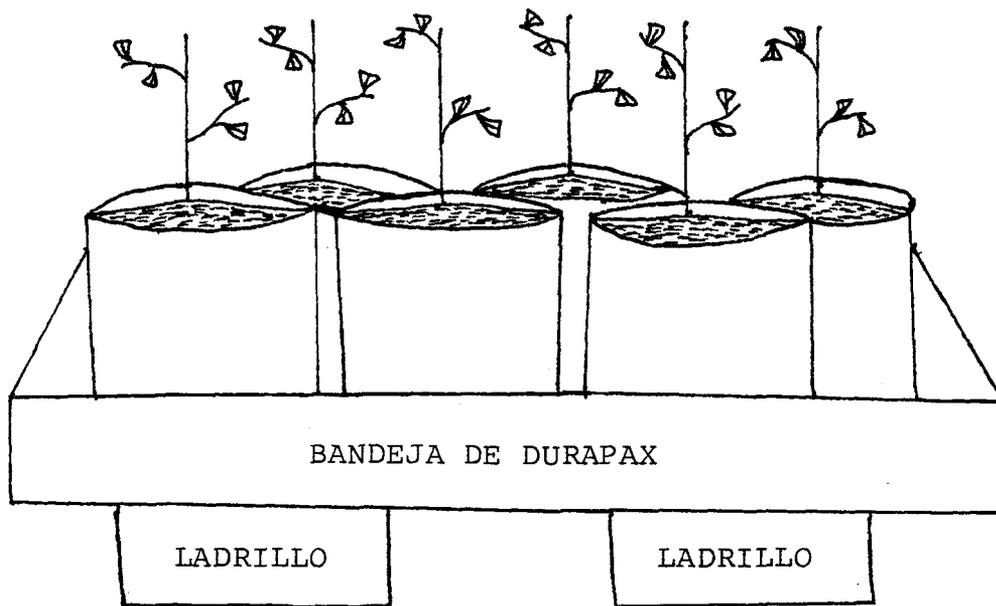


Figura 2. Base de aislamiento para la propagación de estacas.

3.6.4. Sistema de riego

Para esta técnica de propagación por estacas, se debe mantener un ambiente con alta humedad relativa y temperatura moderada, para ello se utilizó un sistema de riego por nebulización a través de microaspersión. El sistema está diseñado con tuberías de PVC de una pulgada de diámetro, con dos tubos laterales de 7.5 m de longitud separados 1.8 m - uno del otro y están colocados a una altura de 1.4 m sobre el nivel de las bolsas conteniendo el sustrato; cada lateral están instalados cinco boquillas de ultra bajo volumen 80050, con un ángulo de abertura de 60°, capacidad de 189.25 cc/min, equivalente a 0.05 gal/min. y con un radio de mojado de 0.80 m, separados a 1.5 m, una de otra.

La conducción del agua al propagador, se cuenta con una tubería de aluminio de tres pulgadas de diámetro, acoplándola a la de PVC de 3/4 /1" de diámetro (Figura 3).

La fuente de agua es un pozo, bombeándola a una cisterna revestida de cemento y construida bajo la superficie del suelo, con dimensiones de 3.0 m de profundidad y 1.2 m de diámetro, formando un cilindro de 3.4 m^3 , el cual siempre se mantuvo lleno de agua; a la salida de la misma contiene un filtro para retener materiales extraños que pudiese tener el agua de riego. También se utilizó una bomba de 1.5 HP de capacidad para llevar el agua del pozo al sistema de riego; el tiempo de riego promedio fue de 10 minutos a intervalos de 1-2 horas, teniendo un gasto de agua por boquilla de 0.50 gal/

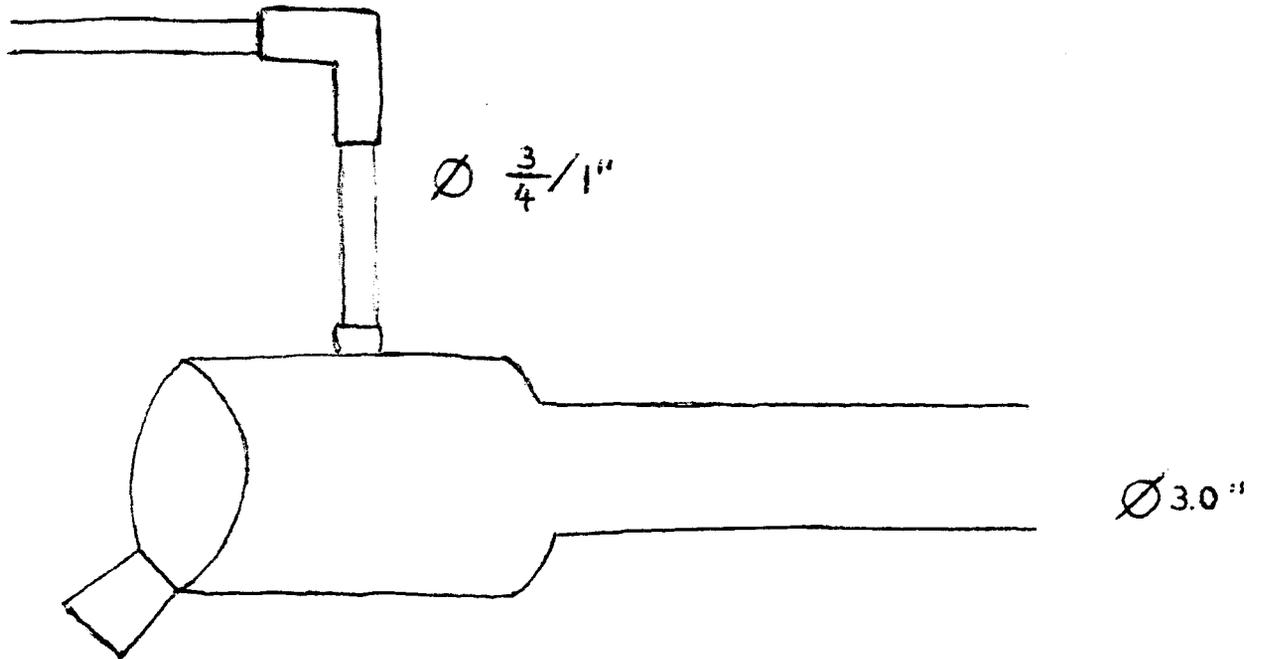


Fig. 3. Detalle del acople de la tubería de aluminio de 3.0" con la de PVC de 3/4 por 1", usada para conducir el agua de riego al propagador.

10 minutos y con 7 riegos diarios con gasto de 3.5 galones, lo que hace un equivalente de 105 galones en todo el ensayo.

3.6.5. Microclima

Las condiciones ambientales dentro del propagador fueron controladas a través de la cámara de enraizamiento y el sistema de riego por nebulización en la fase experimental del ensayo.

La temperatura ambiental y la humedad relativa dentro del propagador fueron registrados por medio de un termógrafo modelo FUES No. B 4021 DGRNR, y un hidrógrafo modelo - FUESS No. G 5771 DGRNR, ubicados en una esquina de 1.2 m de altura sobre una tabla. La humedad relativa en las horas de 8:00 am a 4:00 pm, fué igual o mayor al 70% y -- por las noches alcanzó hasta el 95%; la temperatura promedio fue de 30 °C durante el día y 22 °C, por la noche (Figura A-1).

La luminosidad se reguló con Sarán al 50% y sobre el techo se colocaron palmas de coco (Cocus nucifera), teniendo un aproximado del 40% de penetración de luz.

3.7. Establecimiento del ensayo

2.7.1. Corte de estacas

El 30 de octubre a las 7:00 am, se cortaron los rebro

tes de los árboles seleccionados, se trasladaron envolviéndolos en papel de empaque húmedo y durante el transporte se regaron por medio de un atomizador con el propósito de evitar la desecación del material, de acá se cortaron las estacas de una longitud de 15 cm y con un diámetro de 0.05 a 1.5 cm; la mayoría de estacas contaba por lo menos con dos yemas y una hoja, esta última se le cortó un tercio de su longitud con el fin de minimizar la evapotranspiración y continuar el proceso fotosintético, en el cual produce carbohidratos para tener un mejor vigor en la etapa de enraizamiento. A las estacas se les hizo un corte recto en la parte basal y bicelado en la parte superior (Figura 4).

3.7.2. Tratamiento y siembra de estacas

El tratamiento preventivo de las estacas, consistió en sumergir 3 cm aproximados de su base en una solución de fungicida preparada con 6 gr de Dithane M-45/lt de agua. Posteriormente se aplicaron los tratamientos de (0, 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm de ácido indolbutírico) y consistió en sumergir 2 cm de la base de las estacas en las soluciones mencionadas anteriormente, por un tiempo de 3 segundos, para luego, ser sembradas en las bolsas a una profundidad de 3 cm, siguiendo el diseño estadístico establecido, en la cámara de enraizamiento.

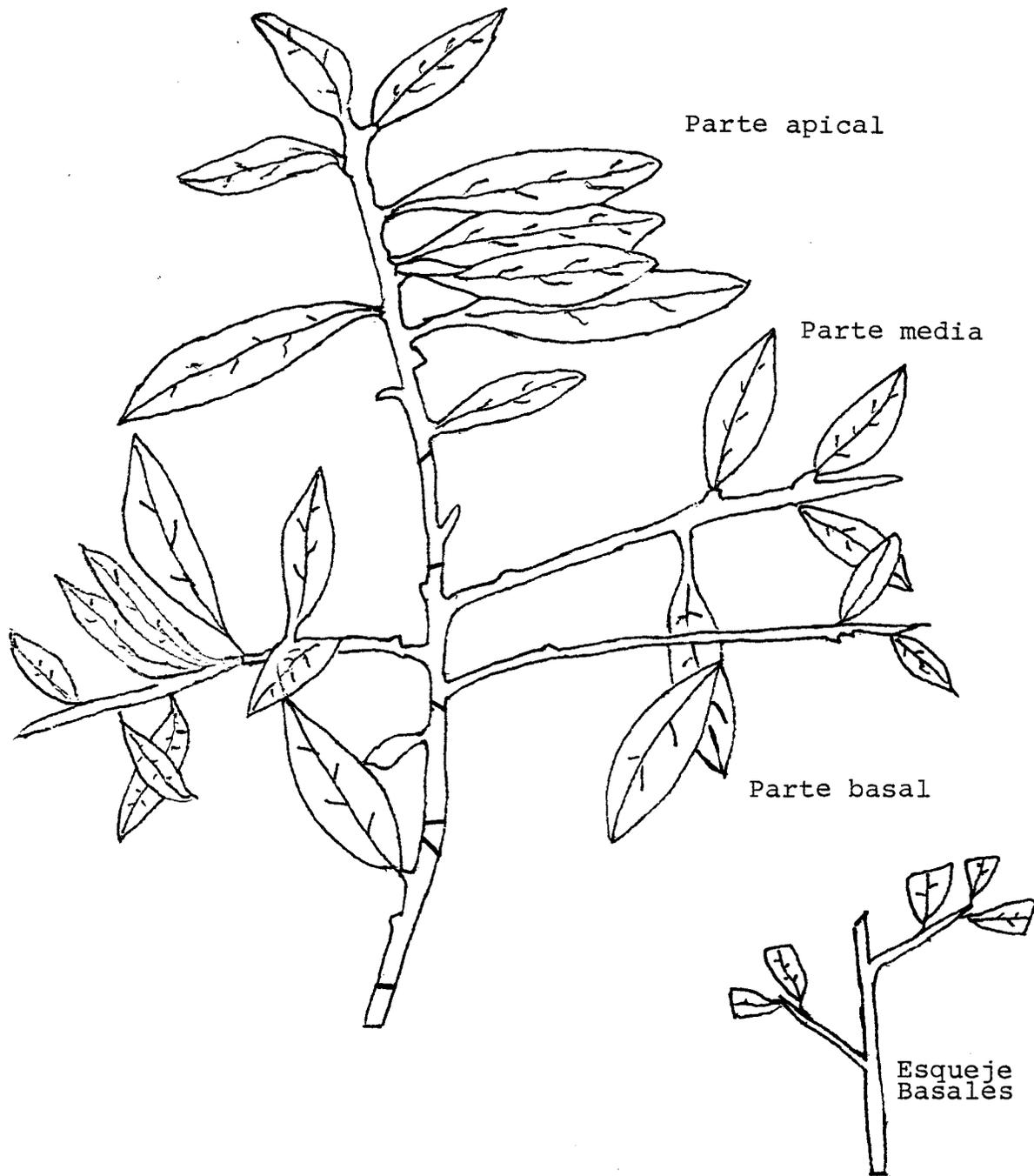


Figura 4.- Segmentos utilizados como estacas de Avicennia
nitida J.

3.8. Manejo durante el ensayo

3.8.1. Riego

Los riegos eran diariamente, iniciando el primero a las 8:00 am y el último a las 4:00 pm, haciendo un promedio de 7 riegos diarios durante 10 minutos cada uno y así se mantenía una humedad relativa entre el 70 al 94% y una temperatura entre 22 a 35 °C, durante los 29 días que duró el ensayo (Figura A-1).

3.8.2. Limpieza

Consistía en retirar las malezas que emergían en la grava, quitar hojas caídas, como también estacas muertas con el objeto de prevenir la presencia de enfermedades fungosas.

3.8.3. Fertilización

Se fertilizó a los 8 y 20 días con fertilizante foliar (Bayfolan) en dosis de 5 cc/litro de agua.

3.8.4. Tratamiento preventivo

Se hicieron tres aplicaciones con Dithane M-45 a razón de 7 gr/lt de agua a los 5, 15 y 25 días de establecido el ensayo.

3.9. Metodología estadística

El diseño estadístico empleado fué completamente al -
azar, con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos
evaluados fueron con ácido indolbutírico, en concentraciones
de 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm, e incluyendo el testigo
de 0.0 ppm de AIB; distribuidos cada uno de ellos en
2 volúmenes de sustrato (bolsas de 4 x 9" y 6 x 9"). Los
tratamientos contenían 15 estacas, siendo ésta la unidad exper
imental, contándose con 150 estacas por repetición y un
total de 600 estacas por ensayo.

3.9.1. Variables evaluadas

Para este método de propagación fueron :

- Número de estacas con raíces por tratamiento
- Longitud de raíces
- Número de estacas con brotes por tratamiento

3.9.2. Toma de datos

Las lecturas para verificar el número de estacas
con brotes y raíces se hizo a los 14, 21 y 29 días de es-
tablecido el ensayo, tomando 3 estacas al azar por cada -
tratamiento y por repetición.

La estaca se extrajo lavando el sustrato con agua de
chorro para evitar deterioro de ellas.

3.9.3. Modelo estadístico

El modelo estadístico corresponde a la siguiente fórmula.

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde : Y_{ij} = Característica bajo estudio en la parcela "j", y donde se aplicó el tratamiento "i"

U = Media experimental

T_i = Efecto del tratamiento i

E_{ij} = Error experimental de la celda (i, j)

i = 1, 2, ... a; Número de tratamiento.

j = 1, 2, ... n; Número de repeticiones de cada tratamiento.

4. RESULTADOS

4.1. Propagación por estacas

4.1.1. Número de raíces

Para evaluar esta variable, se hizo un muestreo de cada uno de los 10 tratamientos evaluados, a los 14, 21 y 29 días después de la siembra; fué evidente desde el primer muestreo realizado a los 14 días la ausencia de raíces en todos los tratamientos (T_{1b_1} , T_{1b_2} , T_{2b_1} , T_{2b_2} , T_{3b_1} , T_{3b_2} , T_{4b_1} , T_{4b_2} , T_{5b_1} , T_{5b_2}). Por lo que se considera que ni las concentraciones de AIB, evaluadas de 0, 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm (T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5), ni el volumen de sustrato de 4 x 9" (b_1) y 6 x 9" (b_2) con el que fueron combinadas las concentraciones de AIB, provocaron emisión de raíces.

Durante los siguientes muestreos realizados a los 21 y 29 días de estar las estacas en el propagador, el comportamiento de las estacas en cuanto al número de raíces emitidas siguió comportándose de forma similar a los resultados obtenidos en el primer muestreo, ya que el número de raíces emitidas en cada uno de los tratamientos, incluyendo el testigo fue nulo al no tener respuesta de los tratamientos, en todos los muestreos realizados fue imposible realizar un análisis de varianza.

4.1.2. Longitud de raíces

Se evaluó esta variable desde los 14 días de estableci

do el ensayo, obteniéndose respuesta negativa en las cuatro dosis con AIB (T_2, T_3, T_4, T_5) e incluyendo el testigo sin AIB (T_1), evaluados en los dos volúmenes de sustrato (b_1, b_2), bolsa pequeña y mediana respectivamente.

4.1.3. Número de estacas con yemas

El número de estacas que desarrollaron sus yemas en cada uno de los tratamientos reportándose estos datos en los muestreos realizados a los 14, 21 y 29 días (Cuadro A-1), obtuvieron así, los porcentajes de estacas de Avicennia nítida con yemas por tratamiento (Cuadro 2). En el muestreo realizado a los 14 días, el mayor porcentaje de estacas con yemas lo obtuvo el tratamiento T_4b_1 (2000 ppm de AIB, bolsa 4 x 9 pulg), con 16% y el menor porcentaje lo obtuvo el tratamiento T_3b_1 (1500 ppm de AIB, bolsa 4 x 9 pulg), el cual reportó sólo 1.67%. Además, en forma general el porcentaje total por muestreo reportó a los 14 días, 10.16% (Cuadro 3).

En el muestreo realizado a los 21 días, el porcentaje por tratamiento más alto lo reportó el tratamiento T_1b_1 , (0 ppm de AIB, bolsa 4 x 9 pulg), y T_4b_1 (2000 ppm de AIB, bolsa 6 x 9 pulg) con 13.33%. El porcentaje total por muestreo a los 21 días hubo un aumento de estacas con yemas reportándose 17%.

A los 29 días hubo un descenso general en porcentaje total por muestreo obteniéndose sólo 12% de estacas con yemas. El

Cuadro 2. Porcentaje de estacas con yemas por tratamientos de Avicennia nítida a los 14, 21 y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San Luis Talpa, Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Octubre de 1992.

TRATAMIENTOS DOSIS (AIB Y VOLUMEN DE SUSTRATO	D I A S			T O T A L
	14	21	29	
T ₁ b ₁ = 0ppm . 4 x 9"	11.67	21.67	15.0	48.34
T ₁ b ₂ = 0ppm . 6 x 9"	8.33	18.33	13.33	39.99
T ₂ b ₁ = 1000 ppm . 4 x 9"	6.67	15.0	16.67	38.34
T ₂ b ₂ = 1000 ppm . 6 x 9"	8.33	15.0	13.33	36.66
T ₃ b ₁ = 1500 ppm . 4 x 9"	1.67	16.67	8.33	26.67
T ₃ b ₂ = 1500 ppm . 6 x 9"	6.67	13.33	11.67	31.67
T ₄ b ₁ = 2000 ppm . 4 x 9"	16.67	21.67	11.67	50.01
T ₄ b ₂ = 2000 ppm . 6 x 9"	13.33	15.0	8.33	36.66
T ₅ b ₁ = 2500 ppm . 4 x 9"	13.33	18.33	10.0	41.66
T ₅ b ₂ = 2500 ppm . 6 x 9"	15.0	15.0	11.67	41.67

mejor comportamiento reportó para T₂b₁ (1000 ppm de AIB, bolsa 4 x 9 pulg), el valor más alto con un porcentaje de 16.67% el valor más bajo lo obtuvieron los tratamientos T₃b₁ (1500 ppm de AIB, bolsa 4 x 9 pulg), y T₄b₂ -- (2000 ppm de AIB, bolsa 6 x 9 pulg), reportando 8.33%.

En el análisis de varianza realizado para el número de estacas de A. nítida con yemas, a los 14, 21 y 29 -- días no presentó diferencia significativa al 5% en ninguno de los casos (Cuadro A-2).

En forma general, los porcentajes totales por muestreo de estacas con yemas fueron, a los 14 días el 10.15%, a los 21 días se reportó el 17% y a los 29 días el 12% - (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentajes totales de estacas con yemas de Avicennia nítida a los 14, 21 y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San Luis Talpa, Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Octubre de 1992.

E S P E C I E	M U E S T R E O		
	14 días	21 días	29 días
<u>Avicennia nítida</u>	10.16%	17%	12%

5. DISCUSION

5.1. Número de raíces

Al evaluar esta variable no se obtuvo resultados positivos, en ninguno de los tratamientos, debido a que las diferentes concentraciones de ácido indolbutírico en estudio (1000, 1500, 2000 y 2500 ppm), no propiciaron la emisión de raíces en las estacas tratadas con esa hormona. Además, según los resultados obtenidos se logra evidenciar que tampoco los volúmenes de sustrato investigados (4 x 9 pulg y 6 x 9 pulg), influenciaron el desarrollo de raíces.

En cuanto a la hormona utilizada, Hartmann y Weaver -- (21, 49), mencionan que de todos los compuestos sintéticos, el ácido indolbutírico es el que tiene mayor actividad auxinica, siendo el más utilizado en enraizamiento.

Para mantener optimizadas las condiciones microclimáticas dentro del propagador, Thibau y Da Silva, citados por Muñoz Vaquerano y Colaboradores, afirman que es necesario reducir la luz natural a un 40% y mantener la irrigación para poder controlar la humedad relativa y la temperatura dentro de la cámara de enraizamiento (36).

Para alcanzar un buen éxito en el enraizamiento de estacas se necesita una adecuada humedad relativa, temperatura óptima, condiciones especiales de luminosidad y ventilación; así como, la utilización de hormonas que estimulen - la formación de raíces eficientemente.

En el presente trabajo los requerimientos de humedad relativa, temperatura, luz y ventilación fueron optimizados y controlados para que no se produjeran variaciones en los resultados (Fig. A-1). Por lo que es de suponer que las causas que influenciaron los resultados, no se debieran a manejo de las estacas dentro del enraizador, sino a otros factores.

La absición es otro fenómeno que se dió desde el inicio del ensayo. Según Weaver (49), este fenómeno puede ser provocado por el frío, el calor, la sequía, varios tipos de heridas y por compuestos químicos. Por lo que no es de descartar la posibilidad de que las concentraciones empleadas pudieran causar toxicidad. Aún cuando Hartmann (21), afirma que el AIB puede ser empleado en una amplia gama de concentraciones sin llegar a causar fitotoxicidad.

Hartmann (21), menciona, que la aplicación de auxinas en altas concentraciones a las estacas, puede inhibir el desarrollo de las yemas además, puede causar toxicidad, ocasionando amarillamiento y caída de las hojas, ennegrecimiento del tallo y al final la muerte de las estacas.

Devlin (1970), afirma que se puede obtener una auténica estimulación de raíces, si se emplean concentraciones de auxinas suficientemente bajas (13).

Debido a que éste es el primer trabajo de investiga-

ción sobre propagación vegetativa en Avicennia nítida, no se pudo establecer si las concentraciones del ácido indolbutírico en estudio fueron demasiado altas o muy bajas para la especie, ya que la aplicación de la hormona a la base de las estacas no propició la emisión de raíces adventicias en las estacas tratadas con la hormona, ni en el testigo.

Sin embargo, merece especial atención el sustrato - utilizado como medio de enraizamiento. Hartmann (21), sostiene al respecto, que el medio ideal para un buen enraizamiento es aquel que presenta suficiente porosidad para permitir buena aireación y una capacidad elevada de retención de agua, al mismo tiempo un buen drenaje; características que se obtuvieron utilizando como sustrato una mezcla de subsuelo, granza de arroz quemada y arena, en relación 2:1,1.

Según Mizrachi y colaboradores (33), el establecimiento de una planta dentro de un ecosistema depende en parte, de los mecanismos de resistencia que le permitan afrontar con éxito los factores limitantes del medio ambiente, por lo que es de considerar que un bosque salado está determinado por el clima, fisiografía, salinidades y altitud. Desarrollándose en regiones costeras protegidas, bañadas por los mares y donde existen entre otros las siguientes condiciones: Temperaturas cálidas, sustratos aluviales y presencia de agua salada, además, el manglar tiene adaptaciones en su metabolismo a las concentraciones --

elevadas de sal en el suelo por contar con concentraciones osmóticas altas en las células y por lo tanto se coloca en un sustrato diferentes se puede producir un desequilibrio hídrico en el interior de las células y la solución del suelo.

Por otro lado, las especies de mangle crecen en condiciones anaeróbicas, donde predomina un pH ligeramente alcalino y con altas concentraciones de sulfuros (10).

Los suelos de los manglares pertenecen al grupo de los halomórficos, bastante salinos a causa de su contacto diario con las aguas del mar (23, 26); y la especie utilizada Avicennia nítida, crece en suelos arenosos y soporta oscilaciones extremas de salinidad, tolerando las más altas concentraciones de NaCl en el suelo (4). Esta especie se adapta a suelos que poseen un contenido de materia orgánica de 2 a 25% y donde el contenido de nitrógeno es bajo (0.4%). Debido a los requerimientos ambientales, A. nítida se establece donde la exposición del agua del mar es frecuentemente (12, 17, 23, 30).

Hartmann (21), sostiene que el exceso de sales en mezclas de suelos o en el agua de riego (más de 2 milihons/cm), puede reducir el crecimiento, quemar el follaje y aún matar a las plantas de hábito estrictamente terrestre. No así, a las halófitas, que según Godoy Herrera (17), existen pruebas experimentales, que requieren un mínimo de cloruro de sodio para su desarrollo.

Las halófitas se encuentran en suelos donde las concentraciones de sal van desde 2 milihons/cm hasta más de 4 milihons/cm. Dada esta situación, existe ausencia de raíces en las estacas, seguida de la muerte de éstas, fué propiciada debido a que en el sustrato utilizado como material de enraizamiento no se crearon las condiciones propias que -- existen "in situ" como la salinidad, provocando así, una diferencia de presiones osmóticas entre las células de la planta y la solución del suelo. Lo cual es apoyado por Bastin (3), al afirmar que cuando una célula forma parte de un tejido o de órgano, está sometida a presiones o tensiones externas a ella.

Hayward y Spurr (24), han reportado evidencias experimentales directas de la influencia que la concentración osmótica tiene sobre la absorción del agua de las raíces. Además de la presión osmótica de la solución, la naturaleza de las sales presentes puede ejercer influencia importante en el desarrollo vegetal.

Cabe mencionar, que la falta de condiciones propias del manglar pudo influir en la respuesta de las estacas de Avicennia nitida a las diferentes concentraciones de AIB en estudio, siendo estas condiciones: Anaerobiosis, contenido de materia orgánica, riegos con agua salina.

5.2. Longitud de raíces

No se obtuvieron datos de esta variable.

5.3. Número de estacas con brotes

Se utilizaron como estacas las partes basales de ramas laterales, donde se encuentra un equilibrio de poco nitrógeno y abundantes carbohidratos. Suponiendo se favorecería así, el enraizamiento, pero esta situación sólo provocó la formación de brotes, dato que fue registrado para todos los tratamientos en estudio desde el primer muestreo (Cuadro A-1), observándose un comportamiento similar en todos los tratamientos, no encontrando diferencia significativa al 5%, en el análisis de varianza, en ninguno de los muestreos realizados a los 14, 21, y 29 días (Cuadro A-2). El primer muestreo reportó en forma general un porcentaje total de 10.16% estacas con yemas. En el muestreo realizado a los 21 días de establecido el ensayo, el desarrollo de yemas incrementó en todos los tratamientos, obteniéndose un porcentaje total de 17%, disminuyendo luego, en el último muestreo a los 29 días, reportando sólo un 12% de estacas con brotes (Cuadro 3).

La brotación de las yemas fué influenciada por las condiciones microclimáticas a las cuales fueron sometidas las estacas dentro de la cámara de enraizamiento, los cuales se mantuvieron dentro de los rangos óptimos establecidos de humedad y temperatura, para enraizamiento de esta-

cas. Regulando la temperatura a un promedio de 30 °C y la humedad realtiva entre 75% y 95% (Fig. A-1), así como una iluminación del 40%, estas condiciones lograron manter vivas las estacas por algún tiempo sacándose posteriormente.

Mitchell y Livingston (34), sostienen que es necesario mantener una humedad relativa de 75% y 95%, con el objeto de favorecer el enraizamiento de las estacas.

Según Hartmann (21), la niebla intermitente mantiene vivas a las estacas de enraice lento por un período más largo dándole oportunidad de que enraicen antes de que mueran por disecación.

Las reservas nutricionales de las estacas de A. nítida, favorecieron el desarrollo de yemas, al mantenerse bajo condiciones microclimáticas adecuadas, marchitándose posteriormente al no poder desarrollar su sistema radicular en el medio utilizado.

Según Hartmann (21), no puede decirse que un alto contenido de CHO en las estacas invariablemente esté asociado con la facilidad de enraice.

Con respecto a la presencia de los brotes en las estacas, Meyer (32), menciona, que éstos favorecen el desarrollo de raíces siempre y cuando las partes basales de las estacas se introduzcan en un medio adecuado para la formación de raíces, fenómeno que no ocurrió en esta investigación.

6. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el experimento, se concluye que :

- La formación de brotes en las estacas de la especie A. nítida no se debe a la aplicación de la hormona utilizada, ni a los volúmenes de sustrato en estudio, sino a las condiciones ambientales mantenidas en el propagador y a las características nutricionales de las estacas.
- El sustrato utilizado como material de enraizamiento, no le proporcionó las condiciones adecuadas a las estacas de A. nítida (halófito), provocando posiblemente una diferencia de presiones osmóticas, entre las células de las estacas y el sustrato (no salino) provocando la muerte de las estacas.
- Al no obtener una respuesta positiva en ninguno de los tratamientos en estudio, ni en el testigo, no se puede establecer si las concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) utilizadas son adecuadas para A. nítida.

7. RECOMENDACIONES

- Es necesario que en la Estación Experimental y de -- Prácticas se cuente con un propagador permanente para posteriores investigaciones.
- Que se sigan investigaciones de ordenación de manglares y manejo silvicultural.
- Incrementar las áreas de población de los manglares, usando métodos silviculturales que permitan un buen - desarrollo y establecimiento de regeneración que presenten las especies de manglar.
- Manejar los manglares bajo rendimiento sostenido, utilizando métodos silviculturales adecuados.
- No se recomienda la propagación vegetativa en A. nítida, ya que posee buena regeneración por semilla.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR REYES, E. 1990. Regeneración de manglar en áreas intervenidas en la reserva forestal de Terraba-sierpe, Costa Rica. IICA. Turrialba, C.R. P. 6-10.
2. ALVARADO LOPEZ, C.M.; GUTIERREZ LAZO, J.A.; RAMIREZ MENENDEZ, M.N.; RODRIGUEZ NAVARRETE, S.E. 1990. Efecto de tres hormonas vegetales en el enraizamiento de esquejes de tallo en diez especies forestales. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salv., Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 22-28.
3. BASTIN, R. 1970. Tratado de fisiología vegetal. - CECSA. México. P. 174-190.
4. BERNARDI, A.L.; BASCOPE, F.; HUECK, K.; JORGENSEN, R.N.; LAMPRECHT, H. 1959. Descripción de árboles forestales No. 5. Los manglares en América. Sección de Documentación y Publicaciones. P. 12-17, 32, - 33.
5. BERNAL PEREZ, C. DEL C. 1990. Calendarización y riesgos climáticos del sorgo y maíz en la planicie costera central con base a la Estación Experimental y de Prácticas. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salv. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 53, 86-89.

6. BROWN, M.S.; JIMENEZ, A.; SNEDAKER, S.C. 1981. Anomalous aerial roots in Avicennia germinans (L). In Florida and Costa Rica. Bolletín of Marine -- Science. San José, C.R. 31(2). P. 162, 163, - 467-469.
7. BUSCHTING, D. 1973. Prueba de tres hormonas en el enraizamiento de estacas de café (Coffea arabica L.). Tesis Lic. Managua, Nic. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. P. 11-15.
8. CENTENO GIRON, J.O. 1990. Evaluación de seis sustratos en la germinación de tres especies forestales tropicales: Caoba (Swietenia humilis), bálsamo (Myroxylon balsamun var. pereirae) y funera (Dalbergia funera). Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salv. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias - Agronómicas. P. 31-36.
9. CINTRON, C. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. -- Ciencias Interamericana. Bogotá, Colombia. 25(1-4). P. 4-15.
10. _____; GOENAGA, C.; LUGO, A.E. 1989. Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas áridas. P. 18, 19, 22, 23, 26, 30.

11. _____; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Montevideo, Uruguay. Rostrac. P. 13-29.
12. CONNER, W.; DAY, R.M.; MACHADO NAVARRO, A. 1987. The productivity and composition of mangrove forest. Laguna de Terminos, México. Aquatic Botany. Netherlands No. 7. P. 267-284.
13. DEVLIN, R.M. 1970. Fisiología vegetal. Las hormonas del crecimiento naturales. Trad. por Xavier Llimosa Pagés. Barcelona, Esp. OMEGA, S.A. P. 440-462, 487-490.
14. ESCOBAR FLORES, C.A.; GUERRA MARTINEZ, J.O.; LAINEZ REYES, C.E. 1991. Efecto de cinco sustratos y cuatro dosis de ácido indolbutírico sobre la germinación y propagación vegetativa del botoncillo (Conocarpus erecta L.). Tesis Ing. Agr. San Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias -- Agronómicas. 95 P.
15. F.A.O. (Venezuela). 1980. Mejora de árboles forestales. Informe sobre el Curso de Capacitación FAO/DANIDA sobre mejora genética de árboles forestales. P. 190-191.

16. FIESTER, R. 1957. Revisión de literatura sobre propagación asexual de café por estacas. Turrialba (C.R.) 7(3): 57-64.
17. GODOY HERRERA, J.C. 1980. Distribución, composición florística y análisis estructural del manglar. - Las Islas. Tesis Lc. Biología. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. P. 1-13, -- 35-41.
18. GOSTINCHAR, J. 1973. Tratado de especialización agrícola. Barcelona, Esp. OIKOS-TAI. Gu. P. 32-34, 78-81.
19. GUERRERO, R.; GUILLEN CASTILLO, D.A.; NAVAS DURAN, M.A. 1992. Determinación de la capacidad de regeneración natural de cuatro especies en el manglar "El Amatal" y prueba de germinación Ex-Situ del Istatten (Avicennia nítida J.). Tesis Ing. Agr. San - Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 116 P.
20. GUEVARA MORAN, J.A. 1985. El Salvador perfil ambiental, estudios de campo. A.I.D. EE. UU. P. 60-61.

21. HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E. 1972. Propagación de plantas, principios y prácticas. Trad. por Antonio Merino Ambrosio. 2a. ed. Continental. México, D.F. Méx. P. 32-35, 40-45, 263-274, 308-375.
22. HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez Saca. IICA. 2a. ed. San José, C.R. P. 29-52.
23. HORNA ZAPATA, R.R. 1978. Relación suelo y mangle: Conocarpus erecta, Laguncularia racemosa, Avicennia nítida In. Memoria del Seminario sobre el Estudio e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares -- (1980-Cali). Seminario Montevideo, Uruguay. -- UNESCO. P. 195-212.
24. INSTITUTO NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1965. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Trad. Rodolfo Chena. 4 ed. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. P. 7-20.
25. IRITANI, C.; VIANA SOARES, R. s.f. Inducao do enraizamiento de estacas de Araucaria angustifolia a través de aplicao de reguladores de crecimiento. S.I., S.N. P. 313-317.
26. JIMENEZ, J.A.; LUGO, A.E. 1984. Black Mangrove, U.S. Forest Service Southern Office Institute of Tropics Forestry Silvies Manual ISSUE 4. P. 1-6.

27. KANSHIRO, M. s.f. Propagac̄o vegetativa de Cordia goeldiana Huber. EMBRAPA-CPTU. Belén. Bra. - P. 329-330.
28. LAGOS, J.A. 1973. Compendio de botánica sistemática. 2a. ed. San Salvador, El Salvador. Ministerio - de Educación, Dirección de Publicaciones. P. 255.
29. LITTLE, E.L. 1967. Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. UPR. Madrid, España. P. 584, 585, 587, 721-724.
30. LUGO, A.E.; CINTRON, G.; GOENAGA, C. 1978. El ecosistema de manglar bajo tension. Montevideo, Uruguay. UNESCO. P. 261-284.
31. MEMORIAS DEL SEMINARIO SOBRE EL ESTUDIO CIENTIFICO E - IMPACTO HUMANO EN EL ECOSISTEMA DE MANGLARES. 1980. Montevideo, Uruguay. UNESCO. P. 1, 2.
32. MEYER, B.S.; ANDRESON, B.D.; BONNING, R.H. 1976. Introduccion a la fisiología vegetal. Trad. por Luis Bulbert y Roberto Petterbarg. 4a. ed. Editorial - Universitaria de Buenos Aires, Arg. P. 405-425.

- 33 . MIZRACHI, D.; PANNIER, R.; PANNIER, F. 1978. Estudio de algunas características de las estrategias e implantación de Conocarpus erecta L. In. Memorias del Seminario sobre el Estudio e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares (1980, Cali). Seminario Montevideo, Uruguay. UNESCO. P. 285-294.
- 34 . MITCHELL, J.; LIVINSTON, G. 1973. Métodos para el estudio de hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento. México, Méx. Trillas. P. -99-101.
- 35 . MOLINA LARA, O.A. 1988. Análisis sinecológico del manglar de la Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Tesis Lic. Bio. San Salvador. Universidad de El Salvador. 48 P.
- 36 . MUÑOZ VAQUERANO, J.E.; QUINTANILLA GOMEZ, J.R.; RIVAS RIVERA, F.A.; URBINA OVIEDO, C.A. 1991. Evaluación de tres dosis de ácido indolbutírico (AIB), en el enraizamiento de estacas de Eucalyptus camaldulensis y plantación de un huerto clonal. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salv. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 64.

37. NAUNDORF, G. 1951. Las fitohormonas en la agricultura. Salvat. Madrid, Esp. P. 405.
38. PANNIER, R.; PANNIER, F. 1978. Estructura y dinámica del ecosistema de manglares: un enfoque global de la problemática. Memorias del Seminario sobre el Estudio e Impacto Humano en el Ecosistema de Manglares (1980, Cali). Seminario Montevideo, Uruguay. UNESCO. P. 46-54.
39. PEREZ, A. 1981. Propagación de plantas; San Andrés, La Libertad, El Salvador. E.N.A. P. 75-102.
40. PONENCIAS EN DIVERSOS EVENTOS SOBRE RECURSOS NATURALES. 1974. Dinámica del bosque salado. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Biología. Beletín No. 5. P. 1-19, 39-44.
41. PRIMER SIMPOSIO DE INGENIERIA, APROVECHAMIENTO EFICIENTE DE LOS RECURSOS EN EL SALVADOR. 1978. Tabla de volúmenes de los bosques salados en El Salvador. Edit. E. Marroquín Mena. San Salvador. UCA. s.p.
42. PRIMO, E.; CARRASCO, J.M. 1977. Química agrícola II. Plaguicidas y fitorreguladores. Alhombra, Madrid, Esp. P. 622-625.

43. QUIJADA, R.M. s.f. Métodos de propagación vegetativa. Instituto de Silvicultura. Universidad de Los Andes. Mérida, Ven. P. 189-195.
44. RAY, P.M. 1976. La planta viviente, conceptos modernos de las actividades biológicas de las plantas. Trad. por Raúl J. Blaisten. México. Continental. P. 133-141.
45. SEMINARIO SOBRE ECOSISTEMA DE MANGLARES. 1990. San Salvador (El Salv.). 1990. Ecosistema de manglares. San Salvador. FUSADES. 55 P.
46. SERVICIO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (El Salv.). 1992. Almanaque Salvadoreño. San Salv., El Salvador. 98 P.
47. SHAEFFER-NOVELLI, Y. 1983. Inventario de los Biorecursos del manglar en la Costa Ecuatoriana. Montevideo, Uruguay. ROSTLAC. P. 4, 36-39.
48. TOMLINSON, P.B. 1986. The botany of mangroves. United States of America. Cambridge University Press. P. 189, 203.
49. WEAVER, R.J. 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas y Centro Regional de Ayuda Técnica del AID. Méx. P. 143-172.

50. WILSON, C.L.; LOOMIS, W.E. 1968. Botánica. Trad.
por Irina L. de Call. 4a. ed. UTEHA. México,
D.F., Méx. P. 253-277.

9. A N E X O S

Cuadro A-1. Número de estacas con yemas de Avicennia nítida a los 14, 21, y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San Luis Talpa, - Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El - Salvador. Octubre de 1992.

TRATAMIENTO MUESTREO A LOS 14 - DIAS	T ₁ b ₁	T ₁ b ₂	T ₂ b ₁	T ₂ b ₂	T ₃ b ₁	T ₃ b ₂	T ₄ b ₁	T ₄ b ₂	T ₅ b ₁	T ₅ b ₂																													
	3	0	2	2	2	-	2	1	2	1	-	1	2	1	1	1	-	-	1	-	-	2	2	-	3	5	-	2	5	-	-	3	1	2	2	3	1	4	2

TRATAMIENTO MUES- TREGO A LOS 21 DIAS	T ₁ b ₁	T ₁ b ₂	T ₂ b ₁	T ₂ b ₂	T ₃ b ₁	T ₃ b ₂	T ₄ b ₁	T ₄ b ₂	T ₅ b ₁	T ₅ b ₂																													
	4	2	5	2	3	2	4	2	3	2	2	2	3	2	1	3	3	2	2	3	2	3	2	1	3	5	2	3	4	2	1	2	3	2	2	4	2	3	2

TRATAMIENTO MUES- TREGO A LOS 29 - DIAS	T ₁ b ₁	T ₁ b ₂	T ₂ b ₁	T ₂ b ₂	T ₃ b ₁	T ₃ b ₂	T ₄ b ₁	T ₄ b ₂	T ₅ b ₁	T ₅ b ₂																													
	3	2	3	1	3	2	2	1	2	4	2	2	3	1	3	1	1	1	2	1	1	3	2	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2

Cuadro A-2. Análisis de varianza para n-umero de estacas con yemas de Avicennia nítida a los 14, 21 y 29 días de establecido el ensayo. Estación Experimental y de Prácticas, San Luis Talpa, Departamento de La Paz, Facultad de Ciencias Agronómicas, Univer^{sidad} de El Salvador. Octubre de 1992.

	G.L.	14 DIAS			21 DIAS			29 DIAS			F.Tablas	
		S.C.	C.M.	F.C.	S.C.	C.M.	F.C.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	1%
Tratamiento	9	17.225	1.914	1.089 ^{ns}	6.9	0.767	0.7931 ^{ns}	5.9	0.656	0.8746 ^{ns}	3.06	2.21
Error Experimental	30	52.75	1.758		29	0.967		22.5	0.75			
T O T A L	39	69.97										

27 de octubre / 92

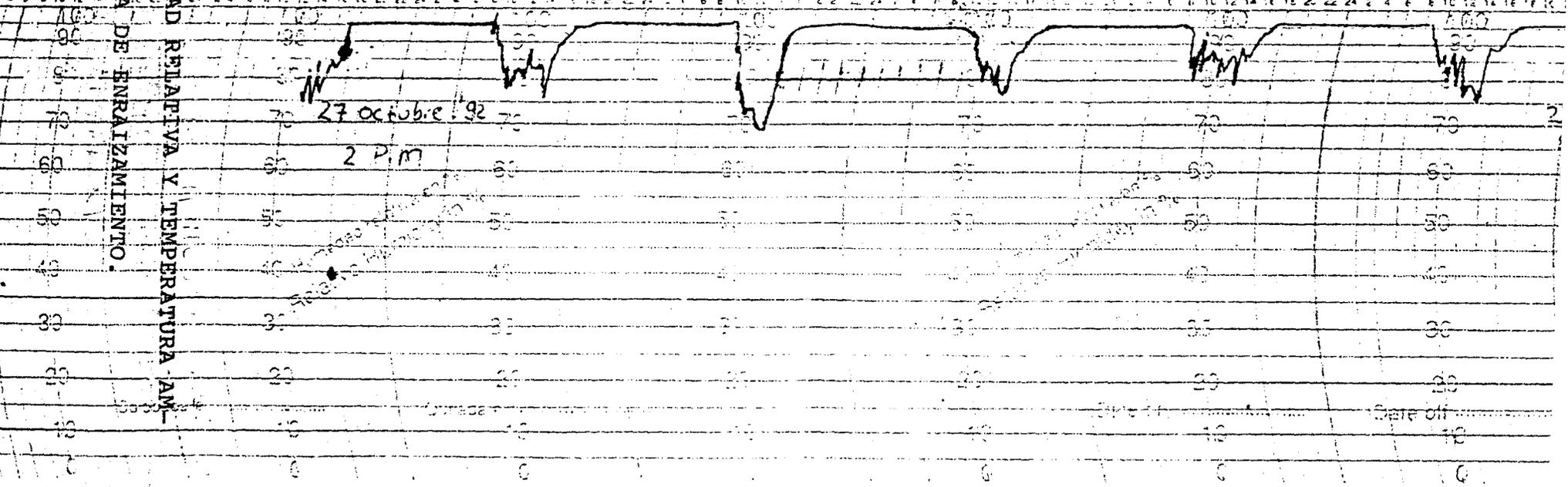
2.0 P.M.

28

DATOS REGISTRADOS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA AM-BIENTAL DENTRO DE LA CAMARA DE ENRAIZAMIENTO.



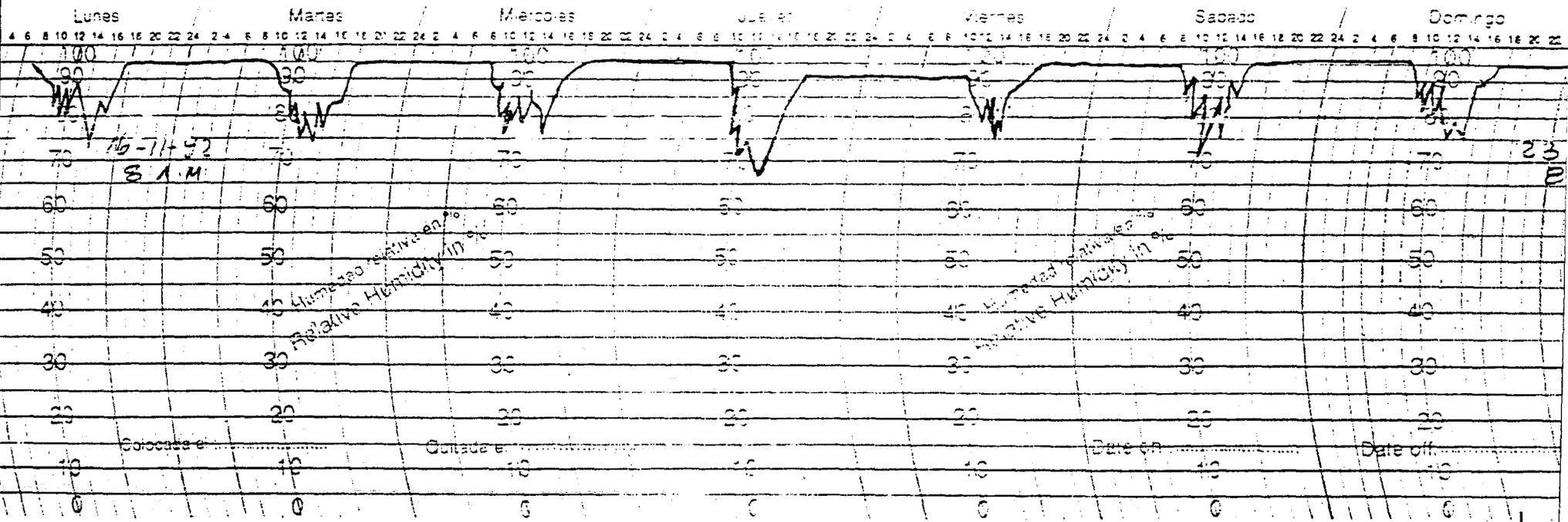
Lune Martes Mercoles Jueves Viernes Sabado Domingo

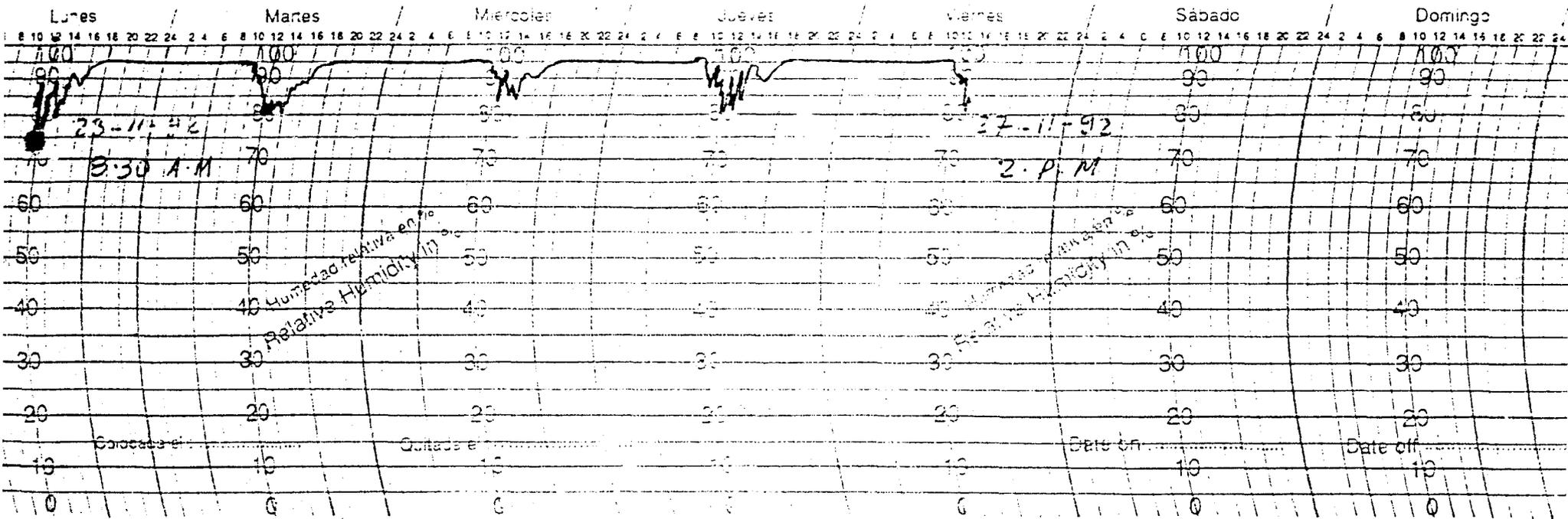
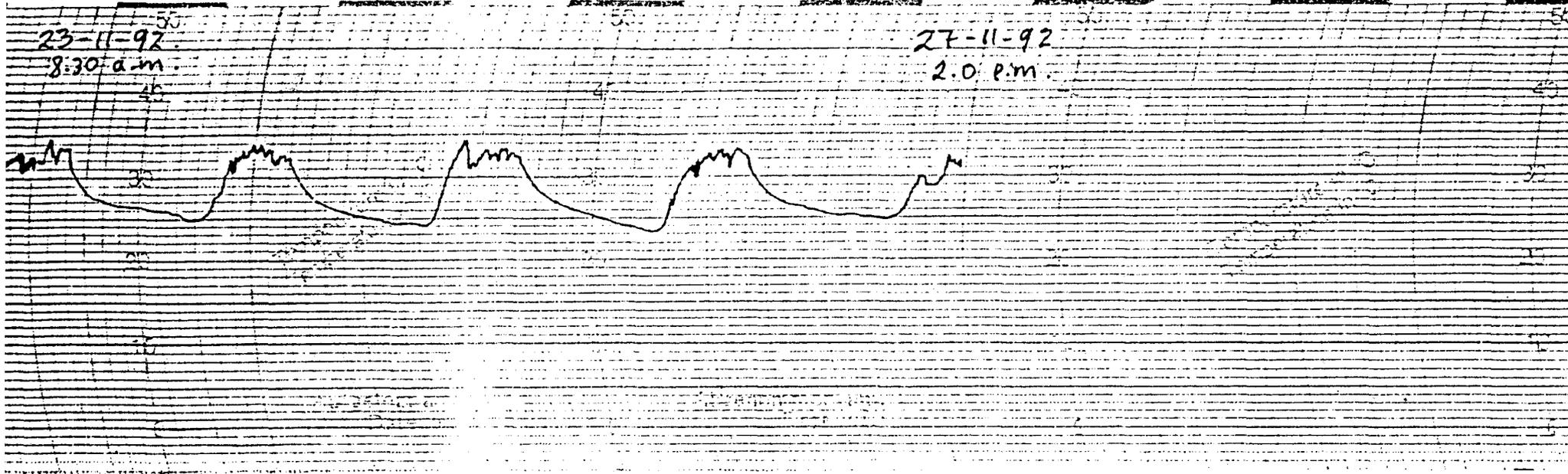


Montag Monday / Dienstag Tuesday / Mittwoch Wednesday / Donnerstag Thursday / Freitag Friday / Sonnabend Saturday / Sonntag Sunday

16-11-92
8-0 a.m.

73
8-30





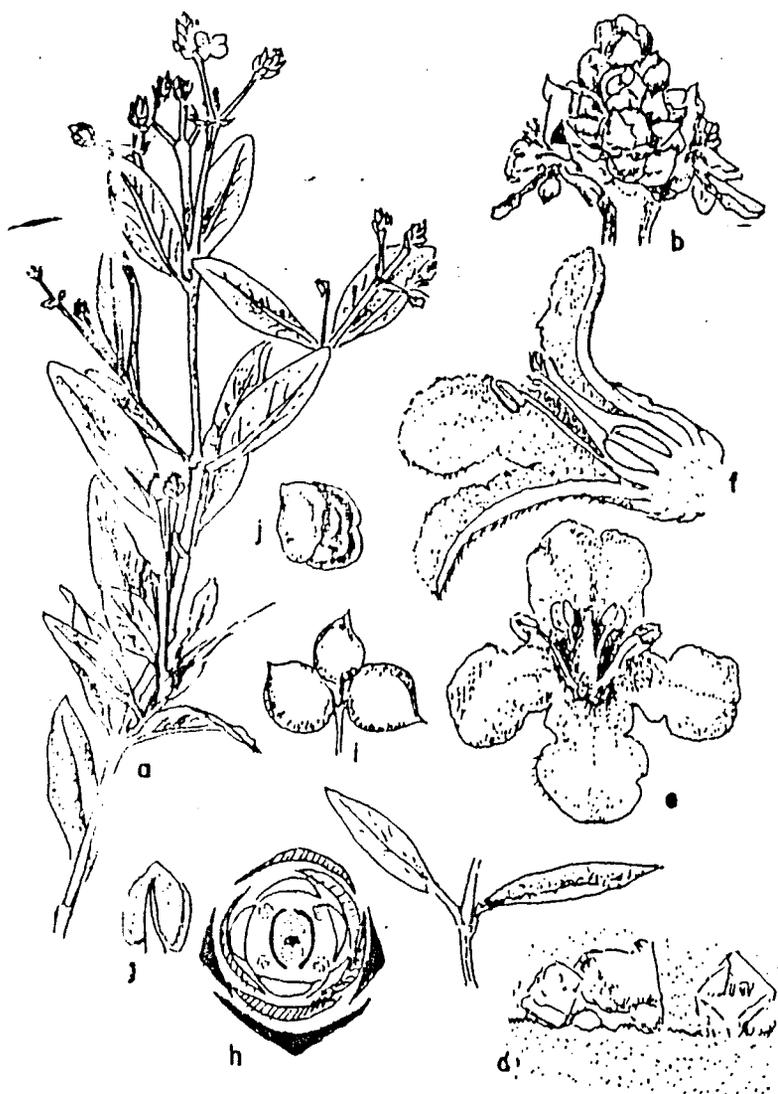


Figura A-2. *Avicennia germinans* (Avicenniaceae). Brotes y flores (I), flores (b), nudos (c), cristales de sal en la superficie de la hoja (d), cara de la flor (e), corte longitudinal de la flor (f), placenta con cuatro pedúnculos ováricos (g), -- diagrama floral (h), racimo de frutos (i), semilla germinando (j). (Según CINTRON, 1986).

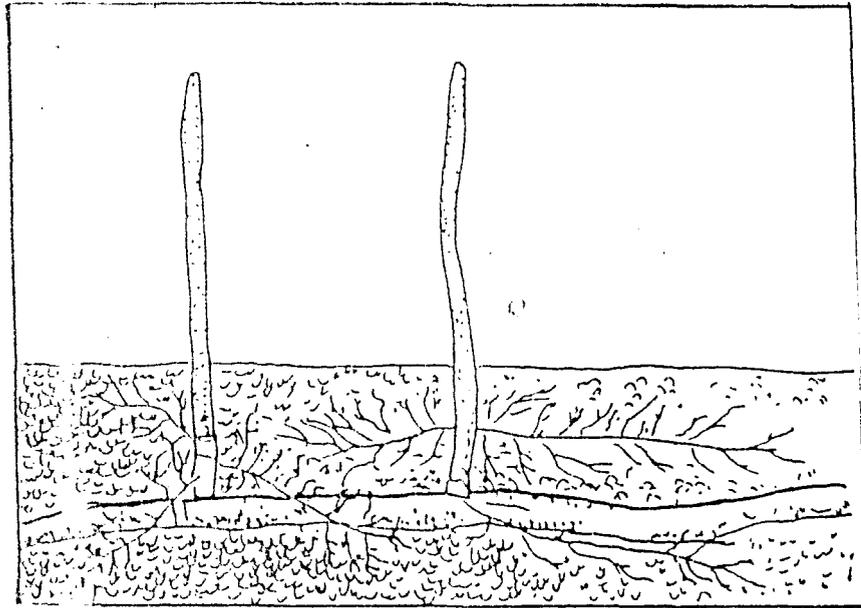


Fig. A-3. Neumatóforos de Avicennia (Según Ci
tron, 1986).

