

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**

**CRECIMIENTO DE DIEZ ESPECIES FORESTALES PARA  
LA PRODUCCION DE LEÑA EN SEBACO NICARAGUA**

**AUTOR : EDMUNDO ALEJANDRO SEQUEIRA MONDRAGON**

**ASESOR: ING. FORESTAL EDILBERTO DUARTE LOPEZ**

**MANAGUA, NICARAGUA**

**1988: POR UNA PAZ DIGNA...PATRIA LIBRE O MORIR**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo como un modesto recuerdo:

A mis padres: RODOLFO SEQUEIRA  
CRISTINA MONDRAGON

A mis hermanos: RODOLFO  
RONALDO  
GUILLERMO  
CONY  
JOSEFA  
AUXILIADORA

A mi esposa: CAROLA VALLE

A mi hija: GABRIELA ALEJANDRA

A mis compañeros de la universidad

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue posible gracias a la asesoría y colaboración del Departamento Agroforestal (antes Proyecto Leña) del DIRENA.

Al Ingeniero Edilberto Duarte por su asesoría permanente.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, por realizar los análisis en microcomputadora.

Al Ingeniero Valentín Jiménez de MADELENA, CATIE, por su colaboración en el tipo de análisis empleado.

Al Ingeniero Juan Francisco Delgadillo por sus orientaciones finales.

A Domíngua Vilchez, por sus servicios secretariales.

A Raquel Chavarría, Responsable del Departamento Agroforestal por la revisión final.

## INDICE GENERAL

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
RESUMEN.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
SIMBOLOGIA.....	ix
<b>I INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II MATERIALES Y METODO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Materiales.....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Descripción de las Especies.....	6
2.1.2 Instrumentos.....	16
<b>2.2 Método.....</b>	<b>16</b>
2.2.1 Análisis Estadístico.....	17
2.2.2 Características del Experimento.....	17
2.2.3 Formularios Utilizados.....	17
2.2.4 Condiciones Climáticas.....	18
2.2.5 Análisis de Suelo.....	18
<b>III RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Resultados.....</b>	<b>22</b>

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
3.2 Discusión.....	36
3.3 Comparación de los Resultados de Sébaco con otras Expe riencias similares tanto en Nicaragua como en Centro Amé rica.....	41
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
4.1 Conclusiones.....	45
4.2 Recomendaciones.....	46
V BIBLIOGRAFIA.....	47
VI APENDICE.....	50

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo evaluar el crecimiento de diez especies forestales, para la producción de leña en la zona del Valle de Sébaco. Catalogada como crítica en el abastecimiento de leña. La metodología del establecimiento está descrita por CATIE (4). El ensayo fue establecido en 1982, en un diseño de bloque completo al azar (BCA) con cuatro repeticiones y diez tratamientos (las especies), el espaciamiento entre plantas es 2 X 2 m y el número de árboles de la parcela útil fue de nueve. Se realizaron cinco mediciones 0.5, 1.7, 2.9, 3.8 y 4.7 años. Las variables evaluadas fueron diámetro, altura, sobrevivencia, área basal, volumen, número de ejes, ICA e IMA. Los resultados sobresalientes fueron los siguientes: análisis de varianza para todas las variables descritas a excepción del volumen. Los tratamientos resultaron significativos al 5%, no siendo así los bloques. Las especies: E. camaldulensis, E. citriodora, G. sepium y E. urophylla fueron las que presentaron mejor comportamiento en sobrevivencia y volumen; seguidos de L. seemannii, D. regia, L. leucocephala y C. velutina con baja sobrevivencia y volumen; C. calothyrsus y C. equisetifolia, mortalidad total. G. sepium, L. seemannii y C. calothyrsus produjeron mayor número de ejes/árbol (2.27 - 5.40).

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Familias y Procedencias.....	5
2 Análisis Químico, Sitio Sébaco.....	20
3 Análisis Físico de Suelo, 'Sitio Sébaco.....	21
4 Crecimiento de dap (mm) del Ensayo de Especies en Sébaco...	24
5 Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de dap (mm) a 4.7 años.....	25
6 Crecimiento de Altura (dm), del Ensayo de Especies en Séba co.....	26
7 Análisis de Varianza en altura (dm) y Prueba de Duncan's a 4.7 años.....	27
8 Análisis de Varianza en Altura (dm) y Prueba de Duncan's de Número de Ejes por Arbol a 1.7 años.....	28
9 Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Número de Ejes por Arbol a 2.9 años.....	29
10 Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Número de Ejes por Arbol a 3.8 años.....	30
11 Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Area Basal a 1.7 años.....	31
12 Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Area Basal a 2.9 años.....	32
13 Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Area Basal a 3.8 años.....	33
14 Estimación del Volumen.....	34
15 Porcentaje de Supervivencia.....	35

## INDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Mapa de Nicaragua: ubicación del Sitio Sébaco.....	51
2	Croquis de ubicación del Sitio Estación Experimental.....	52
3	Croquis del diseño experimental bloque al azar 4 repeti- ciones y 10 tratamientos.....	53
4	Crecimiento en dap (mm) de las 6 mejores especies.....	54
5	Crecimiento en altura (dm) de las 6 mejores especies.....	55
6	Incremento en dap <u>E. camaldulensis</u> .....	56
7	Incremento en dap <u>E. urophylla</u> .....	57
8	Incremento en dap <u>E. citriodora</u> .....	58
9	Incremento en altura <u>E. camaldulensis</u> .....	59
10	Incremento en altura <u>E. urophylla</u> .....	60
11	Incremento en altura <u>E. citriodora</u> .....	61



## SIMBOLOGIA

ANDEVA	Análisis de Varianza
bs-t	Bosque seco tropical
bms-T	Bosque muy seco tropical
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
° C	Grados celsius
CM	Cuadrado medio
cm	Centímetro
dap	Diámetro a 1.30 metros de altura
dm	Decímetro
DRNR	Dirección de Recursos Naturales Renovables (Costa Rica)
Fc	F. (calculada)
Ft	F. (tabulada)
g	Area basal/parcela
g/cm <sup>3</sup>	gramos/centímetros cúbicos
GL	Grados de Libertad
ICA	Incremento corriente anual
IMA	Incremento medio anual
INE	Instituto Nicaraguense de Energía
IRENA	Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente
Kj/Kg	Kilo joule/Kilogramo
Kcal/Kg	Kilo caloría/Kilogramo
m	Metro
mm	Milimetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
SC	Suma de cuadrados

## I INTRODUCCION

Nicaragua cuenta con un gran potencial forestal, según estudios realizados (10), la superficie total en 1986 se contabilizaba en 12,000,000 de hectáreas de las cuales unas 3,952,000 se consideran bosques latifoliados, 415,000 bosques de pinares y otras 2,500,000 hectáreas aptas para la actividad forestal.

Históricamente el bosques ha sido utilizado como fuente de materia prima para las industrias de transformación primaria, asimismo para el uso energético, destacándose la leña y el carbón. Aún no se han aprovechado otros atributos del bosque, tales como la recreación, el turismo y la actividad cinegética, basada esta última en estudios etológicos.

El uso de la leña como fuente energética es un problema de primer orden, ya que la disponibilidad ha disminuido drásticamente. Diversos estudios demuestran lo antes expuesto, según INE (13) en Nicaragua el 80% de población hace uso de la leña para la cocción de sus alimentos, de los cuales el 35% de la población urbana y el 40% rural.

Jones y Otárola (15), encontraron mediante una encuesta que la población Nicaraguense consumía  $1.45 \text{ m}^3/\text{persona/año}$ . Dulin (6), identifica a la Zona del Pacífico y Central como crítica, muy crítica y potencialmente crítica; señalándose la Zona Atlántica como una región aún estable en cuanto a la disponibilidad de madera para leña.

Van Buren (19), identifica cinco fuentes tradicionales de abastecimiento de leña, las que a continuación detallo:

1. La Cordillera de Los Maribios dentro de la categoría de bosque seco tropical, abastece en su gran mayoría al Departamento de León con sus numerosos municipios.
2. Las Maderas y San Francisco Libre, son fuentes de suministro de leña para el Departamento de Managua.
3. Sébaco, posee bosques secundarios, sustentando el abastecimiento a los Departamentos de Estelí y Matagalpa.
4. Los bosques de sabana de Tipitapa y Malacatoya, también son fuentes de abastecimientos para Managua y Masaya.
5. Granada, Masaya, Nandaime y San Rafael del Sur; aprovecharon en un tiempo los restos de la renovación de cafetales de Carazo.

El comercio de la leña, ha significado el deterioro de una gran parte de los recursos forestales en Nicaragua, y por otra parte jugosas ganancias para los comerciantes de este producto

Una encuesta realizada por el Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente en los años 1980 y 1986, revela que el precio de la leña experimentó un aumento de 3,233%.

Nicaragua a través de sus instituciones afectadas en el área de la energía, organiza la búsqueda de fuentes alternas de esta, tales como hidroeléctricas, termoeléctricas, biógas, hidrocarburos, etc. Pero esa alternativa es a mediano y largo plazo; mientras se alcanza ese nivel de desarrollo, la leña viene a ser una fuente de energía insustituible.

El INE (14), reporta que el 51,5% de toda la energía consumida en el país corresponde a la leña, el 5,9% de la energía eléctrica, el 34% a hidrocarburos y el 8,5% residuos vegetales y carbón.

El reducir la importación de hidrocarburos (gas licuado), es política del gobierno ya que implicaría ahorro de divisas, y para eso hay que aumentar la disponibilidad de leña, en ese sentido las plantaciones para uso energético (leña y carbón) son urgentes y necesarios, el Plan de Desarrollo (10) prevee plantar 55,000 hectáreas en los próximos 20 años.

Las características de mayor relevancia que deben de poseer las especies destinadas al proceso energético, según la National Academy of Science, son las siguientes:

- Usos múltiples
- Capacidad de rebrotes
- Rápido crecimiento
- Plantas cultivadas en ambientes problemáticos, tales como: laderas, suelos tóxicos pobres en nutrientes.
- Producción de madera con alto poder calorífico, relativamente baja emisión de humo y un considerable alto peso específico.

Este trabajo es continuación del ensayo establecido por el Proyecto Leña IRENA/CATIE, en 1982 y propuesto a terminarse como trabajo de tesis. El tiempo de duración del estudio fue de tres años aproximadamente.

## Objetivos

1. Estimación del volumen para la producción de leña
2. Cálculo de los parámetros de crecimiento e incremento de las especies estudiadas a las condiciones edafo-climáticas del Valle de Sébaco
3. Promulgar plantaciones energéticas con las especies que presentaron mejores resultados, y así suplir las necesidades de leña para la población de la zona.
4. Proporcionar información a la Universidad de docencia y a personas que sea de su interés

## II MATERIALES Y METODO

### 2.1 Materiales

Las especies seleccionadas para este estudio de ensayo de eliminación de especies, se detallan en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Familias y Procedencias**

ESPECIES	FAMILIA	PROCEDENCIA
<u>Caesalpinia velutina</u>	Leg. caesalpinoideae	Guatemala, H. Martínez (172-1)*
<u>Calliandra calothyrsus</u>	Leg. mimosoideae	BLSF, (1148)
<u>Casuarina equisetifolia</u>	Casuarinaceae	Km 96, Carretera León (095-1)*
<u>Delonix regia</u>	Leg. caesalpinoideae	La Concepción, Sébaco (097-2)*
<u>Eucalyptus citriodora</u>	Myrtaceae	La Concepción, Sébaco (Matagalpa) (034)*
<u>Eucalyptus camaldulensis</u>	Myrtaceae	Bosque Mansell, Sébaco (033-04)*
<u>Eucalyptus urophylla</u>	Myrtaceae	Indonesia, (278-2)*
<u>Gliricidia sepium</u>	Leg. foboideae	Belén (Rivas) (049-3)*
<u>Leucaena leucocephala</u>	Leg. mimosoideae	(Cortina rompiente León Km 85) (056-1)*
<u>Lysiloma seemanii</u>	Leg. mimosoideae	Carretera La Paz Centro (León)*

\*Proyecto Leña

### 2.1.1 Descripción de las Especies

#### Caesalpinia velutina (B. & R.) Standl (2, 5)

Es una especie propia de las zonas sub-húmedas de Guatemala, también se encuentra en forma natural en las zonas de Oaxaca, México y en la Zona de Huehuetenango, Guatemala.

#### Descripción

Es una especie decidua de tamaño mediano, 10-12 m de altura y 30 cm de diámetro. El fuste es de base recta.

#### Requerimientos Ecológicos

Temperatura (TMA): En zonas de alta temperatura mayores de 21 °C.

Precipitación (PMA): Entre 450-1200 mm y 7-8 meses de déficit hídrico.

Altitud (msnm): 50-950

Suelos: En bosques naturales se localiza en suelos derivados de la serpentina y suelos de origen calcáreo con pH superior a 5.5, prefiere suelos bien drenados de textura liviana, franco-arenosos a francos. El mejor desarrollo se da en suelos de ordenes alfisol y mollisol de régimen ústico.

#### Propiedades Energéticas

Peso específico 0.70 - 0.75 g/cm<sup>3</sup>, produce poco humo, quema lentamente, raja fácilmente.

## Usos

Leña, cercas vivas, protección de cuencas.

Calliandra calothyrsus Meissn (2, 5, 18)

Esta especie es nativa entre el Sur de México hasta el Norte de América del Sur, en zonas húmedas. Se introdujo en Indonesia con semillas provenientes de Guatemala.

## Descripción

En condiciones naturales ésta puede alcanzar hasta 12 m de altura y 20 cm de diámetro. En plantaciones desarrolla varios ejes que nacen en la base y generalmente se cosecha cuando los ejes alcanzan una altura entre 5-6 m y 4-7 cm de diámetro basal

## Requerimientos Ecológicos

Temperatura (TMA): En Centro América se ha plantado en sitios con temperaturas mayores de 20 °C.

Precipitación (PMA): En Centro América se ha plantado entre 1300 - 2700 mm y 4 meses de déficit hídrico.

Altitud (msnm): 600 - 1300

Suelos: Prefiere los suelos de textura liviana y poca acidez bien drenados. En general crece en forma natural en suelos de origen volcánico (Andepts). Aunque se encuentran en ultisoles, vertisoles, soporta suelos pobres, ácidos con pH 5 y contenidos altos de aluminio y arcilla. El crecimiento se reduce en suelos compactados por sobre pastoreo.



### Propiedades Energéticas

Poder calórico 18800 Kj/Kg (4490 Kcal/Kg), peso específico 0.55 g/cm<sup>3</sup>, contenido de cenizas 0.8%, produce carbón de buena calidad, no produce chispas, ni humo.

### Usos

Leña, construcción, mejoradora de suelos, sistemas agroforestales, forrajera.

Casuarina equisetifolia L. ex J. R. & G. Forst. (2, 5)

Es nativa de las Costas Tropicales de Bangladesh, Burma y Las Islas Andaman, hasta Indonesia, Filipinas y algunas Islas del Pacífico y Norte de Austria. Se ha plantado desde México a Brasil.

### Descripción

Es un árbol siempre verde de fuste recto y tamaño mediano o grande, de 15-30 m de altura o más, y 20 - 50 cm de diámetro, con ramillas delgadas aciculadas que se asemejan a pinos, copa delgada que se hace ancha con la edad.

### Requerimientos Ecológicos

Temperatura (TMA): 10-30 °C.

Precipitación (PMA): En Centro América se planta entre 1000-1500 mm, con estación seca entre 6-8 meses.

Altitud (msnm): En Centro América se ha plantado hasta 1600 msnm

Suelos: Amplio rango desde calcáreo y ligeramente salino, hasta ligeramente ácidos. Resiste inundación parcial por algún tiempo. En América Central se le ha plantado en suelos de órdenes alfisol, ultisol e inceptisol.

### **Propiedades Energéticas**

Ha sido catalogada como la mejor leña del mundo, tiene un poder calorífico de 20700 Kj/Kg (4500 Kcal/Kg). Produce un carbón excepcional, peso específico 0.8-0.95 g/cm<sup>3</sup>.

### **Usos**

Leña, construcción, taninos, forraje, puntales, postes de conducción eléctrica.

Delonix regia (Bojer) Raf. (8)

Esta especie es originaria de Madagascar, es uno de los árboles extensivamente cultivado en Regiones Tropicales y Sub-tropicales.

### **Descripción**

El tamaño del árbol puede alcanzar 20 m de altura y 60 cm de diámetro, la copa es amplia y regular, es susceptible al ataque de termitas, entre sus propiedades energéticas tenemos un peso específico de 0.8 g/cm<sup>3</sup>.

Eucalyptus citriodora Hook (2, 5)

Los rodales en forma natural se encuentran en la Costa Oriental de Queensland, entre 7° y 26 °C de latitud Sur, con dos zonas de ocurrencia: entre Mackay, Maryborough (22°-26.5 °C) y en el Great Dividing Range (Cordillera Australiana) cerca de Atherton (17°-19 °C).

**Descripción**

Es un árbol grande, siempre verde de buen porte y fuste recto que alcanza 20-40 m de altura y 0.6 - 1.3 m de diámetro. El tronco es de base recta o ligeramente ensanchada, fuste cilíndrico recto y limpio, corteza lisa, color gris, desprendible en escamas o parches delgados.

**Requerimientos Ecológicos**

Temperatura (TMA): En América Central se ha plantado entre 20-26 °C.

Precipitación (PMA): En Centro, América se le ha plantado entre 850 mm - 2800 mm y con déficit hídrico de 4-8 meses.

Altitud (msnm): En Centro América se ha plantado entre 100-1200.

Suelos: Suelos ondulados, pobres, pedregosos, incluyendo suelos lateríticos se le ha plantado en suelos de los órdenes ultisol, inceptisol y alfisol.

**Propiedades Energéticas**

Peso específico 0.75 - 1.1 g/cm<sup>3</sup>, produce carbón de buena calidad.

## Usos

Leña, madera aserrada, postes, durmientes, ornamental, perfumería, medicina melífera.

## Eucalyptus camaldulensis Dehnh (2, 5, 8)

Especie considerada con un amplio rango de distribución natural. En Australia, cubre aproximadamente 23° de latitud. Se encuentra en to dos los estados australianos a excepción de Tasmania, se distinguen dos formas: meridional y tropical.

## Descripción

Es una especie siempre verde, de 20-40 m de altura y de 50 m en al gunas regiones de Australia. Fuste recto de base gruesa, diámetro de 60 cm hasta 1 m, con una copa abierta e irregular.

## Requerimientos ecológicos

Temperatura (TMA): En Centro América se ha plantado entre 20-29 C.

Precipitación (PMA): En América Central se encuentra entre 620 - 2900 mm y de 4-8 meses de déficit hídrico.

Altitud (msnm): Es una especie de zonas bajas fluviales, algunas procedencias pueden plantarse en zonas altas, desde 0-1200 msnm.

Suelos: Amplia gama de suelos, desde muy pobre hasta periódicamen te inundados. No prospera en suelos calcáreos y compactados.

## Propiedades Energéticas

Poder calórico 20000Kj/Kg (4800 Kcal/Kg), produce carbón de excelente calidad, quema rápidamente, produce humo, peso específico 0.6 g/cm<sup>3</sup>.

## Usos

Leña, construcción, cortina rompeviento, cerco vivo, postes durmientes de ferrocarril.

## Eucalyptus urophylla S. T. Blake (2)

Es una especie prometedora de los países Tropicales y Sub-tropicales donde la precipitación sobrepasa los 1000 mm. Se le encuentra natural en Timor y en otras Islas de Indonesia. Fue introducida a Brasil 1919.

## Descripción

Esta especie en buenas condiciones, sobrepasa los 50 m de altura, con diámetros de 2 m, fuste recto hasta la mitad o las dos terceras partes de la altura.

## Requerimientos Ecológicos

Temperatura (TMA): 18-28 °C.

Precipitación (PMA): 1300-1400 mm.

Altitud (msnm): 300-3000

Suelos: Crece mejor en suelos profundos, húmedos, con drenaje libre

entre medianos y pesados, derivados de roca no calcárea.

### Usos

Leña, construcción, cortina rompeviento, cerca viva.

Gliricidia sepium (Jacq) Steud (2, 5, 17)

Es conocida con muchos nombres: kakahuate, en México como tilac, en Centro América como madero negro y madre caco, en Colombia, Venezuela y Perú como mata ratón.

Esta especie es nativa de las zonas bajas con una estación bien seca definida en México y América Central.

### Descripción

Es un árbol de tamaño mediano, de 10-15 m de altura y generalmente 40 cm de diámetro o menos. El tronco es de base recta, fuste normalmente torcido. La forma del árbol es variable.

### Requerimientos Ecológicos

Temperatura (TMA): superiores a 22 °C.

Precipitación (PMA): 1500-2500 mm y 8 meses de déficit hídrico y con una estación seca definida.

Altitud (msnm): En Centro América se ha plantado abajo de 600.

Suelos: Crece bien en una amplia gama de suelos desde secos a húmedos, incluyendo suelos erodados, compactados, ligeramente arenosos, suelos calcáreos o con presencia de piedras. Es poco exigente a la fertilidad.

dad natural, requiere buen drenaje.

### **Propiedades Energéticas**

Produce poco humo y abundante brazas, poder calórico 20500 Kj/Kg (4900 Kcal/Kg), peso específico 0.75 g/cm<sup>3</sup>.

### **Usos:**

Leña, durmiente de ferrocarril, forraje, cerco vivo, fija nitrógeno, cortinas rompevientos, etc.

Leucaena leucocephala (Lam) de Wit (2, 4, 16)

Esta especie es originaria de la tierra del interior de México, se encuentra también entre Guatemala y Nicaragua. Se distinguen tres tipos de variedades las cuales son: tipo Hawaii, tipo Salvador y tipo Perú. En éste estudio se trabajó con la variedad K-8 tipo Salvador.

### **Descripción**

Es una especie semidecídua, de tamaño variable desde arbusto pequeño, de copa redonda de menos de 5 m, hasta árboles de alturas medianas de 8-20 m y hasta 20 cm o más de diámetro, con una copa irregular de color verde grisáceo.

### **Requerimientos Ecológicos**

Temperatura (TMA): En Centro América con temperatura media anual de 22-29 °C.

Precipitación (PMA): En Centro América se ha plantado en sitios entre 880-2900 mm.

Altitud (msnm): En Centro América se ha plantado (0-600).

Suelos: Amplia condiciones de suelo, crece en suelos con textura pesada, arcillosas en suelos pertenecientes a las ordenes alfisol, entisol, oxisol, spodosol, vertisol y ultisol.

### Propiedades Energéticas

Poder calórico 18600 Kj/Kg (4445 Kcal/Kg), peso específico 0.65 g/cm<sup>3</sup>, contenido de cenizas de 0.65%

### Usos

Leña, madera de construcción, tableros, chapas, forraje, cerco vivo, mejoramiento del suelo, fijador de nitrógeno.

Lysiloma seemanii Britt & Rose (7)

Esta especie es nativa de Nicaragua, llamada "quebracho". Es un árbol mediano que alcanza alturas de 20 m y diámetro de 60 cm, los frutos son vainas delgadas oblongas.

### Requerimientos Ecológicos

Temperatura (TMA): 24-30 °C

Precipitación (PMA): 800-2000 mm

Altitud (msnm): 1500



Suelos: Variados

## Usos

Leña, construcción, mejoradora de suelo, poste.

### 2.1.2 Instrumentos

Vara telescópica, hipsómetro Suunto 15-20, cinta métrica, brújula, cinta diamétrica, microcomputadora IBM-AT, pintura, cintas de color para marcar.

## 2.2 Método

La etapa de vivero para todas las especies fueron similares, las plantas demoraron tres meses en vivero y fueron plantadas cuando alcanzaron una altura de 30 cm. Las condiciones de vivero fueron las normales con dos aplicaciones de riego por día y sin aplicaciones de fertilizante.

La metodología del establecimiento y la evaluación del ensayo esta descrita por CATIE (4).

El diseño experimental empleado en el ensayo de especies fue un bloque completo al azar (BCA), con cuatro repeticiones y diez tratamientos que son (las especies). Ver apéndice Figura 3.

El modelo matemático o aditivo lineal se expresa:

$$Y_{ij} = M + J_i + B_j + E_{ij}$$

M = Efecto de la media

J<sub>i</sub> = Efecto de los tratamientos

$B_j$  = Efecto de los bloques

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental

### 2.2.1 Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos fueron realizados en CATIE Turrialba, Costa Rica, por método computarizado; para el análisis de varianza, prueba de rangos múltiples de Duncan's, coeficiente de variación, incremento medio anual e incremento corriente anual, se utilizó el programa SAS. Para gráficos se utilizó el programa Lotus 123.

### 2.2.2 Características del Experimento

El experimento está ubicado en el Valle de Sébaco en los terrenos de la Estación Experimental del MIDINRA a 3 Km del Empalme de San Isidro, León. Ver apéndice, Figuras 1, 2.

Fecha de plantación 14/06/82, espaciamiento entre plantas 2 m X 2 m, número total de plantas por parcela 25, número de árboles de parcela útil 9, número de árboles por hectárea 2500, tipo de preparación del suelo mecánico, método de siembra plantas de vivero en bolsas, uso anterior del suelo agrícola, fecha última de medición 05/02/87, área total del ensayo 6223 m<sup>2</sup>, área de la parcela útil 36 m<sup>2</sup>.

### 2.2.3 Formularios Utilizados

Se utilizaron los formularios desarrollados por CATIE. (3)

Descripción del experimento: forma 24, CATIE, DRNR

Descripción de sitios: forma 1, CATIE, DRNR

Recopilación de información en parcelas : forma 2, CATIE, DRNR.

Desarrollo del experimento: forma 25, CATIE, DRNR.

Unica medición de árboles individuales: forma 2, CATIE, DRNR.

#### 2.2.4 Condiciones Climáticas (Sébaco)

Los datos climáticos fueron tomados de la estación meteorológica Santa Martha, en Sébaco código 55005 con un período de observación de seis años, 1981-1986.

Latitud  $12^{\circ}54'$ , longitud  $86^{\circ}12'$ , altitud 480, temperatura media anual (TMA)  $25.7^{\circ}\text{C}$ , precipitación media anual 889 mm, meses secos 8, zona de vida (Holdridge) bms-T.

#### 2.2.5 Análisis del Suelo

Los cuadros 2 y 3, presentan el estudio de suelo del sitio. Todos los suelos identificados en el Valle de Sébaco son profundos y de topografía plana, en la Estación Experimental son suelos aluviales muy recientes, presenta un perfil indiferenciado con alternancia de capas que muestran texturas desde media, gruesas y muy gruesas. El análisis químico arrojó los siguientes resultados: La humedad aprovechable es de mediana a alta, el pH es de neutro a medianamente alcalino (6.6 - 7.8).

La capacidad de intercambio catiónico por suma de bases es alta. El fósforo asimilable es bajo a muy bajo. El contenido de potasio es alto. La relación <sup>col(m)</sup> de las bases son amplios en casi todos los sitios.

La relación  $\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{\text{K}}$  es normal, referente a los microelementos el

el Cobre y Boro se encuentran en cantidades suficientes. El contenido de Zinc, es suficiente en la mayoría de los suelos y el contenido del magnesio es deficiente.

Según clasificación taxonómica USDA, este suelo pertenece al Sub-grupo Typic Ustifluvent, familia franca gruesa isohipertérmica. Referente al análisis físico se encontró un contenido medio de materia orgánica hasta 40 cm de profundidad, también una textura franco arenosa.

Cuadro 2. Análisis Químico, Sitio Sábaco

PROFUNDIDAD	TEXTURA	CIC Meq/100 ml SUMA DE BASES	FERTILIDAD Mg/ml Suelo				BORO Mg/ml	Ca/Mg	$\frac{Ca + Mg}{K}$	pH	MO	HUMEDAD DISPONIBLE
			P	Zn	Cu	Mn						
0-26/30	Fa	27.56	19	3.2	2	8	0.8	4.22	28	7.2	--	8.00
30/37-45/51	F	31.22	8	3.4	3	2	0.9	4.8	73	7.3	--	11.09
45/51-76/80	Fa	28.89	5	4.0	3	2		5.22	91	7.5	--	9.45
81/85-97/108	FI	9.26	9	3.0	8	2		4.69	57	7.9	--	19.61
109/118-125	F	31.39	7	0.8	3	3		3.83	63	8.3	--	8.76

TEXTURA: Fa = Franco arenoso  
 F = Franco  
 FI = Franco limoso

CIC : Capacidad de intercambio catiónico  
 Mg/ml: Microgramo/mililitro

**Cuadro 3. Análisis Físico de Suelo, Sitio Sébaco  
(Por ciento)**

PROFUNDIDAD	ARENA	LIMO	ARCILLA	MATERIA ORGANICA
0-5	32	49	19	2.86
0-20	32	47	21	2.47
0-40	33	96	21	1.95

### III RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Resultados

El cuadro 4, presenta la media, el coeficiente de variación y el incremento medio anual del dap a 4.7 años.

El cuadro 5, muestra el análisis de varianza y la prueba de Duncan's (5%) del dap a 4.7 años de siete tratamientos.

El cuadro 6, presenta la media, el coeficiente de variación y el incremento medio anual de la altura a 4.7 años.

El cuadro 7, presenta el análisis de varianza y la prueba de Duncan's (5%) de la altura a 4.7 años de siete tratamientos.

Los cuadro 8, 9 y 10, presentan el análisis de varianza y la prueba de Duncan's (5%) del número de ejes promedios por árbol entre 1.7 - 3.8 años.

Los cuadros 11, 12 y 13, presentan el análisis de varianza y la prueba de Duncan's del área basal media entre las edades de 1.7 - 3.8 años.

El cuadro 14, presenta la estimación del volumen a 3.8 años.

El cuadro 15, muestra el porcentaje de sobrevivencia de 0.5 a 4.7 años.

El apéndice figuras 4 y 5, muestran la tendencia del crecimiento en dap y altura de las seis mejores especies.

El apendice figuras 6, 7, 8, 9, 10 y 11, presentan el comportamiento del ICA e IMA de 0.5 años, hasta 4.7 años, de las especies E. camaldulensis, E. urophylla y E. citriodor.



Cuadro 4. Crecimiento en dap (mm) del Ensayo de Especies en Sébaco

ESPECIE	EDAD EN AÑOS											
	$\bar{X}$ (mm)	1.7 CV (%)	IMA (mm/año)	$\bar{X}$ (mm)	2.9 CV (%)	IMA (mm/año)	$\bar{X}$ (mm)	3.8 CV (%)	IMA (mm/año)	$\bar{X}$ (mm)	4.7 CV (%)	IMA (mm/año)
<u>E. citriodora</u>	41.0	32	24.1	59.1	29	20.9	71.7	30	18.8	78.2	32	16.6
<u>E. urophylla</u>	47.5	39	37.9	66.5	26	22.9	71.2	35	18.7	81.3	35	17.2
<u>G. sepium</u>	33.4	25	20.8	37.6	23	12.9	46.6	23	12.2	48.6	26	10.3
<u>L. leucocephala</u>	30.9	38	22.6	37.3	32	12.8	42.8	23	11.2	42.8	28	9.1
<u>C. calothyrsus</u>	21.6	39	13.8	35.8	22	12.3	37.9	28	9.9	--	--	--
<u>C. velutina</u>	23.9	27	9.0	31.4	43	10.8	40.9	36	10.7	48.4	36	10.2
<u>D. regia</u>	24.6	68	11.2	39.5	39	13.6	46.9	46	12.3	53.3	44	11.3
<u>E. camaldulensis</u>	48.1	20	32.3	60.2	26	20.7	71.9	24	21.9	77.9	27	16.5
<u>L. seemanii</u>	25.6	24	15.0	34.0	29	11.7	41.2	29	10.8	--	--	--

CV : Coeficiente de variación

**Cuadro 5. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de dap (mm)  
a 4.7 años**

F. V.	GL	SC	CM	FC	FT	
Bloque	3	63.3	21.1	0.19	Ns	2.67
Tratamiento	8	9071.2	1133.9	10.29	*	2.00
Error	171	18844.2	110.00	---		

$\alpha = 0.05$

Ns = No significativo

\* = Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO
<u>E. urophylla</u>	81.3	A
<u>E. citriodora</u>	78.2	B
<u>E. camaldulensis</u>	77.9	B
<u>D. regia</u>	53.3	C
<u>G. sepium</u>	48.6	C
<u>C. velutina</u>	48.4	C
<u>L. leucocephala</u>	42.8	C

Cuadro 6. Crecimiento en Altura (dm) del Ensayo de Especies en Sébaco

ESPECIE	EDAD EN AÑOS														
	0.5			1.7			2.9			3.8			4.7		
	$\bar{X}$ (dm)	CV (%)	IMA (dm/año)	$\bar{X}$ (dm)	CV (%)	IMA (dm/año)	$\bar{X}$ (dm)	CV (%)	IMA (dm/año)	$\bar{X}$ (dm)	CV (%)	IMA (dm/año)	$\bar{X}$ (dm)	CV (%)	IMA (dm/año)
<u>E. citriodora</u>	9.2	28	18.4	44.7	16	26.2	62.6	14	21.5	77.4	24	20.3	85.2	25	18.1
<u>E. urophylla</u>	9.3	43	18.6	45.7	22	26.8	60.6	32	20.8	70.6	38	18.5	75.4	39	16.0
<u>G. sepium</u>	10.5	42	21.0	35.4	22	20.8	40.6	23	14	45.4	23	11.9	48.5	25	10.3
<u>L. leucocephala</u>	9.5	54	19.0	38.5	21	22.6	45.8	23	15.7	49.0	17	12.8	55.9	21	18.9
<u>C. calothyrsa</u>	12.0	26	24.0	23.5	34	13.8	36.1	20	12.4	36.4	21	9.5	--	--	--
<u>C. velutina</u>	1.8	70	3.6	15.4	54	9.0	24.5	48	8.4	33.0	31	8.6	39.2	20	8.3
<u>D. regia</u>	5.0	61	10.0	19.2	40	12.9	30.9	24	10.6	35.5	30	9.3	37.2	20	7.9
<u>E. camaldulensis</u>	16.6	24	32.2	55.0	14	32.3	71.4	18	24.6	83.4	23	21.9	88.7	24	18.8
<u>L. seemannii</u>	4.5	54	8.1	18.9	32	11.11	23.8	47	8.20	49.0	45	12.8	--	--	--

CV = Coeficiente de variación

$\bar{X}$  = Media

**Cuadro 7. Análisis de Varianza en Altura (dm) y Prueba de Duncan's a 4.7 años**

F. V.	GL	SC	CM	FC	FT	
Bloque	3	318	106.1	1.0	Ns	2.67
Tratamiento	8	1609.12	2011.4	19.3	*	2.00
Error	171	17766.9	103.9	--		

$\alpha = 0.05$

Ns = No significativo

\* = Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO
<u>E. camaldulensis</u>	88.7	A
<u>E. citriodora</u>	85.2	A
<u>E. urophylla</u>	75.4	A
<u>L. leucocephala</u>	55.9	B
<u>G. sepium</u>	48.5	B
<u>C. velutina</u>	31.2	C
<u>D. regia</u>	37.2	C
<u>L. seemanii</u>	--	-

**Cuadro 8. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Número de Ejes por Arbol a 1.7 años**

Se transforman los datos con raíz cuadrada y ese es el valor presentado

F. V.	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	0.343595	0.114531	1.41	Ns 2.67
Tratamiento	8	46.390350	5.799129	71.22	* 2.00
Error	192	15.63462454	0.081430	---	---

$\alpha = 0.05$

Ns = No significativo

\* = Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA RAIZ CUADRADA	TRANSFORMACION ejes/árbol	NUMERO OBSERVACION	GRUPO
<u>G. sepium</u>	2.36448	5.90	34	A
<u>L. seemanii</u>	1.31169	1.72	14	B
<u>D. regia</u>	1.31017	1.71	14	B
<u>C. calothyrsus</u>	1.26503	1.60	23	B
<u>L. leucocephala</u>	1.23889	1	30	B
<u>E. urophylla</u>	1.00000	1	22	C
<u>E. camaldulensis</u>	1.00000	1	32	C
<u>C. citriodora</u>	1.00000	1	29	C
<u>C. velutina</u>	1.00000	1	6	C

**Cuadro 9. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Número de Ejes por Arbol a 2.9 años**

Se transformaron los datos con raíz cuadrada y ese es el valor presentado

F. V	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	0.634549	0.211516	1.99	Ns 2.67
Tratamiento	8	46.684223	5.835278	54.83	* 2.00
Error	181	19.263272	0.106426	---	

$\alpha = 0.05$

Ns = No significativo

\* = Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA RAIZ CUADRADA	TRANSFORMACION ejes/árbol	NUMERO OBSERVACION	GRUPO
<u>G. sepium</u>	2.4117	5.8	33	A
<u>C. calothyrsus</u>	1.6543	2.73	9	B
<u>L. seemanii</u>	1.4607	2.13	18	B C
<u>D. regia</u>	1.3302	1.76	13	C
<u>L. leucocephala</u>	1.2405	1.53	29	C D
<u>C. velutina</u>	1.0828	1.17	10	D
<u>E. citriodora</u>	1.0571	1.11	29	D
<u>E. urophylla</u>	1.0414	1.08	20	D
<u>E. camaldulensis</u>	1.0259	1.05	32	D

**Cuadro 10. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's del Número de Ejes por Arbol a 3.8 años**

Se transforman los datos con raíz cuadrada y ese es el valor presentado

F. V.	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	0.463004	0.154334	1.45	Ns 2.67
Tratamiento	8	41.152991	5.144123	48.20	* 2.00
Error	171	18.25047	0.106730	---	

$\alpha = 0.05$

Ns = No significativo

\* = Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA RAIZ CUADRADA	TRANSFORMACION ejes/árbol	NUMERO OBSERVACION	GRUPO
<u>G. sepium</u>	2.3247	5.40	33	A
<u>C. calothyrsus</u>	1.6543	2.73	9	B
<u>L. seemannii</u>	1.5081	2.27	18	B C
<u>D. regia</u>	1.3508	1.82	13	C D
<u>L. leucocephala</u>	1.2209	1.49	16	D E
<u>C. velutina</u>	1.1179	1.24	12	D E
<u>E. citriodora</u>	1.0571	1.11	29	E
<u>E. urophylla</u>	1.0394	1.08	21	E
<u>E. camaldulensis</u>	1.0259	1.05	32	E

**Cuadro 11. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Area Basal a 1.7 años**

F. V.	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	0.00044886	0.00019962	2.25	Ns 2.93
Tratamiento	8	0.00165959	0.000207448	3.12	* 2.28
Error	29	0.00146230	0.00006092	--	

$\alpha = 0.05$

Ns = No significativo

\* = Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA (M <sup>2</sup> /PARCELA)	NUMERO PARCELAS	GRUPO
<u>G. sepium</u>	0.027634	4	A
<u>E. camaldulensis</u>	0.015102	4	A B
<u>L. seemannii</u>	0.013475	4	B
<u>E. urophylla</u>	0.011139	4	B
<u>E. citriodora</u>	0.010941	4	B
<u>L. leucocephala</u>	0.009903	4	B
<u>C. calothyrsus</u>	0.004051	4	B
<u>D. regia</u>	0.004049	4	B
<u>C. velutina</u>	0.001618	4	B



**Cuadro 12. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Area Basal a 2.9 años.**

F. V.	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	0.00009456	0.00003152	1.24	Ns 2.93
Tratamiento	8	0.00325631	0.000407038	16.00	* 2.28
Error	29	0.00396139	0.0001650	---	

$\alpha = 0.05$

Ns = No significativo

\*  $\neq$  Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA (M <sup>2</sup> /PARCELA)	NUMERO PARCELAS	GRUPO
<u>G. sepium</u>	0.032622	4	A
<u>E. camaldulensis</u>	0.024745	4	B
<u>E. citriodora</u>	0.022953	4	B
<u>E. urophylla</u>	0.018992	4	B C
<u>L. leucocephala</u>	0.013110	4	C D
<u>L. seemanii</u>	0.009248	4	D E
<u>D. regia</u>	0.007515	4	D E
<u>C. calothyrsus</u>	0.005562	4	D E
<u>C. velutina</u>	0.002819	4	E

**Cuadro 13. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan's de Area Basal a 3.8 años**

F. V.	GL	SC	CM	FC	FT
Bloque	3	0.00025772	0.00008590	1.65	Ns 3.01
Tratamiento	8	0.0061181103	0.000772641	14.80	* 2.36
Error	24	0.00125314	0.000052214	---	

$\alpha = 0.05\%$

Ns = No significativo

\* = Significativo

**Duncan's**

TRATAMIENTO	MEDIA (M <sup>2</sup> /PARCELA)	NUMERO PARCELAS	GRUPO
<u>G. sepium</u>	0.042933	4	A
<u>E. camaldulensis</u>	0.034967	4	A B
<u>E. citriodora</u>	0.033005	4	A B
<u>E. urophylla</u>	0.023379	4	B C
<u>L. seemanii</u>	0.013658	4	C D
<u>D. regia</u>	0.011626	4	D
<u>L. leucocephala</u>	0.009112	4	D
<u>C. calothyrsus</u>	0.006625	4	D
<u>C. velutina</u>	0.005756	4	D

Cuadro 14. Estimación del Volumen a 3.8 años

ESPECIE	$\bar{g}$ M <sup>2</sup> /PARCELA	$\bar{ht}$ METROS	f	$v$ M <sup>3</sup> /PARCELA	$v$ M <sup>3</sup> /HECTAREA	$v$ M <sup>3</sup> /HA/ANO
<u>G. sepium</u>	0.0422933	4.57	0.5	0.09664	26.84	7.06
<u>E. camaldulensis</u>	0.034967	8.34	0.5	0.14581	40.50	10.56
<u>E. citriodora</u>	0.033005	7.74	0.5	0.12772	35.47	9.33
<u>E. urophylla</u>	0.023379	7.06	0.5	0.08464	23.51	6.18
<u>L. seemannii</u>	0.013658	4.90	0.5	0.3346	9.29	2.40
<u>D. regia</u>	0.011626	3.55	0.5	0.02063	5.73	1.50
<u>L. leucocephala</u>	0.009112	4.90	0.5	0.02232	6.20	1.63
<u>C. calothyrsus</u>	0.006625	3.64	0.5	0.01205	3.34	0.88
<u>C. velutina</u>	0.005756	3.30	0.5	0.00914	2.63	0.69

Formula:  $v = (\bar{g} \times \bar{ht} \times f)$

$v$  = Volumen

$\bar{g}$  = Area basal media

$\bar{ht}$  = Altura media

f = Factor mórfoico internacional (0.5)

**Cuadro 15. Porcentaje de Supervivencia**

ESPECIE	EDAD EN AÑOS				
	0.5	1.7	2.9	3.8	4.7
<u>E. camaldulensis</u>	94.4	88.89	88.89	88.89	88.89
<u>E. citriodora</u>	83.2	80.56	80.56	80.56	80.56
<u>E. urophylla</u>	69.4	63.89	63.89	63.89	63.89
<u>C. calothyrsus</u>	97.2	72.22	25	25	---
<u>C. velutina</u>	38.59	38.59	38.89	36.10	36.10
<u>L. leucocephala</u>	94.4	77.78	77.78	44.44	22
<u>L. seemanii</u>	80.5	72.22	72.22	72.22	64.40
<u>G. sepium</u>	100	97.22	97.22	97.22	97.22
<u>C. equisetifolia</u>	72.2	13.89	2	2	---
<u>D. regia</u>	72.2	50	38.89	38.89	36.10

### 3.2 Discusión

El cuadro 4, presenta la media aritmética, el incremento medio anual y el coeficiente de variación del dap de las especies evaluadas dentro del período comprendido entre 1.7 y 4.7 años, realizada en los tratamientos que corresponden a: E. urophylla (81.3 mm), E. citriodora (78.2 mm) y E. camaldulensis (77.9 mm), estos tres primeros observan el mayor crecimiento en dap, seguidos por: D. regia (55.3 mm), G. sepium (48.6 mm), C. velutina (43.4 mm) y L. leucocephala (42.8 mm).

Relacionando otros aspectos: C. calothyrsus y C. equisetifolia, presentaron una mortalidad total a la última medición, lo cual es un indicador de su inadaptabilidad a las condiciones ecológicas del sitio. L. seemannii no fue evaluada a 4.7 años por falta de datos.

Los mayores coeficientes de variación del dap a 4.7 años corresponden a D. regia (44%), C. velutina (36%) y E. urophylla (35%), para las especies restantes sus porcentajes oscilan entre 26 y 32%. El coeficiente de variación indica la dispersión en el grosor de los árboles; referente al incremento medio anual del dap a 4.7 años.

E. urophylla (17.1 mm/año), E. citriodora (16.6 mm/año), E. camaldulensis (16.5 mm/año) registraron los mayores incrementos. Según Gómez el crecimiento de estas especies es de mucha rapidez (8).

El cuadro 5, presenta el análisis de varianza del dap a 4.7 años. El efecto de los tratamientos resultó significativo (5%), debido a la enorme diferencia de crecimiento de los Eucalyptus comparado con el resto de especies. También se encontró que no existe diferencia significativa entre los bloques. La prueba de Duncan's se le hizo para separar las medias

de los crecimientos resultando los Eucalyptus en los grupos (A y B).

El apéndice figura 4, muestra la tendencia del crecimiento de las seis mejores especies en diámetro.

El cuadro 6, presenta la media, incremento medio anual (IMA) y coeficiente de variación en altura de 0.5 - 4.7 años. Al último año de medición, E. camaldulensis (88.7 dm), E. citriodora (85.5 dm) y E. urophylla (75.4 dm) registraron los mayores crecimientos medios en altura. Siguiéndole L. leucocephala (55.9 dm) y G. sepium (48.5 dm) con crecimientos medios. C. velutina (39.2 dm) y D. regia (37.2 dm) cuyos valores fueron los más bajos.

El mayor coeficiente de variación en altura a 4.7 años lo registró E. urophylla (39%) lo que significa que hay mayor variabilidad entre las alturas de los árboles. El resto de tratamientos sus valores oscilan entre (20-25%), siendo este rango aceptable. El coeficiente de variación está ligado a la genética del árbol y a otros factores como: densidad, sobrevivencia, etc.

Los mejores incrementos medios anuales (IMA) a 4.7 años en altura lo presentan: L. leucocephala (18.9 dm/año), E. camaldulensis (18.8 dm/año) y E. citriodora (18.1 dm/año) con incrementos similares, seguidos de: E. urophylla (16 dm/año), G. sepium (10.3 dm/año) con incrementos medios en orden jerárquico, y los más bajos incrementos: C. velutina (8.3 dm/año) y D. regia (7.9 dm/año).

El apéndice figura 4, presenta la tendencia del crecimiento de las seis mejores especies en altura.

El cuadro 7, presenta el análisis de varianza de la altura a 4.7 años, resultando los tratamientos al igual que el dáp significativos al 5%. La separación de medias de Duncan's ubica a los Eucalyptus en el primer grupo (A), lo que significa que es desleal comparar especies de crecimientos muy rápidos con otras de rápido y lento desarrollo.

Los cuadros 8, 9 y 10 presentan el análisis de varianza del número de ejes por árbol entre edades de 1.7 a 3.8 años. El efecto de los tratamientos resultó significativo al 5%. En los bloques no hubo ninguna significancia.

El número de ejes promedio es importante, porque al haber mayor número de ejes habrá mayor área basal, y por lo tanto mayor volumen. El número de ejes por árbol esta vinculado a la fisiología propia de cada especie, o sí por ejemplo: E. camaldulensis, sólo tendrá un eje principal. A 1.7 años G. sepium (5.9 ejes/árbol) presentó mayor número. Seguido de L. seemannii (1.72 ejes/árbol), D. regia (1.71 ejes/árbol) y C. calothyrsus (1.60 ejes/árbol). Las demás especies presentan (1 eje/árbol). A 3.8 años, la tendencia del número de ejes/árbol se mantiene:

G. sepium (5.40 ejes/árbol) mayor número, seguido por C. calothyrsus (2.27 ejes/árbol), L. seemannii (2.27 ejes/árbol) y D. regia (1.82 ejes/árbol).

El resto de las especies sus valores oscilan entre (1.05 - 1.40 ejes/árbol).

El apéndice figuras 6, 7 y 8, muestran los incrementos medios anuales (IMA) y los incrementos corrientes anuales (ICA) del *dap*, sólo los *Eucalyptus*. Se carece de mediciones jóvenes menores de 1.7 años, por lo que se observa que las curvas se cruzaron a edades menores que ésta. Para hacer aprovechamientos, hay que tomar en cuenta la edad y el objetivo final del producto, tales como (leña, postes y construcción) y no sólo ver cuando es la edad óptima para cortar.

El apéndice figura 9, 10 y 11, presentan los incrementos medios anuales (IMA) y los incrementos corrientes anuales (ICA) de la altura sólo para los *Eucalyptus*.

De las gráficas se desprende que el cruce del (ICA e IMA) se da aproximadamente a 2.1 años. Esto quiere decir que podemos establecer turnos de corta cada dos años. Hay que tomar en cuenta lo expuesto en las figuras 6, 7 y 8.

Los cuadros 11, 12 y 13, presentan el análisis de varianza y la prueba de Duncan's del área basal, promedio por parcela de 1.7 - 3.8 años. El efecto de los tratamientos resultó significativo al (5%); los bloques no tuvieron significancia. El área basal tiene una relación directa con el volumen por eso es uno de los parámetros importantes del estudio. El cuadro 11, muestra el área basal a 1.7 años, *G. sepium* (0.02734 m<sup>2</sup>/parcela) y *E. camaldulensis* (0.015102 m<sup>2</sup>/parcela) obtuvieron los mejores crecimientos basimétricos.



La prueba de Duncan's los ubica en el grupo (A). El resto de especies sus valores son similares entre ellas, Duncan's grupo (B).

El cuadro 12, registra el área basal y prueba de Duncan's a 2.9 años, G. sepium (0.032622 m<sup>2</sup>/parcela) presenta la mayor área basal. Con E. citriodora (0.022953 m<sup>2</sup>/parcela) y E. urophylla (0.018992 m<sup>2</sup>/parcela) con crecimientos similares entre sí, Duncan's grupo (B). El resto de especies su crecimiento no es significativo.

El cuadro 13, presenta el área basal y prueba de Duncan's a 3.8 años, G. sepium conserva el mayor crecimiento basimétrico (0.042933 m<sup>2</sup>/parcela), Duncan's grupo (A), seguidos de E. camaldulensis (0.034967 m<sup>2</sup>/parcela) y E. citriodora (0.033005 m<sup>2</sup>/parcela) presentando similares crecimientos, Duncan's (A, B). Más abajo encontramos a E. urophylla (0.023979 m<sup>2</sup>/parcela) y L. seemanii (0.013658 m<sup>2</sup>/parcela), Duncan's (B C y C D). Para el resto de especies no es significativo, Duncan's (C). Los factores que afectan aumentos en área basal tenemos la mortalidad, la densidad, calidad de sitio, etc.

El cuadro 14, nos presenta el volumen estimado a 3.8 años de edad, ya que el volumen real no se calculó por no poseer factor de forma para cada especie. Para tal fin se utiliza el factor mórfoico internacional de 0.5, tomando en consideración cierta reserva al usar estos datos por no ser reales, sino estimaciones. La especie E. camaldulensis presentó el mayor rendimiento (40.50 m<sup>3</sup>/ha). Le sigue E. citriodora (35.47 m<sup>3</sup>/ha), G. sepium (26.84 m<sup>3</sup>/ha), y E. urophylla (23.51 m<sup>3</sup>/ha) con volúmenes aceptables. El resto de especies sus volúmenes son bajos.

El cuadro 15, presenta el porcentaje de sobrevivencia de 1.7 - 4.7 años. A 1.7 años la sobrevivencia fue alta para todas las especies. A medida que la plantación se hace más vieja la competencia aumenta, la sobrevivencia disminuye. A 4.7 años G. sepium presentó el más alto porcentaje de sobrevivencia (97.2) seguidos de E. camaldulensis (88.09) y E. citriodora (80.56) que presentó buena sobrevivencia. E. urophylla (63.90) y L. seemanii (64.40) presentó baja sobrevivencia. C. velutina (36.10), D. regia y L. leucocephala registró alta mortalidad. Las especies C. calothyrsus y C. equisetifolia presentaron mortalidad total; no se adaptaron a las condiciones ecológicas de las zonas. Entre los factores que influyeron en la mortalidad tenemos: poca precipitación, zona de vida (bms-T), requerimientos ecológicos de las especies, condiciones de manejo que va desde la etapa de vivero hasta el aprovechamiento pasando por la etapa de mantenimiento muy importante para no ser ahogada por las malezas, plagas, enfermedades y procedencia de la semilla.

### **3.3 Comparación de los Resultados de Sébaco con otras Experiencias Similares tanto en Nicaragua como en Centro América**

Los parámetros tomados en cuenta para la comparación fueron: diámetro, altura y sobrevivencia. El volumen no se compara porque fue estimado. Las condiciones de espaciamiento (2 X 2 m) y edad (2.9 años), de Sébaco fueron similares a las comparadas, pero las condiciones edafoclimáticas eran diferentes. A continuación se analiza por separado cada especie:

E. camaldulensis: según CATIE (3, 5) en DIAZUCAR (Managua) a la misma edad 2.6 años y con el mismo espaciamiento (2 X 2 m) que Sébaco. Este presentó 60 mm de dap y 65 dm en altura con una sobrevivencia del 100%, siendo estos mayores que Sébaco. En el Gurú (León) a 2.7 años y con un espaciamiento de 2 X 2 m, registró 55 mm de dap, 70 dm de altura y 100% de sobrevivencia, siendo estos resultados similares a Sébaco.

L. leucocephala: según CATIE (3, 5) en DEAZUCAR (Managua) a 2.6 años y 2 X 2m de espaciamientos presentó 68 mm de dap y 75 dm de altura y 77% de sobrevivencia, siendo estos mayores que Sébaco en dap y altura. En el Gurú (León) a 2.7 años y 2 X 2 m de espaciamiento registró 64 mm de dap, 78 dm en altura y 77% de sobrevivencia, siendo mayores que Sébaco en dap y altura. Esta especie presentó alta mortalidad para Sébaco por su mal manejo, ya que se observó que los árboles fueron plantados con bolsa, lo que le imposibilitó el crecimiento radicular.

En otro ensayo ubicado en condiciones idénticas al de especie, se encontró a 2.8 años y 2 X 2 m, un dap de 36 mm altura, 51 dm y 98% de sobrevivencia.

C. equisetifolia: esta especie registró mortalidad total a 2.9 años. Los factores que determinaron su eliminación fueron: poca precipitación 889 mm/año, además en la etapa de vivero el sustrato debería estar inoculado con Rhizobium. No adaptación a las condiciones edafolímáticas.

E. citriodora: según CATIE (3, 5) esta especie en Río abajo, Honduras a 3.4 años y espaciamento 2 X 2 m, mostró 22 mm de altura, el dapo medible y 44% de sobrevivencia. En San Pedro de Ayapuc, Guatemala a 3.5 años y espaciamento 2 X 2 m presentó 29 mm de dap, 35 dm de altura y sobrevivencia del 100%. Estos dos resultados fueron mejores que Sébaco en diámetros y altura pero diferente en sobrevivencia.

G. sepium: según CATIE (3, 5) esta especie es adaptable a las condiciones ecológicas de la zona, además se le encuentra en condiciones naturales. Es prometedora en cuanto al mayor volumen producido por el número de ejes por árbol. Los mejores resultados los ha mostrado en el Gurú (León), a 2.7 años y espaciamento de 2 X 2 m, registró 69 mm en dap, 75 dm de altura y 100% de sobrevivencia. Estos resultados fueron mejores que en el ensayo de Sébaco, el factor que influyó fue la profundidad del suelo, el uso anterior agrícola y la zona de vida (bs-t).

En San Francisco Libre (Managua), a 2.8 años y espaciamento 3 X 3 m, los resultados fueron dap 61 mm, altura 49 dm y la sobrevivencia 79%. Estos resultados fueron mejores que en Sébaco, en dap y altura.

C. velutina: según CATIE (3, 5) en Deazúcar (Managua), a 2.6 años y 2 X 2 m de espaciamento presentó 49 mm de dap, 50 dm de altura y 36% de sobrevivencia. Estos resultados fueron mejores que los de Sébaco, en dap y altura. En la Máquina, Guatemala, a 2.9 años y espaciamento 2 X 2 m, mostró 49 mm de dap, 60 dm de altura y 96% de sobrevivencia. Estos resultados fueron mayores que Sébaco. El factor que puede estar afectando la sobrevivencia en Sébaco es la procedencia de la semilla, ya que está espe

cie es nativa de la zona, y la plantación se realizó con semillas de Guatemala.

C. calothyrsus: según CATIE (3, 5), esta especie en Deazúcar (Managua) a 2.6 años y espaciamento 2 X 2 m mostró 38 mm de dap, 37 dm en altura y el 100% de sobrevivencia, siendo estos crecimientos similares a Sébaco; en dap y altura, en esta especie se recomienda hacer los aprovechamientos entre 12-24 meses, ya que después de esa edad experimenta muerte regresiva, para la zona seca tal como sucedió en Sébaco que a 2.9 años la sobrevivencia era de 25% y a 4.7 años presentó mortalidad total.

D. regia: Esta especie según CATIE (3), a 1.6 años y espaciamento de 2 X 2 m presentó en Deazúcar (Managua) 48 mm de dap y 30 dm en altura, siendo estos resultados mejores que Sébaco, a una edad de 1.7 años y los mismos espaciamentos.

L. seemanii: en el Gurú (León) a 2.6 años y con espaciamentos de 2 X 2 m, registró 59 mm de dap y 64 dm en altura. Para Deazúcar (Managua) mostró bajo las mismas condiciones anteriores 35 mm de dap y 24 en altura.

E. urophylla: (3, 5), según CATIE, en el Gurú (León) a 2.7 años y con espaciamento de 2 X 2 m, presentó 60 dm en altura y 67 mm en dap, este dato fue mayor que en Sébaco.

#### IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### 4.1 Conclusiones

- A 4.7 años, fecha de conclusión del estudio las especies E. camaldulensis, E. citriodora y E. urophylla, mostraron los mejores crecimientos en diámetro y altura, seguidos de G. sepium y L. leucocephala con crecimientos medios, C. velutina registró el más bajo desarrollo.

+ C. equisetifolia y C. calothyrsus no se adaptaron a las condiciones edafo-climáticas.

- G. sepium, E. camaldulensis y E. citriodora, mostraron la más alta sobrevivencia. E. urophylla y L. seemannii con sobrevivencia media. D. regia y C. velutina con alta mortalidad.

- E. camaldulensis produjo el mayor volumen estimado (40.50 m<sup>3</sup>/ha), seguido por E. citriodora (33.47 m<sup>3</sup>/ha), G. sepium (26.84 m<sup>3</sup>/ha) y E. urophylla (23.51 m<sup>3</sup>/ha). El resto de especies sus valores oscilan entre 2.63 - 9.29 m<sup>3</sup>/ha.

- En relación al número de ejes promedio por árbol G. sepium, produjo 5.4 ejes/árbol, C. calothyrsus 2.73 ejes/árbol, L. seemannii 2.27 ejes/árbol y D. regia 1.82 ejes/árbol. El resto de especies sus valores están entre 1.49 - 1 ejes/árbol, 1 - 1.49 ejes/árbol.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda para este sitio las especies que presentaron simultáneamente alta sobrevivencia y mejores rendimientos tales como E. camaldulensis, E. citriodora, G. sepium y E. urophylla.
- Cuantificación del ensayo para tener datos reales de los rendimientos y no estimaciones.
- Continuar estudios de manejo tales como: poda, raleo, manejo de rebrotes en rotaciones de 1, 2, 3 años; para ver sobrevivencia después de aplicados los tratamientos.
- Realización de estudios de procedencias, fertilización, espaciamientos con el fin de mejorar las tendencias silviculturales.
- Establecer ensayo bajo otras condiciones de suelo en la misma zona.
- Establecer a lo inmediato bosquetes en terrenos degradados.
- Establecer plantaciones de cercas vivas con las especies de E. camaldulensis y G. sepium, para la producción de leña y forraje, ya que se comprobó que poseen alta sobrevivencia y alto rendimiento por lo que proveerá de forraje y leña.
- Se recomienda establecer ensayos con especies nativas de uso común como leña.

## V BIBLIOGRAFIA

1. ARGUELLO, M. A. 1985. Estudio edafológico en sitios del Proyecto Leña. IRENA/CATIE. Informe técnico. Managua, Nicaragua. p. 18-20.
2. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA Y NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Especies para leña: árboles y arbustos para la producción de energía. Traducción de la edición Inglesa por Vera Arguello de Fernández y Tradinsa. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 344 p.
3. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas de América Central. 1986. CATIE, Turrialba, Costa Rica. VI y VII. 691 y 724 p.
4. \_\_\_\_\_. 1984. Normas de investigación silvicultural de especies para leña. Serie técnica. Manual técnico N°1. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 115 p.
5. \_\_\_\_\_. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. Serie técnica. Informe técnico N°86. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 228 p.
6. DULIN, P. 1984. Situación leñera en los países Centroamericanos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 344 p.



7. ELBERTH, L.; LITTLE; et-al. 1967. Arboles comunes de Puerto Rico y Las Islas Vírgenes. 1 era. edición. UPR. España. 116-117 p.
8. GOMEZ, D. L. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. (Tesis Mag. SC). CATIE, Turrialba, Costa Rica.
9. HOLDRIDGE, L.; POVEDA, E. T. 1975. Arboles de Costa Rica. UENED. San José, Costa Rica. 546 p.
10. INSTITUTO NICARAGUENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, CORPORACION FORESTAL DEL PUEBLO, INTERFOREST AB SWEDFOREST CONSULTING AB. 1985. Plan de Desarrollo Forestal de la República de Nicaragua. Informe principal. Estocolmo, Suecia. 12 p.
11. INSTITUTO NICARAGUENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1987. Banco de datos del Proyecto Leña. IRENA/CATIE. Managua, Nicaragua.
12. \_\_\_\_\_, CORPORACION FORESTAL DEL PUEBLO, INSTITUTO NICARAGUENSE DE ENERGIA. 1986. Situación de la biomasa en Nicaragua y sus perspectivas energéticas. Folleto mimeografiado. Managua, Nicaragua. 5 p.
13. INSTITUTO NICARAGUENSE DE ENERGIA. 1980. Balance energético 1980. Managua, Nicaragua.
14. \_\_\_\_\_, 1984. Balance energético 1984. Managua, Nicaragua. 6 p.

15. JONES, J. R.; OTAROLA, T. A. 1980. Diagnóstico socioeconómico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas de Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 69 p.
16. OTAROLA, A.; DELGADILLO, J. F.; REYES, M. 1983. Energía renovable: guía de la investigación forestal en Nicaragua. Managua, Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente. 143 p.
17. OTAROLA, A.; UGALDE, A. 1983. Productividad y tablas de biomasa de Gliricidia sepium Jacq Stued, en bosques naturales de Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 39 p.
18. UGALDE, A. L. 1983. Comportamiento inicial de Acacia auriculiformis, Albicia falcataria, Calliandra calothyrsus, Leucaena leucocephala y Sebania grandiflora, en dos sitios de Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 20 p.
19. VAN BUREN A.; REICHE, C. 1984. El comercio de la Leña en Nicaragua. IIED, CATIE, IRENA. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 121-142 p.
20. WITSBERGER, D.; CURRENT, D.; ARCHER, E. 1982. Arboles del parque: Deringer, San Salvador, El Salvador. Dirección de publicación. 542 p.

**VI APENDICE**

# REPUBLICA DE NICARAGUA

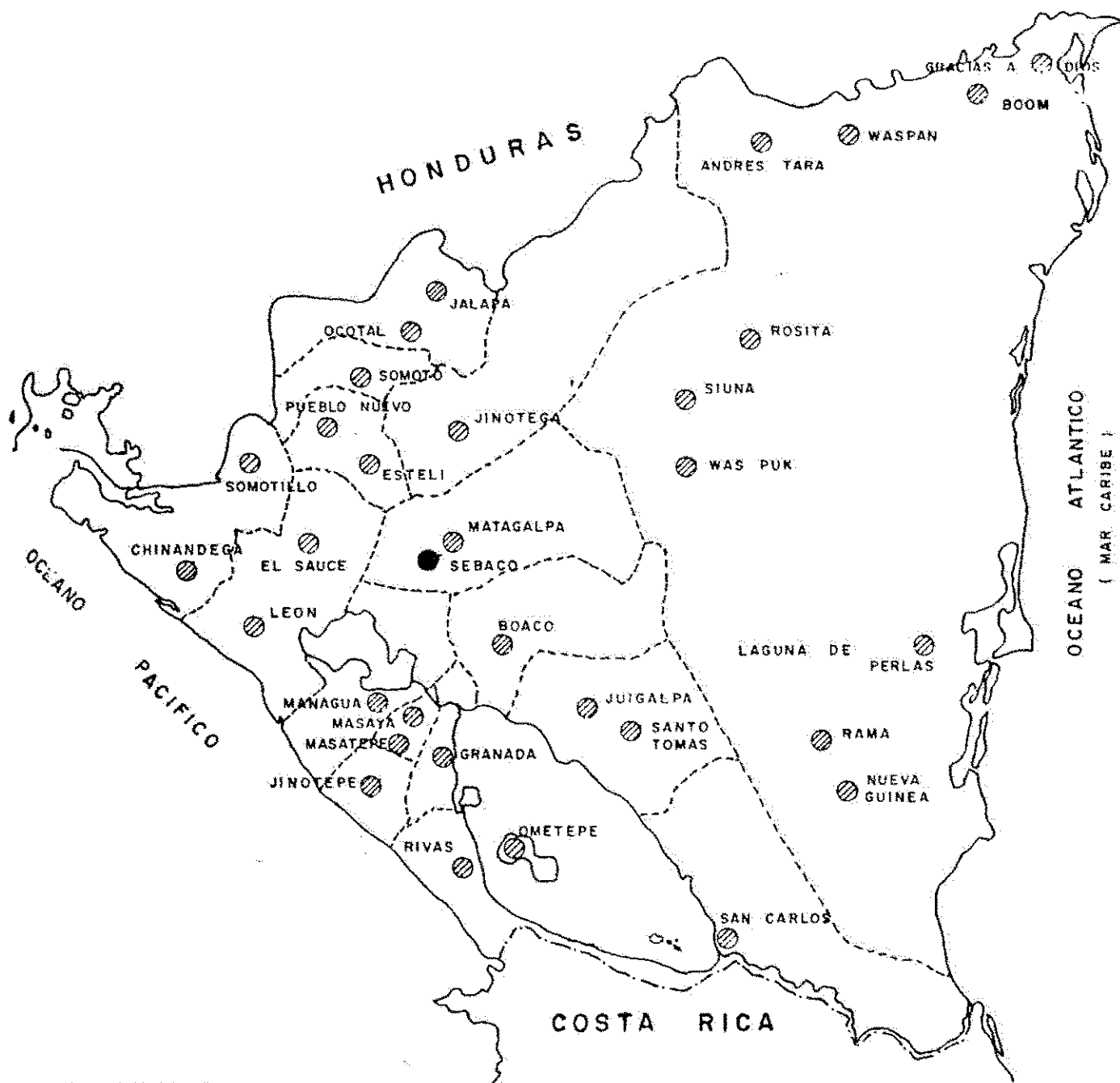
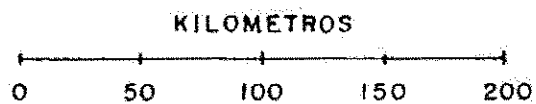


FIG. 1 MAPA DE NICARAGUA  
UBICACION DEL SITIO  
SEBACO



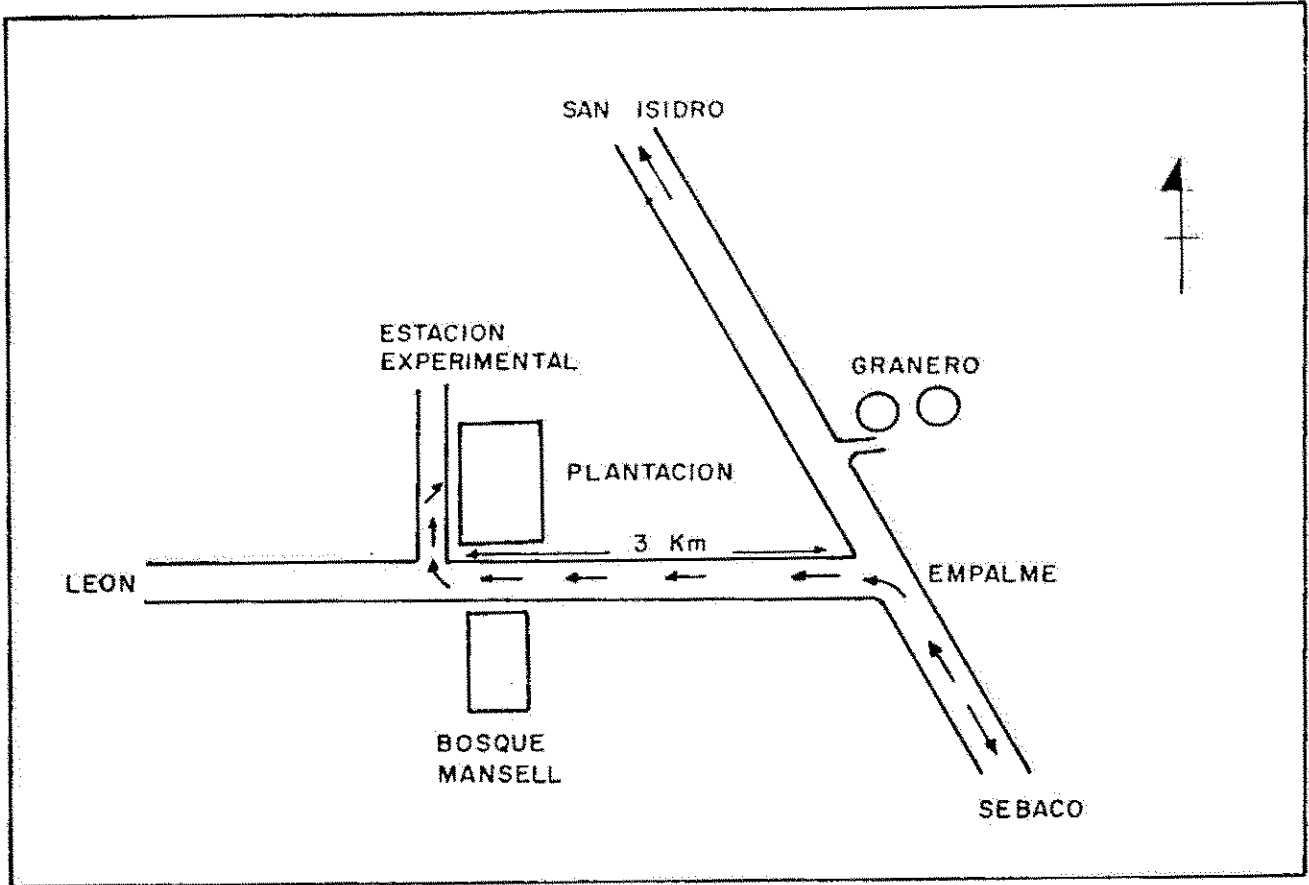


FIG. 2 CROQUIS DE UBICACION DEL SITIO ESTACION EXPERIMENTAL

I	II	III	IV	Tratamiento	Código
D	D	F	G	01 E. camaldulensis	A
I	A	D	I	02 E. Citridora	B
F	E	I	E	03 E. urophylla	C
B	B	G	C	04 C. calothyrsus	D
G	H	E	F	05 C. velutina	E
C	F	H	A	06 L. leucocephala	F
E	G	J	J	07 L. seemannii	G
A	C	B	D	08 G. sepium	H
H	I	A	B	09 C. equisetifolia	I
J	J	C	H	10 D. regia	J

Espaciamiento entre  
bloque y bloque (3 m)

Espaciamiento entre  
parcelas y parcelas (2 m)

FIG. 3 CROQUIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL  
BLOQUE COMPLETO AL AZAR

4 REPETICIONES Y 10 TRATAMIENTOS

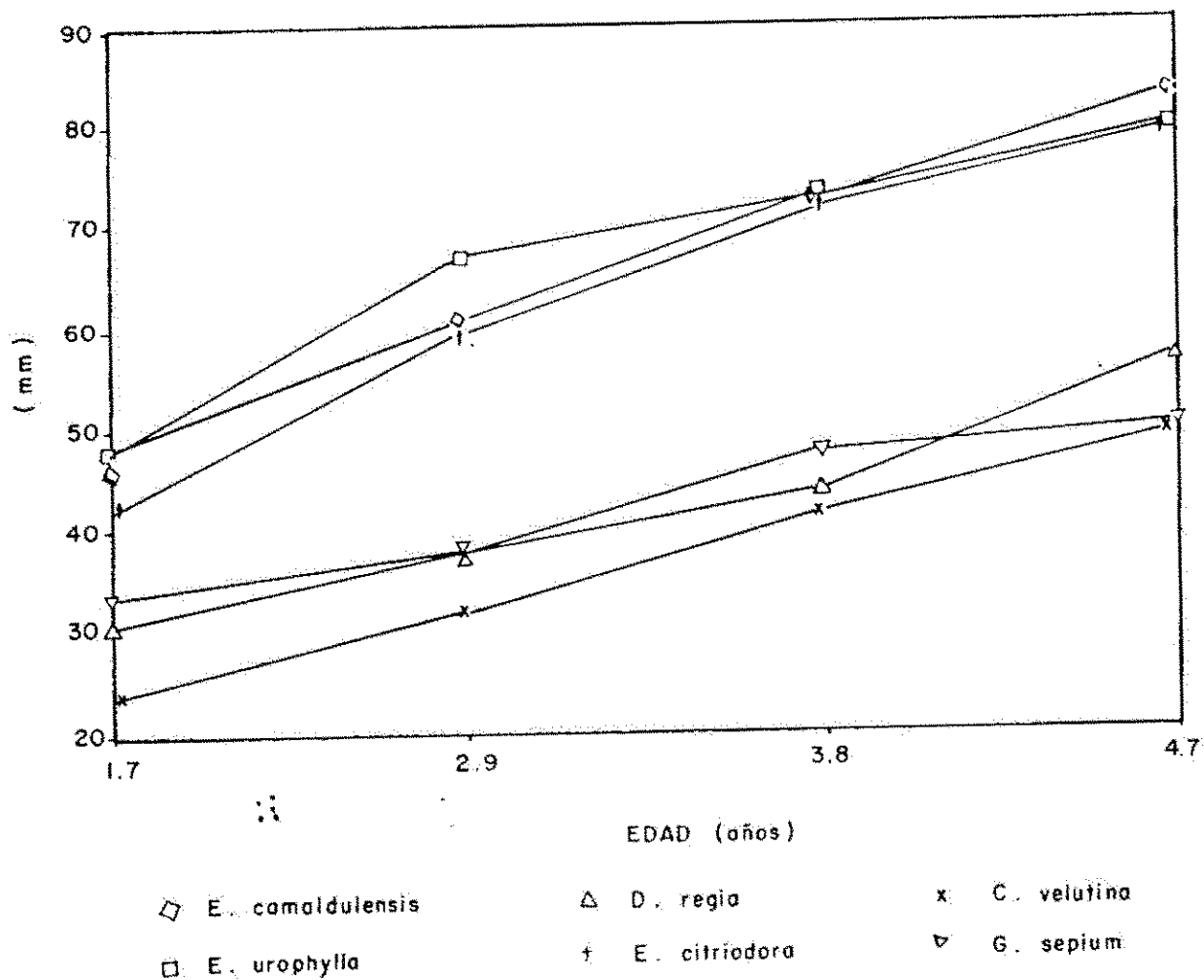


FIG. 4 CRECIMIENTO EN DAP (mm) DE LAS 6 MEJORES ESPECIES

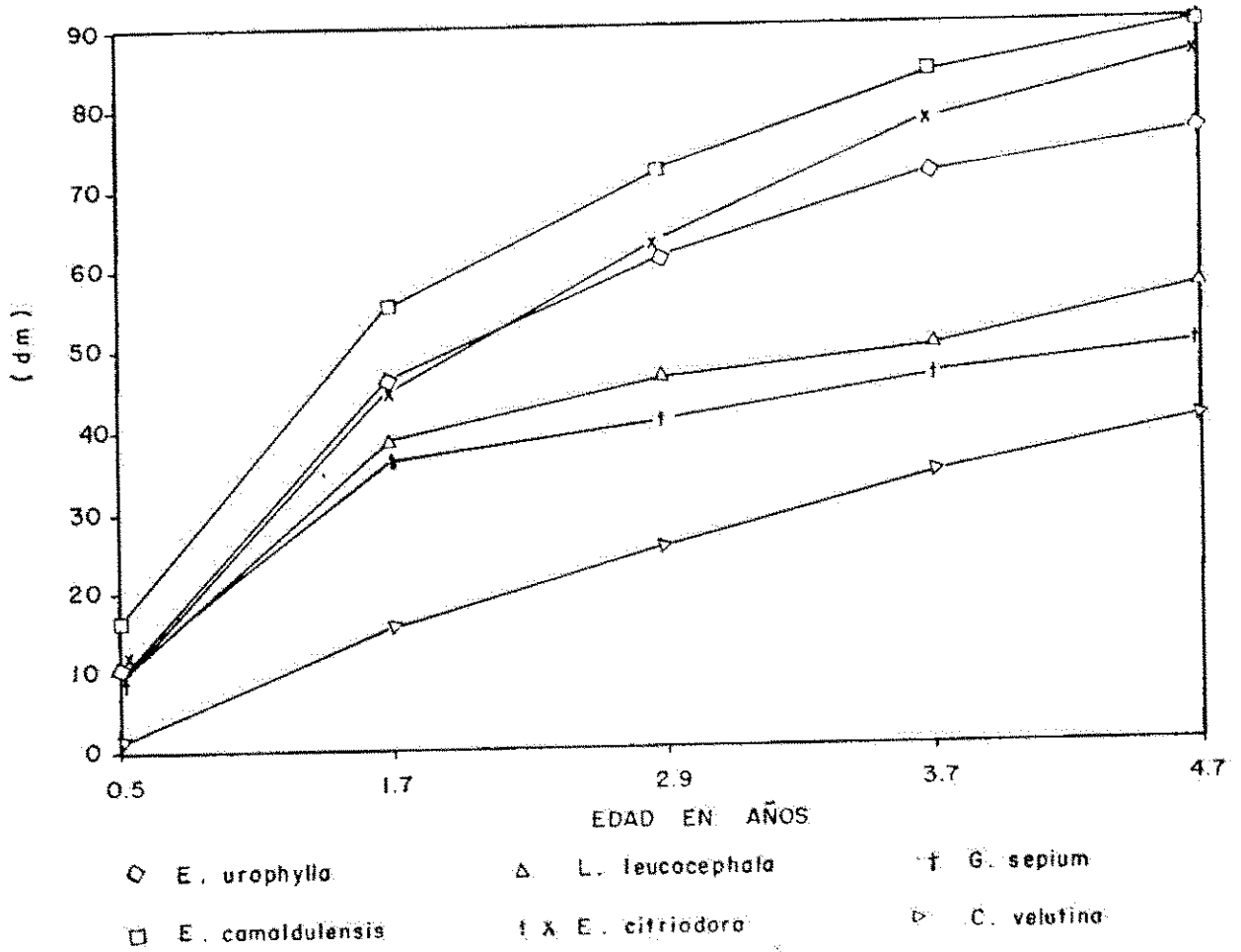
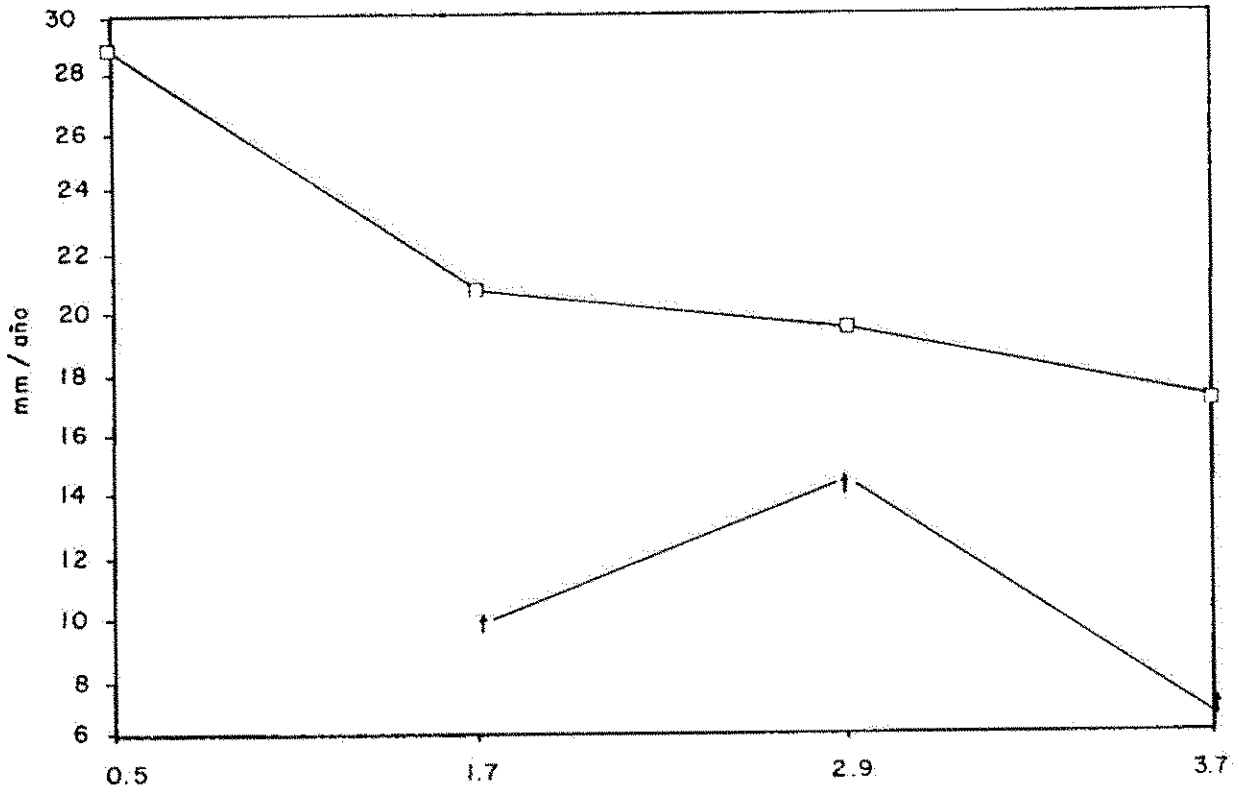


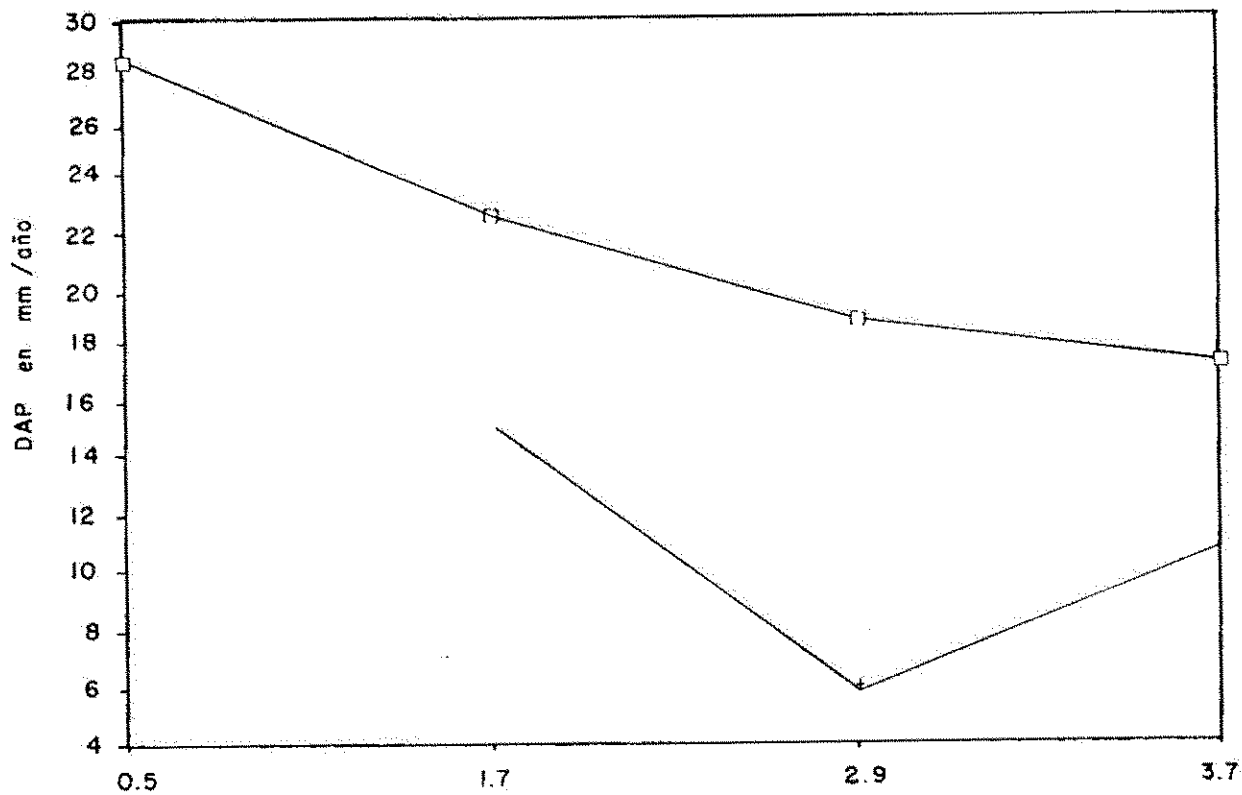
FIG. 5 CRECIMIENTO EN ALTURA ( dm )  
DE LAS 6 MEJORES ESPECIES





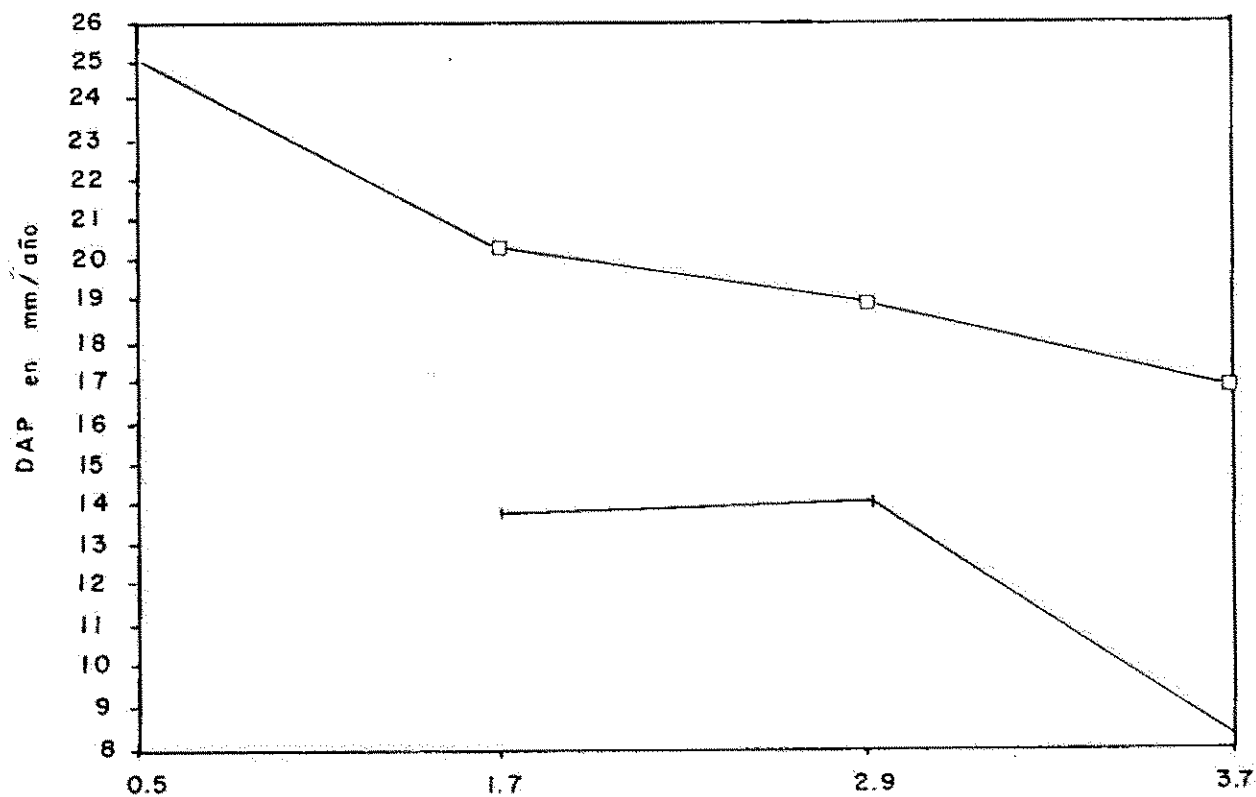
IMA (mm/año)      Edad (años)      ICA (mm/año)

FIG. 6 INCREMENTO EN DAP. E. camaldulensis



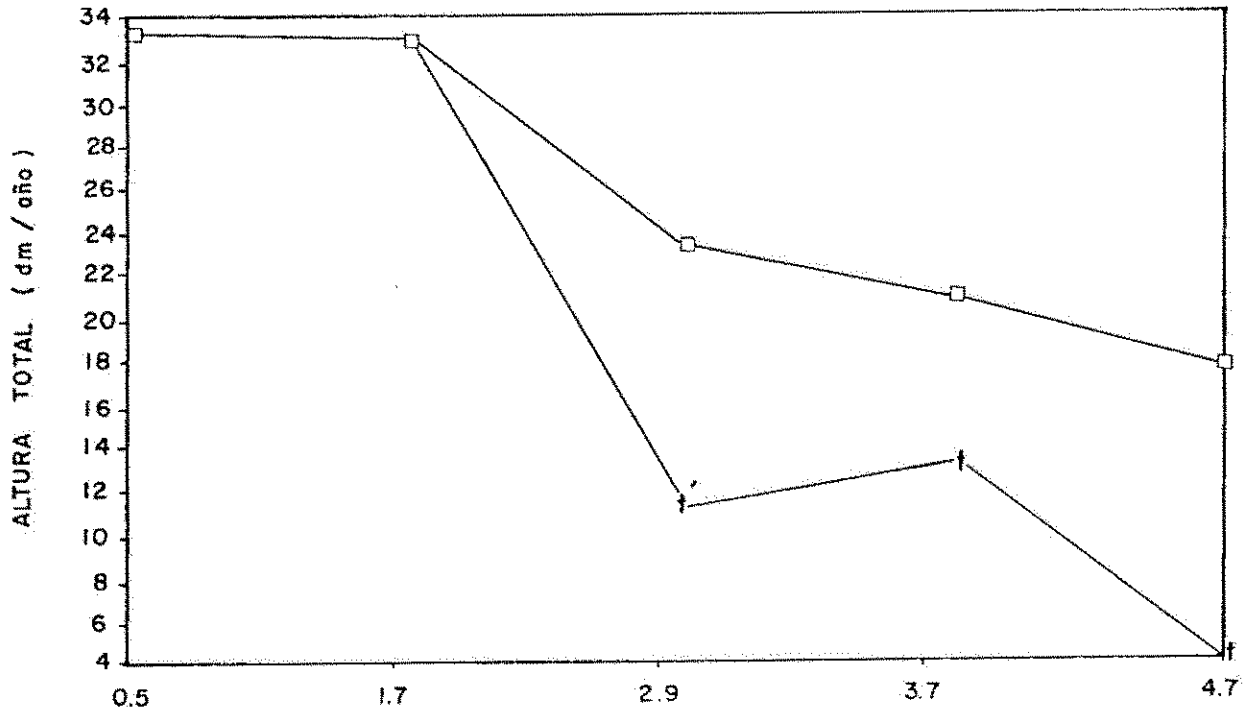
IMA (mm/año)    Edad (años)    t    ICA (mm/año)

FIG. 7 INCREMENTO EN DAP DE E. urophylla



IMA (mm/año)    Edad (años)    ICA (mm/año)

FIG. 8 INCREMENTO EN DAP E. citriodora



IMA ( dm/año )    Edad ( años ) † ICA ( dm/año )

FIG. 9    INCREMENTO EN ALTURA    E. camaldulensis

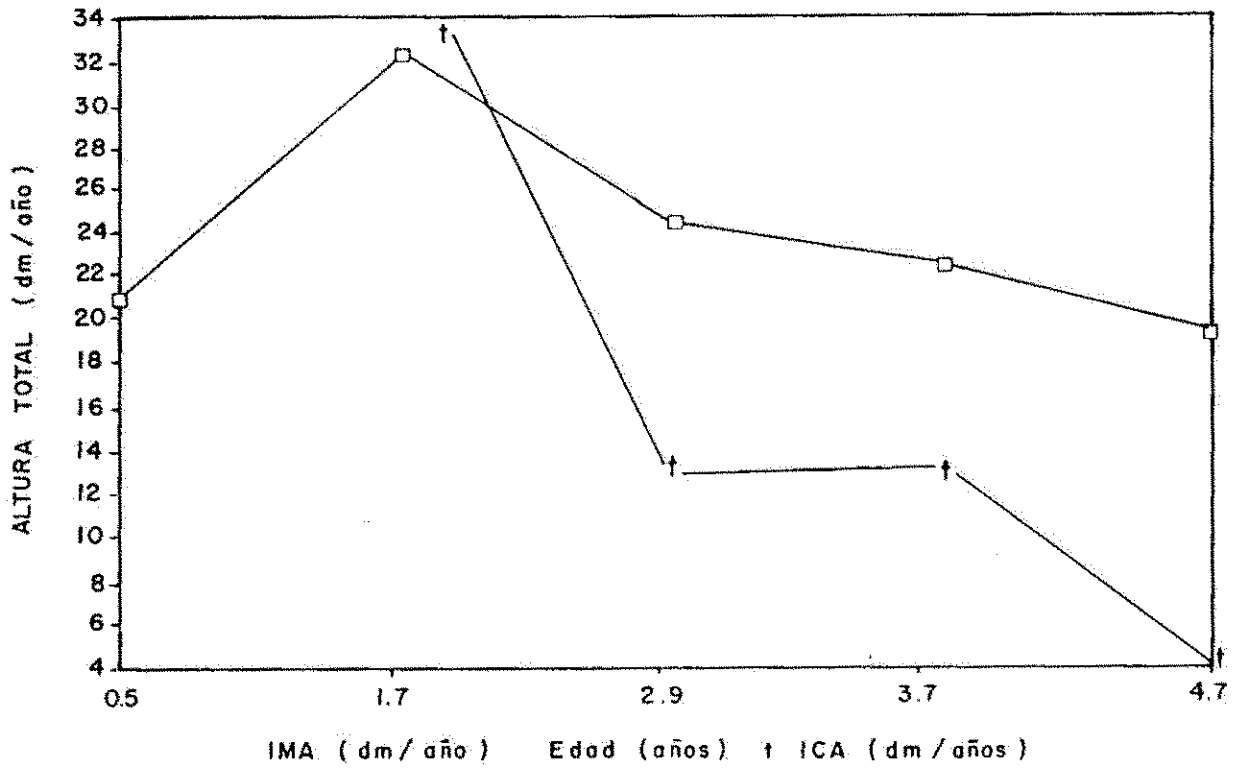
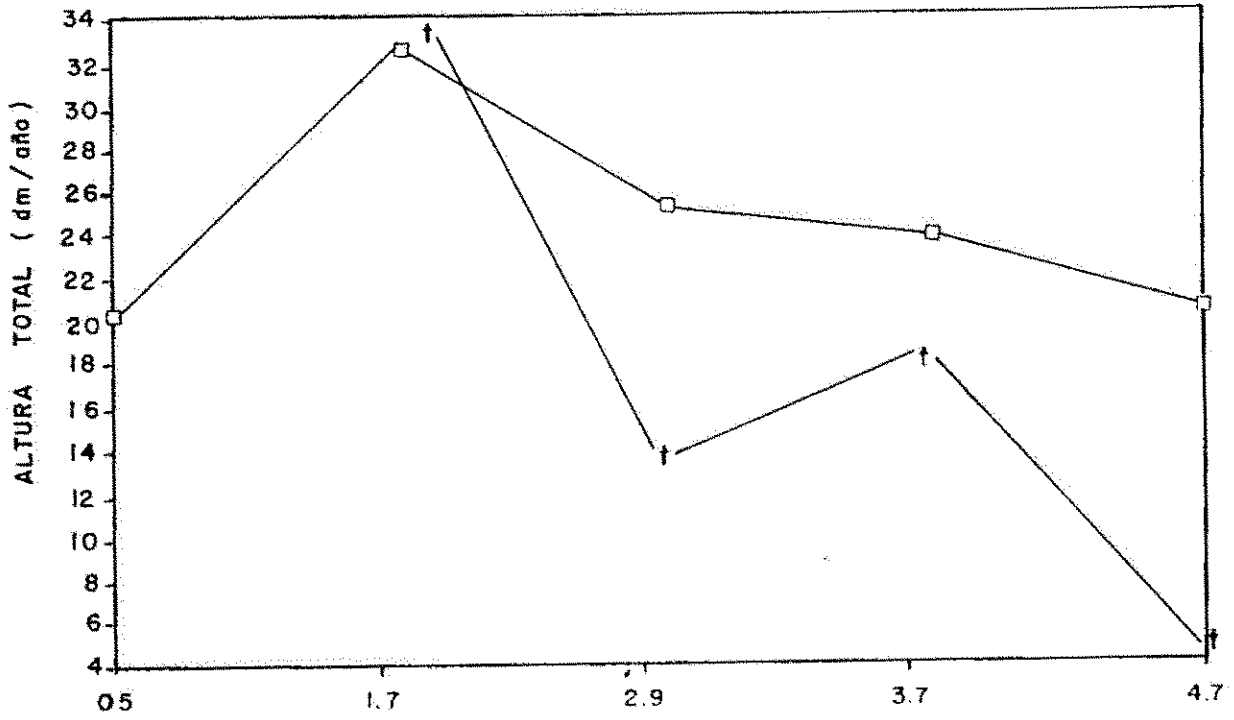


FIG. 10. INCREMENTO EN ALTURA E. urophylla



IMA (dm/año) Edad (años) † ICA (dm/años)

FIG. II INCREMENTO EN ALTURA E. citriflora