

# UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



## *EVALUACION DE RESIDUOS ORGANICOS COMO SUSTRATO PARA LA PROPAGACION MASIVA DE ESPECIES FORESTALES*

POR:

**ZULMA DINORA AZUCENA AMAYA MEDINA  
MARIO DIMAS SALES ALAS  
MARIA ISABEL SILVESTRE MORALES**

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERO AGRONOMO**

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1995.

TUES  
1304  
A479  
1995

1283



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL : LIC. ENNIO LUNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA

SECRETARIO : ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO

*D por la secretaria de la Fac. de CC. A.A. Mayo/96*

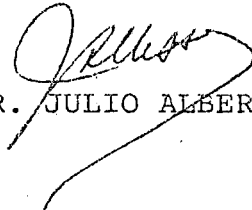
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

ING. AGR. GUILLERMO ALFREDO RAMOS OLIVA

ASESORES :



ING. AGR. HUGO ZAMBRANA



ING. AGR. JULIO ALBERTO OLANO

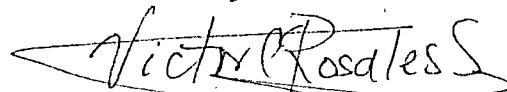
JURADO EXAMINADOR :



LIC. DIGNA DALICIA PADILLA DE GARCIA MASSINI



ING. AGR. CARLOS ALBERTO AGUIRRE CASTRO



LIC. VICTOR MANUEL ROSALES, M. Sc.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó utilizando la técnica de producción de plantas por medio de contenedores tipo libro, la cual permite maximizar el uso del espacio, mejor control de la humedad y además reduce los costos de transporte de las plántulas.

El ensayo se realizó con el objeto de evaluar las especies de Eucaliptus camaldulensis y Acacia mangium con 15 sustratos orgánicos, compuestos de la siguiente manera:  $T_1 = 100\%$  aserrín de pino;  $T_2 = 100\%$  granza de arroz más ceniza de granza;  $T_3 = 100\%$  bagazo de caña,  $T_4 = 100\%$  pulpa de café;  $T_5 = 20\%$  de aserrín, granza de arroz, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca;  $T_6 = 25\%$  de aserrín, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca;  $T_7 = 33.3\%$  de aserrín, pulpa de café y fibra de coco seca;  $T_8 = 25\%$  de granza de arroz, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca;  $T_9 = 33.3\%$  de granza de arroz, pulpa de café y fibra de coco seca;  $T_{10} = 33.3\%$  de bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca respectivamente;  $T_{12} = 20\%$  de aserrín,  $30\%$  de granza de arroz,  $10\%$  de bagazo de caña de azúcar,  $30\%$  de pulpa de café, y  $10\%$  de fibra de coco seca;  $T_{13} = 40\%$  de aserrín,  $30\%$  de granza de arroz,  $30\%$  de pulpa de café;  $T_{14} = 20\%$  de aserrín,  $20\%$  granza de arroz,  $10\%$  bagazo de caña de azúcar,  $30\%$  pulpa de café,  $20\%$  de fibra de coco

seca; y  $T_{15}$  = 40% de aserrín, 40% granza de arroz, 10% bagazo de caña de azúcar, 10% de pulpa de café.

La investigación se realiz ó durante los meses de junio a octubre de 1994. El ensayo se desarrolló en el vi-vero del Centro de Recursos Naturales (CENREN), ubicados en El Matazano del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Para la evaluación se empleó el diseño completamente al azar utilizando 15 tratamientos y 5 repeticiones, las variables evaluadas fueron: Porcentaje de germinación, altura de plantas (cm), diámetro de tallo (mm), aspecto del follaje y también se determinó el tratamiento más renta-ble a través del análisis beneficio-costos. A los resulta-dos se les aplicó análisis de varianza y prueba de Duncan.

El tratamiento con mejores resultados fue  $T_{11}$  para Eu-caliptus camaldulensis ya que posee un alto porcentaje de captación de agua (55-70%). En Acacia mangium el  $T_{10}$  pre-sentó los mejores resultados al evaluar los diferentes pa-rámetros. Los tratamientos en los cuales el sustrato fué uno solo, los resultados obtenidos fueron los más bajos, debido a que se tuvieron rangos de medio a bajo porcentaje de captación de agua (25-50%). Al realizar el análisis be-neficio-costos se reportó que el tratamiento  $T_{10}$  es más ren-table en Eucaliptus camaldulensis y el  $T_6$  para la especie de Acacia mangium.

En base a los resultados se recomienda la validación de los tratamientos compuestos de 50% de pulpa de café y 50% fibra de coco seca para la propagación de plántulas de Eucaliptus camaldulensis: y para Acacia mangium, 33.3% de los siguientes componentes: bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca, a través de la técnica de contenedores tipo libro, pues proporcionan un mejor desarrollo a las plántulas.

## AGRADECIMIENTOS

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por iluminar nuestras mentes y permitirnos finalizar nuestros estudios.
- A NUESTROS PADRES :  
Por su amor, apoyo y esfuerzo para lograr nuestra meta y formarnos profesionalmente.
- A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR :  
Por habernos acogido en nuestra etapa de formación profesional tan deseada.
- A LA INSTITUCION CATIE :  
En especial al Ingeniero Modesto Juárez, Coordinador - del Proyecto Madeleña-3, por su apoyo y colaboración - en el desarrollo de la investigación.
- A LA INSTITUCION CENTRO DE RECURSOS NATURALES (MAG) EL MATAZANO, SOYAPANGO;  
De manera muy especial a los señores viveristas Don Alfredo y Don Beto, de quienes recibimos valiosa colaboración.
- A NUESTROS ASESORES :  
Por compartir con nosotros sus conocimientos y guiarnos en nuestro trabajo de investigación.
- A NUESTRO JURADO CALIFICADOR :  
Por su dedicación en la revisión y aprobación del presente documento.

- AL PERSONAL DE LA UNIDAD DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS :  
Por su apoyo incondicional en todo momento.
  
- A LA SEÑORA MARINITA RODRIGUEZ :  
Por su esfuerzo y sacrificio en el mecanografiado del presente documento.
  
- A NUESTROS COMPAÑEROS Y AMIGOS :  
Con gratos recuerdos de felicidad, experiencias vividas y que permanecerán por siempre en nuestras mentes.



## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por su amor infinito y guiar mi vida por el sendero -  
del bien.
  
- A MIS PADRES  
CESAR y MARIA ELISA  
Por sus sacrificios, apoyo moral y espiritual brinda-  
dos durante toda mi carrera.
  
- A MI ESPOSO :  
HERSON A. LOPEZ, con amor infinito  
Por estar siempre a mi lado y darme palabras de alien-  
to en todo momento, porque su fé y amor han sido el  
privilegio que Dios me ha brindado.
  
- A MI HIJO :  
HERSON EDUARDO  
Por ser la fuente de inspiración para llegar hasta el  
final de mi formación profesional.
  
- A LA FAMILIA AMAYA REYES :  
Especialmente al Ing. Hernán Ever Amaya M., por estar  
siempre dispuestos cuando los necesito, por todas sus  
alentadoras palabras y consejos.
  
- A MIS COMPAÑEROS UNIVERSITARIOS :  
CON CARIÑO.

ZULMA DINORA

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por ayudarme a alcanzar mi meta propuesta.
  
- A MI MADRE :  
ANA MARIA ALAS
  
- A MIS HERMANOS :  
JESUS RABITH SALES  
DIGNA ELENA SALES  
ZOILA ESTRELLITA SALES
  
- A MI SOBRINO  
MAURICIO DANIEL
  
- A MI COMPAÑERO :  
REYNALDO ARMANDO MARTINEZ
  
- A TODOS LOS QUE DE ALGUNA MANERA ME AYUDARON DANDOME  
ALIENTO PARA SEGUIR ESTUDIANDO.

MARIO DIMAS SALES ALAS

## DEDICATORIA

- . A DIOS TODOPODEROSO :  
Por iluminarme en toda mi carrera de estudio.
- . A MIS PADRES :  
José Guillermo y Rosaura de Morales  
Por su apoyo y amor.
- . A MIS HERMANOS.:  
Guillermo Antonio y José Roberto  
Por su comprensión y cariño.
- . A MIS ABUELOS :  
Especialmente a Pedro Silvestre  
Por inculcarme su dedicación
- . A MIS TIOS :  
Con especial cariño
- . A MI ESPOSO :  
José Roberto Carrillos.  
Por su amor y comprensión.
- . A MIS COMPAÑERAS :  
Ediht, Sandra.  
Por su gran apoyo, en momentos difíciles
- . A MIS MAESTROS :  
En especial, Ing. Mario Orellana Nuñez.  
Por su colaboración en el desarrollo del trabajo.

Maria Isabel Morales Silvestre.

# I N D I C E

	Página
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vii
DEDICATORIA .....	ix
INDICE DE CUADROS .....	xix
INDICE DE FIGURAS .....	xxiv
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	2
2.1. Descripción botánica de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> .....	2
2.1.1. Origen y distribución .....	2
2.1.2. Clasificación taxonómica .....	2
2.1.3. Propagación de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> .....	4
2.2. Clasificación botánica de <u>Acacia mangium</u> . .....	4
2.2.1. Características generales .....	5
2.2.2. Usos .....	5
2.2.3. Propagación de <u>Acacia mangium</u> ...	7
2.3. Características de los sustratos .....	7
2.3.1. Sustratos .....	7
2.3.2. Características que deben tener los sustratos .....	7
2.3.3. Clasificación de los sustratos ..	8
2.3.3.1. Sustratos de origen orgánico .....	9
2.3.4. Factores que afectan la germinación y el crecimiento .....	17
2.3.4.1. Temperatura .....	17
2.3.4.2. Luz .....	18
2.3.4.3. Humedad ambiental .....	18
2.3.4.4. Aireación .....	19

	Página
2.3.4.5. Agua .....	19
2.3.5. Generalidades sobre el contenido de agua en el sustrato .....	20
2.3.5.1. Tipos de agua en el sustrato.	21
2.3.5.2. Retención del agua en el sustrato .....	21
2.3.5.3. Contenido de humedad del sustrato .....	21
2.3.6. Estructura del sustrato .....	22
2.3.7. Problemas nutricionales .....	23
2.3.8. Prácticas de manejo .....	24
2.3.8.1. Calidad de la semilla ..	24
2.3.8.2. Identificación del origen de la semilla .....	25
2.3.8.3. El medio de crecimiento.	25
2.3.8.4. Esterilización del medio de crecimiento .....	25
2.3.8.5. Los contenedores .....	27
2.3.8.6. Siembra .....	27
2.3.8.7. Cubriendo las semillas.	28
2.3.8.8. Transplante o raleo ...	28
2.3.8.9. Fortalecimiento .....	29
2.3.8.10. Preparación para la entrega de las plántulas provenientes de contenedores .....	29

	Página
2.4. El mejor pH para árboles .....	30
2.5. Sistemas de producción .....	31
2.5.1. Producción de plantas en bolsa ...	31
2.5.2. Producción de plantas a raíz desnuda y Pseudoestaca .....	33
2.5.3. Producción de plantas en contenedores tipo libro .....	33
2.5.3.1. Función de los contenedores .....	35
3. MATERIALES Y METODOS .....	36
3.1. Ubicación y características climáticas del experimento .....	36
3.1.1. Ubicación del experimento .....	36
3.1.2. Características climáticas del lugar .....	36
3.1.2.1. Condiciones climáticas .	36
3.1.3. Zonas de vida .....	36
3.2. Instalaciones .....	37
3.3. Preparación de materiales .....	37
3.3.1. Aserrín de pino .....	37
3.3.2. Bagazo de caña de azúcar .....	38
3.3.3. Fibra de estopa de coco .....	38
3.3.3.1. Molido de la fibra de estopa de coco .....	38

	Página
3.3.4. Granza de arroz y su ceniza .....	38
3.3.4.1. Fermentación de la granza de arroz .....	38
3.3.4.2. Ceniza de la granza de arroz ..	38
3.3.4.3. Mezcla de la ceniza de la granza de arroz .....	39
3.3.5. Pulpa de café .....	39
3.3.5.1. Desmenuzado de la pulpa - de café .....	39
3.3.5.2. Secado de materiales ....	
3.3.6. Suelo .....	39
3.3.6.1. Tamizado y desinfección del suelo.	40
3.4. Contenedores y construcción de bandejas ...	40
3.4.1. Contenedores tipo libro .....	40
3.4.2. Construcción de bandejas .....	40
3.4.3. Distribución de los contenedores en las bandejas .....	40
3.5. Preparación de mezclas .....	41
3.5.1. Llenado de los contenedores .....	41
3.5.2. Desinfección de las mezclas .....	42
3.6. Establecimiento y manejo de las especies en la etapa de vivero .....	42
3.6.1. Obtención de semilla .....	42
3.6.2. Tratamiento pregerminativo de <u>Aca-</u> <u>cia mangium</u> .....	42

	Página
3.6.3. Siembra .....	42
3.6.3.1. Siembra de <u>Eucaliptus</u> - <u>camaldulensis</u> .....	43
3.6.3.2. Siembra de <u>Acacia mangium</u>	
3.6.3.3. Destapado de las bande- jas .....	43
3.6.4. Raleos .....	43
3.6.5. Riegos .....	44
3.6.6. Control de plagas y enfermedades .	44
3.6.7. Etapa de endurecimiento .....	44
3.6.8. Empaque y transporte de las plántu- las .....	45
3.7. Establecimiento de la plantación en el cam- po .....	45
3.7.1. Características del lugar .....	46
3.7.2. Labores de preparación del terreno.	46
3.7.2.1. Chapoda .....	46
3.7.2.2. Trazo y marcado .....	46
3.7.2.3. Ahoyado .....	47
3.7.2.4. Plantado .....	47
3.7.2.5. Area de plantado .....	47
3.7.2.6. Mantenimiento .....	47
3.8. Fase de laboratorio .....	48
3.8.1. Determinación de pH .....	48
3.8.2. Determinación de capacidad de capta- ción de agua .....	48



	Página
3.9. Metodología estadística .....	49
3.9.1. Diseño experimental y estadístico.	49
3.9.2. Tratamientos .....	49
3.9.3. Unidades experimentales .....	50
3.9.4. Modelo matemático .....	51
3.9.5. Variables analizadas a evaluar ...	51
3.9.6. Toma de datos .....	51
3.9.6.1. Porcentaje de germina-	
ción .....	51
3.9.6.2. Altura (cm) .....	52
3.9.6.3. Diámetro del tallo (mm).	52
3.9.6.4. Aspecto del follaje (co-	
lor) .....	52
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	53
4.1. Aspectos generales del cultivo de <u>Eucalip-</u>	
<u>tus camaldulensis</u> .....	53
4.1.1. Fase de emergencia .....	53
4.1.2. Control de plagas y enfermedades .	55
4.2. Altura de plantas de <u>Eucaliptus camaldulen-</u>	
<u>sis</u> a la 7a. y 16a. semana .....	55
4.3. Color del follaje de las plantas de <u>Eucalip-</u>	
<u>tus camaldulensis</u> .....	60
4.4. Diámetro del tallo .....	62
4.5. Análisis Beneficio-Costo en la producción -	
de plantas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> ....	65

	Página
4.6. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> 15 días después del trasplante..	70
4.7. Aspectos generales del cultivo de <u>Acacia mangium</u> .....	73
4.7.1. Fase de germinación .....	73
4.7.2. Control de plagas y enfermedades.	75
4.8. Altura de plantas de <u>Acacia mangium</u> en la 4a. y 11a. semana .....	75
4.9. Diámetro del tallo de plantas de <u>Acacia mangium</u> .....	80
4.10 Análisis Beneficio-Costo .....	83
4.11 Porcentaje de sobrevivencia de plantas de <u>Acacia mangium</u> 15 días después del trasplante .....	84
5. CONCLUSIONES .....	91
6. RECOMENDACIONES .....	93
7. BIBLIOGRAFIA .....	94

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características físico-químico de la <u>cas</u> carilla de arroz .....	12
2	Análisis químico de aserrín de pino ....	15
3	Propiedades físico-químicas del bagazo - de caña .....	16
4	Composición química de la pulpa de café deshidratada y molida .....	17
5	Porcentaje de sustratos utilizados por - tratamiento .....	50
6	Porcentaje de germinación de <u>Eucaliptus</u> <u>camaldulensis</u> a los 6 días después de la siembra .....	53
7	Análisis de varianza de altura (cm) co- rrespondiente a la 7a. semana de <u>Eucalip-</u> <u>tus camaldulensis</u> .....	55
8	Prueba de Duncan para la altura de plan- tas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> a la 7a. semana después de la siembra .....	56
9	Análisis de varianza para la altura en - cms. de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> en la - semana 16 .....	57

10	Prueba de Duncan de diferencia de medias de la altura de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> correspondiente a la 16a. semana después de la siembra .....	58
11	Observación visual del color del foliaje, en la semana 15a. después de la siembra de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> ..	61
12	Análisis de varianza de diámetro del tallo (mm) de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> ..	62
13	Prueba de Duncan para el diámetro del tallo de las plantas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> a las 16 semanas después de la siembra .....	63

14	Detalle de gastos para la producción de -- plántulas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> median te la técnica de Rottrainer utilizando como sustrato la mezcla de 20% aserrín, 20% gran- za de arroz con ceniza de granza, 20% baga- zo de caña, 20% pulpa de café y 20% fibra - de coco seca. ....	66
15	Detalle de gastos para la producción de plán tulas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> mediante - la técnica de Roottrainer utilizando como - sustrato la mezcla de 33.33% de bagazo de ca ña de azúcar, 33.33% de pulpa de café y 33.33% de fibra de coco. ....	67
16	Detalle de gastos para la producción de plán- tulas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> mediante la técnica de Roottrainer utilizando como sustra to la mezcla de 50% de pulpa de café y 50% fi bra de coco. ....	68
17	Análisis Beneficio-Costo para los tres mejo- res tratamientos utilizados en la evaluación de sustratos mediante la técnica de contene- dores en la producción de plantas de <u>Eucalip- tus camaldulensis</u> .....	69
18	Porcentaje de sobrevivencia 15 días después - del trasplante (evaluados semanalmente) en -- <u>Eucaliptus camaldulensis</u> .....	71

Cuadro		Página
19	Porcentaje de emergencia de <u>Acacia mangium</u> correspondiente a 8 días después de la siembra .....	73
20	Análisis de varianza para la altura de plantas de <u>Acacia mangium</u> a la 4a. semana después de la siembra en contenedores o Root-trainer .....	75
21	Prueba de Duncan de diferencia de medias en la altura de <u>Acacia mangium</u> correspondiente a la 4a. semana después de la siembra .....	76
22	Análisis de varianza de altura (cms) de -- plantas de <u>Acacia mangium</u> correspondiente a la lla. semana después de la siembra .....	77
23	Prueba de Duncan para la diferencia entre -- medias de los sustratos en la altura de -- plantas de <u>Acacia mangium</u> correspondiente a la lla. semana después de la siembra .....	78
24	Análisis de varianza de diámetro del tallo (mm) de <u>Acacia mangium</u> .....	80
25	Prueba de Duncan para el diámetro del tallo de plantas de <u>Acacia mangium</u> a la 16a. semana después de la siembra .....	81
26	Análisis de Beneficio-Costo para los tres mejores tratamientos utilizados en la evaluación de sustratos mediante la técnica de contenedores en la producción de plantas de <u>Acacia mangium</u> .....	85

27.	Detalle de gastos para la producción de -- plantas de <u>Acacia mangium</u> mediante la técnica de Roottrainer utilizando como sustrato la mezcla de aserrín, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca en una proporción del 25% .....	86
28	Detalle de gastos para la producción de -- plantas de <u>Acacia mangium</u> mediante la técnica de roottrainer, utilizando como sustrato la mezcla de bagazo de caña de azúcar, - pulpa de café y fibra de coco seca en una - proporción del 33.33% .....	87
29	Detalle de gasto para la producción de plantas de <u>Acacia mangium</u> mediante la técnica de roottrainer utilizando como sustrato la mezcla pulpa de café y fibra de coco seca en - proporción del 50%. .....	88
30	Porcentaje de sobrevivencia 15 días después del trasplante en plantas de <u>Acacia mangium</u> .	84
31.	Componentes y características físico-químicos de los tratamientos evaluados .....	90

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Porcentaje de germinación de <u>Eucaliptus</u> -- <u>camaldulensis</u> a los 6 días después de la - siembra .....	54
2	Altura de plantas de <u>Eucaliptus</u> <u>camaldulensis</u> a las 7a. y 16a. semanas después de la siembra .....	59
3	Gráfico de diámetro de plantas de <u>Eucaliptus</u> <u>camaldulensis</u> a las 16a. semana después de - la siembra .....	64
4	Análisis Beneficio-Costo para los tratamien- tos que mejor respondieron en la producción de plantas de <u>Eucaliptus</u> <u>camaldulensis</u> median te la técnica de contenedores .....	69
5	Porcentaje de sobrevivencia de plantas de - <u>Eucaliptus</u> <u>camaldulensis</u> 15 días después del trasplante .....	72
6	Porcentaje de germinación de <u>Acacia</u> <u>mangium</u> . .....	74
7	Altura de plantas de <u>Acacia</u> <u>mangium</u> a las 4a. y 11a. semana después de la siembra .....	79
8	Diámetro de plantas de <u>Acacia</u> <u>mangium</u> a la 16a. semana después de la siembra .....	82
9	Análisis beneficio-costo para los tratamien- tos que mejor respondieron en la producción	



Figura		Página
	de plantas de <u>Acacia mangium</u> evaluadas mediante la técnica de contenedores .....	85
10	Porcentaje de sobrevivencia para los tratamientos aptos para trasplante de <u>Acacia mangium</u> evaluados mediante la técnica de contenedores .....	89
A-1	Contenedor tipo libro de cinco celdas ....	103
A-2	Bandeja de malla metálica de 1/2" x 1/2" .	104
A-3	Instalaciones del germinador .....	105
A-4	Instalaciones para la fase de endurecimiento de las plantas .....	105
A-5	Mapa de distribución al azar de los tratamientos en el campo .....	106
A-6	Cuadro de toma de datos para la altura de plantas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> a la 7a. semana .....	107
A-7	Cuadro de toma de datos para la altura de plantas de <u>Eucaliptus camaldulensis</u> correspondiente a la 16a. semana .....	108
A-8	Cuadro de toma de datos para la altura de plantas de <u>Acacia mangium</u> a la 4a. semana .	109
A-9	Cuadro de toma de datos para la altura de plantas de <u>Acacia mangium</u> correspondiente a la 11a. semana .....	110

## I. INTRODUCCION

En El Salvador los actuales programas de reforestación requieren de la utilización de grandes cantidades de tierra, ésto nos implica dos situaciones : Primera, aumento de los costos en cuanto al transporte del material; y segundo, un deterioro acelerado del recurso suelo, ya que el material transportado no regresa al sitio de origen.

La presente investigación pretende proponer la factibilidad de utilizar el contenedor como posible sustituto de la bolsa de polietileno y material orgánico para reemplazar el uso de tierra.

El trabajo consistió en la evaluación de residuos orgánicos como sustrato para la propagación de dos especies forestales : Eucaliptus camaldulensis y Acacia mangium dentro de los cuales se trató de encontrar al menos uno que posea las características deseables de buen sustrato, para que la planta presente buena germinación y desarrollo, libre de plagas y enfermedades y que resulte económico.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Descripción Botánica de Eucaliptus camaldulensis

#### 2.1.1. Origen y distribución.

Los eucaliptos son árboles austro - malayos con dispersión natural en latitudes que se extienden desde 7° 0° latitud norte a 43° 39° latitud sur.

El Eucaliptus camaldulensis es el eucalipto de más amplia distribución en Australia y es una de las primeras especies de eucalipto plantados fuera de su país. Se ha plantado en todos los países.

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Nombre científico	<u>Eucaliptus camaldulensis</u> Dehnh
Reino:	Vegetal
Tronco:	Cormófitas
División:	Antófitas
Sub-división:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledóneas
Sub-clase:	Diapétalas
Orden:	Mirtales
Familia:	Mirtaceae
Género:	<u>Eucaliptus</u>
Especie:	<u>camaldulensis</u>

a. Altitud

Puede presentarse el Eucalipto desde el nivel del mar hasta 1,400 m.s.n.m.

b. Suelos

Se adapta a una amplia gama de suelos desde muy pobres hasta periódicamente inundados, a excepción de suelos calcáreos y salinos.

c. Precipitación

Requiere de 200-1250 mm sin embargo para plantaciones comerciales puede tenerse un mínimo de 400 mm, aunque la especie puede crecer bien en zonas de menor precipitación. Resiste sequías de 4-8 meses (5, 22, 25, 30).

d. Crecimiento y rendimiento

Eucaliptus camaldulensis crece rápidamente en lugares con condiciones adecuadas, se ha observado en los primeros diez años un incremento en crecimiento anual de dos metros de altura y dos cm de diámetro/año.

En El Salvador se han reportado incrementos de hasta tres metros por año en ensayos realizados en lugares con buenas condiciones climáticas (25, 29).

e. Usos

Leña : Como leña constituye un combustible excelente. Tiene un poder calorífico de aproximadamente 20,000 - kj/kg. (4,800 Kcal/kg). Produce un carbón de excelente calidad (25, 29).

### 2.1.3. Propagación de Eucaliptus camaldulensis

Los eucaliptus se propagan casi siempre en semilleros para su posterior repique, aunque las especies con semilla un po<sub>co</sub> grande pueden sembrarse directamente en la bolsa (un pinchazo por bolsa). La plantación a raíz desnuda es muy utilizada en lugares de climas muy húmedos, con plantas que presentan por lo menos 0.5 cm de diámetro al cuello. Sin embargo la plantación en bolsas es más segura (17).

Particularmente el eucalipto rojo (Eucaliptus camaldulensis) se puede reproducir por estacas de árboles jóvenes (17).

También se han realizado investigaciones relevantes en la propagación in vitro de Eucaliptus (17).

Las plantas de Eucaliptus están listas para ser repicados cuando tienen de 2 - 4 pares de hojas. Se pasan inmediatamente a bolsa pequeña, la raíz no puede exponerse a la luz más de algunos minutos (2, 17).

Las plantas de Eucaliptus pueden ser trasplantados en bolsa de polietileno negro de 10 cm X 20 cm (4" X 8") agujereadas, llenas de aproximadamente 800 gr de suelo fértil y arena en proporción de 2:1 ó 3:1 (2, 36).

El crecimiento es rápido después del repicado ya que necesita entre 2 y 6 meses para alcanzar el tamaño de plantación (25 - 30 cm) (17).

### 2.2. Clasificación botánica de Acacia mangium

Nombre científico: Acacia mangium willd

Familia: Leguminosae

Sub-familia: Mimosoideae  
Sinónimos: Acacia glaucescens sensu Kanehira y Hatausima, non Willd.  
Nombre común: Mangium (33).

2.2.1. Características generales:

Arbol robusto de fácil establecimiento. En buenos sitios posee alto porcentaje de sobrevivencia y buen desarrollo inicial, aunque menor a plantas de crecimiento rápido. Sin embargo, en suelos compactados, degradados, ácidos (pH 4.2) y contenidos altos de aluminio ha superado a otras especies. Es muy resistente a los vientos y a incendios de poca intensidad (33).

Crece satisfactoriamente en suelos aluviales profundos y -- con buena humedad disponible. En Centro América se le ha plantado con buena respuesta inicial en suelos de los órdenes Ultisoles, Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles y Andosoles con pH de hasta 4.5 ó menos altos contenidos de aluminio (50% o más de saturación), -- contenidos bajos de nutrientes, poca profundidad efectiva y -- contenidos altos de arcilla.

También ha mostrado ser una de las pocas especies capaces de crecer bien en suelos compactados por sobre pastoreo (33).

2.2.2. Usos:

a) Leña:

La madera de A. mangium tiene un poder calorífico de -- 20,000 a 20,500 Kj/Kg (4,770 - 4,900 Kcal/Kg) lo que indica un

buen potencial para ser usado como leña y carbón; así también para postes y madera (33).

b) Madera de uso comercial y familiar.

La madera de A. mangium es moderadamente pesada; en rodales naturales tiene una gravedad específica de alrededor de  $0.6 \text{ g/cm}^3$ , mientras que en plantaciones varía entre 0.40 a  $0.45 \text{ gr/cm}^3$ . Las trozas pueden ser aserradas después de tres meses de secado al aire y no presenta problemas serios de reventaduras y torceduras (33).

La madera es fácil de trabajar y presenta una superficie lisa y lustrosa. No presenta problemas para taladrar ni tornear. Puede ser usada en ebanistería, carpintería, construcción y también para laminados.

c) Otros :

Puede ser utilizado como rompevientos, en cercas o caminos y para el control de erosión.

El árbol puede ser empleado como ornamental y las hojas usadas como forraje (33).

Las Acacias de la familia Mimosoidae presentan la ventaja de realizar el proceso de fijación simbiótica de nitrógeno con especificidad de Rhizobium, lo cual es una posibilidad para utilizar en los programas de reforestación (45).

### 2.2.3. Propagación de Acacia mangium

Las semillas tratadas se siembran al voleo en germinadores de arena para posterior repique o directamente en bolsas de polietileno, con 2 - 3 semillas por bolsa.

Un método utilizado en Malasia consiste en poner las semillas a germinar en una bandeja con una toalla húmeda y repicarlas en bolsas tan pronto aparece la radícula.

Se dice que en 4 - 6 semanas aparecen los primeros filodios en este momento se pueden repicar las plantas del germinador a las bolsas de polietileno.

A las 8 - 12 semanas, las plantas tienen una altura de 25 - 30 cm con filodios bien desarrollados. Estan listas para el transplante (17).

## 2.3. Características de los sustratos

### 2.3.1. Sustratos

Concepto: Sustrato es todo aquello que sirve de asiento a la planta, tanto si solo se utiliza para asirse de él como si penetra en su interior y vive a sus expensas. Siempre y cuando presenta las características para ser usado como sustrato (liviano, suave, barato, homogéneo, (6, 8, 20).

### 2.3.2. Características que deben tener los sustratos

La efectividad del sustrato radica en su capacidad de retención de agua, pero con aireación adecuada, promover un so--



porte adecuado a la planta, sin impedimento para el crecimiento natural y encontrarse libre de patógenos que pueden causar daños posteriores a la planta (8, 24).

Algunas características deseables son :

- a) Ser suficientemente denso y firme para mantener las semillas en su sitio durante la germinación.
- b) Ser barato.
- c) Ser liviano en peso.
- d) No debe variar su volumen tanto seco como mojado.
- e) Debe permitir una buena aireación.
- f) Buena capacidad de retención de agua.
- g) Bajo nivel de sales solubles.
- h) Intermedia tasa de descomposición y compactación.
- i) Estar libre de plagas y enfermedades.
- j) Libre de tóxicos a la planta (6, 8).

### 2.3.3. Clasificación de los sustratos

La clasificación de los sustratos puede hacerse basándose en: Su origen, propiedades físicas y capacidad de intercambio iónico (18).

Dependiendo del origen se clasifican en: Los de origen or-

gánico tales como: La cascarilla de arroz, cenizas, aserrines y virutas, turba; y los de origen mineral tales como: Las arenas, gravas, las escorias, ladrillos y tejas molidas (8).

#### 2.3.3.1. Sustratos de origen orgánico

##### - Granza de arroz

Es un sustrato biológico de baja tasa de descomposición dado su alto contenido de silicio. Es un sustrato liviano cuyo principal costo es el transporte. Se presenta como un elemento liviano de buen drenaje, buena aireación pero presenta un serie problema para su humedecimiento inicial y para conservar lo húmedo homogéneamente cuando se trabaja como sustrato único, por lo que se recomienda mezclarla con otros tipos de materiales o ceniza de la misma cascarilla (8, 9).

La granza de arroz posee una buena inercia química pero -- puede tener problemas de residuos de cosecha; como granos de arroz enteros o fragmentos, a la vez que pueden encontrarse se millas de otras plantas, que pueden germinar, generando un problema de maleza (9, 11).

Además al quemarla parcialmente, se matan patógenos, pero debe aumentarse 10% la fertilización para compensar la alta tasa C:N, su participación en mezclas debe ser menor de 25% - (23).

Con el tiempo de uso, la granza sufre una degradación fisica que ocasiona cambios en sus propiedades físico químicas ta-

les como: Aumento de la retención de humedad y capilaridad. A este proceso se llama envejecimiento de la granza de arroz (9).

para utilizar granza de arroz como sustrato es necesario hacerle un tratamiento especial llamado proceso de fermentación, el cual puede realizarse de dos formas: Por humedecimiento y por inundación de la granza (15, 36).

a) Fermentación de la granza por humedecimiento.

Este proceso se hace con el objeto de eliminar los granos de arroz presentes, para lo cual se procede a humedecerla, ocurriendo ciertas reacciones químicas. Inicialmente los granos de arroz reaccionan con el agua, éstos se hidrolizan, y sus almidones se van convirtiendo en azúcares como la glucosa la cual se va fermentando con la consecuente producción de alcohol y ácido carbónico, que son fitotóxicos por vía radicular y causan síntomas similares a los de clorosis férrica (deficiencia de hierro) en las plantas (9).

La fermentación en condiciones aeróbicas dura de 15 - 20 días a 18°C y se produce un incremento del pH aproximadamente hasta 7.8, además se presenta en la solución un nivel creciente de glucosa que pueda llegar a 2 mg/lt y se detecta la presencia de espuma y emisión de CO<sub>2</sub> (9).

b) Fermentación de la granza por inundación

Llamada también digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno), para este fin se debe disponer de un tanque, donde la cascarilla se pueda dejar inundada con agua durante 10 a 15 días.

Este sistema permite eliminar los insectos que tenga la cascarilla, pero poco se sabe si es efectivo en la destrucción de hongos. Por otra parte, el método no es muy efectivo en la eliminación de los residuos de arroz, ya que las condiciones anaeróbicas hacen que la fermentación de los almidones sea demasiado lenta (9).

Durante esta digestión, las bacterias anaerobias obtienen el oxígeno a expensas de otros compuestos, entre los cuales hay algunos que contienen azufre en forma de sulfato, los que se reducen para producir anhídrido sulfhídrico, un gas extremadamente tóxico y fétido, el cual unido a la carencia de oxígeno, elimina todos los insectos que pueden estar presentes en la cascarilla (9).

Después de la digestión, se deja esparcir la cascarilla esparcida al aire, para que se seque y oxigene.

En el Cuadro No. 1 se presenta las propiedades físico-químicas de la cascarilla de arroz (9).

Cuadro No. 1. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICO DE LA CAS-CARILLA DE ARROZ.

Densidad a granel	0.12 - 0.13	gr/Ml.
Capacidad de intercambio ca tiónico, CIC Meq/100 Ml	2 - 3	Meq/100 Ml
Retención de humedad	0.10 - 0.12	Lt/Lt
Análisis químico :		
Nitrógeno	0.50 - 0.60	%
Fósforo	0.08 - 0.10	%
Potasio	0.20 - 0.40	%
Calcio	0.10 - 0.15	%
Magnesio	0.10 - 0.12	%
Azufre	0.12 - 0.14	%
Hierro	200 - 400	ppm
Manganeso	200 - 400	ppm
Cobre	3 - 5	ppm
Zinc	15 - 30	ppm
Boro	4 - 10	ppm
Cenizas	12 - 13	%
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	10 - 12	%

FUENTE : COLJAP INDUSTRIA AGROQUIMICA 1991. Los sustra-  
tos (9).

- Cenizas : Estas pueden obtenerse del carbón de leña  
y para su uso es necesario remojarlas en agua por un período  
de 24 horas y luego lavarlas bien antes de utilizarlas, a este -

procedimiento se le llama lixiviación. No deben descartarse las cenizas más finas, se les dejará secar luego mezclarlas con las más gruesas - y obtener así el medio de cultivo (2).

- Aserrines y Virutas.

Para hacer uso de este sustrato es necesario conocer el origen o procedencia, dado que algunos provienen de madera de árboles que pueden causar toxicidad a la planta o cultivo. El aserrín tiene un pésimo drenaje, aumenta su peso proporcionalmente al agua que retiene, causa problemas por encharcamiento (3, 4).

Si el medio de sosten es permanentemente saturado, los espacios entre las partículas son constantemente llenados con agua, afectando severamente la respiración de las raíces de la planta (1).

El aserrín tiene relación C:N alta (1,000:1), cuanto más fino la demanda de nitrógeno es mayor. Debe participar en la mezcla en menos de 20 por ciento (23).

La composición química del aserrín puede observarse en el Cuadro N° 2.

- Fibra de coco

De la cáscara de coco puede obtenerse una fibra llamada bonote. La fibra del bonote se obtiene del mesocarpio del fruto. Es una de las fibras estructuralmente dura. Comparadas con otras, es relativamente corta (32).

Dado su elevado contenido de Ca y K la ceniza de cáscara de

coco es un fertilizantepreciado. Puede contener hasta un 20 - 30 por ciento de potasa y un 2 por ciento de ácido fosfórico - (16, 32).

Las cáscaras también pueden emplearse como cobertura en las plantaciones; aunque se utilizan comúnmente como combustible, - en Sri Lanka es sometido al proceso de descortización para obtener fibra y elaborar colchones, sogas y cuerdas (32).

A la fibra de coco se le designa también el nombre de coir. El polvo de coir, que se obtiene como un subproducto de la extracción de la fibra, es rico en tanino y tiene un extraordinario poder de retención del agua (26).

- Bagazo de caña de azúcar

El bagazo de caña de azúcar tiene alta tasa C:N y requiere adición de nitrógeno para su descomposición, además posee alta capacidad de retención de la humedad, pero al descomponerse la pierde. Al participar en mezcla debe ser menos del 20% del volumen total (23).

En el Cuadro 3 se observan las propiedades físico-químicas del bagazo de caña.

Cuadro N° 2. ANALISIS QUIMICO DEL ASERRIN DEL PINO

PRUEBAS		UNIDADES
pH extracto	3.9	
E. C. 25 (Mhos/cm)	0.16	
Materia Orgánica	75.21	%
Nitrógeno PPAN*	0.64	ppm
Fósforo	2.4	ppm
Potasio	165	ppm
Calcio	150	ppm
Magnesio	110	ppm
Hierro	3.50	ppm
Manganeso	1.00	ppm
Cobre	0.50	ppm
Zinc	0.50	ppm
Boro	2.10	ppm

PPAN\*: Nitrógeno potencialmente aprovechable por la planta.

FUENTE: Reciclaje de materia orgánica en la agricultura brasileña (45).



Cuadro N° 4. COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DE CAFE DESHIDRATADA Y MOLIDA.

DETERMINACIONES	
Materia seca	91.5 %
Materia orgánica	91.20 %
Ceniza	5.9 %
Nitrógeno	1.94 %
Fibra cruda	32.8 %
Extracto etéreo	4.5 %
Extracto libre de Nitrógeno	46.0 %
Proteína cruda	10.8 %
(N X 6.25)	
NDT Bovino	51.9 %
Potasio	3.61 %
Fósforo	0.10 %
Calcio	421 Meq/100 g
Hierro	10.5 Mg/100 g
Energía digerible	2.28 Mcal/Kg.

FUENTE: Departamento de Control de Calidad de Materias Primas y Concentrados, División de Investigación. DGG, MAG. (12).  
Hernández Juárez, M. de J. (20).

2.3.4. Factores que afectan la germinación y el crecimiento.

2.3.4.1. Temperatura ambiental

Este es uno de los principales factores que afectan el crecimiento de las plantas, la mayoría estará bien ambientada con

una temperatura promedio de los 10°C a los 35°C (10).

La influencia de la temperatura sobre la fotosíntesis dependerá de la intensidad de luz y la disponibilidad de CO<sub>2</sub>. Las temperaturas bajas dificultan la absorción de agua y elementos nutritivos llegando al marchitamiento y a la clorosis, por el contrario a temperaturas relativamente altas (30°C), la fotosíntesis será mayor (10).

#### 2.3.4.2. Luz

La luz es indispensable para la realización de la fotosíntesis, fenómeno imprescindible en la vida vegetal (44).

Las plantas requieren diferentes cantidades de luz (energía solar). Según el tipo de planta y su estado de desarrollo (20, 44).

La principal ventaja que presentan las zonas tropicales, reside en la enorme cantidad de luz solar continua, todo el año, que poseen estos países. En sitios sombreados en donde la luz solar no ilumina durante todo el día, la iluminación directa de la luz solar no debe ser inferior a cuatro horas diarias (11).

#### 2.3.4.3. Húmedad ambiental

La humedad relativa y temperatura controlan el porcentaje de evaporación de superficies mojadas. El porcentaje de evaporación es proporcional al déficit de la presión de vapor. Algunos autores creen que una pequeña cantidad de transpiración es nece-

saria para movilizar nutrientes minerales de las raíces a las -  
hojas. Mientras más sistema foliar posea la planta, más necesi-  
dad habrá de proporcionarle la mayor humedad ambiente (20, 43).

#### 2.3.4.4. Aireación del sustrato

Para tener una buena aireación, es importante que el sus-  
trato sea poroso, de tal forma que el aire circule con facili-  
dad. Las raíces deben respirar perfectamente para lograr un a-  
decuado desarrollo (40).

#### 2.3.4.5. Agua

La capacidad de retención del agua por un medio se deter-  
mina a partir del tamaño de sus partículas y también por el es-  
pacio de poros; mientras más pequeñas sean las partículas, ma-  
yor cantidad de agua puede ser almacenada por éstas (11).

La cantidad de agua necesaria para un cultivo está determi-  
nada por: el tipo de planta, la edad y el nivel de desarrollo  
del cultivo, la temperatura, la transpiración, el viento, el --  
sustrato (11).

El exceso de agua puede causar la pudrición de las raíces -  
de la planta cuando no hay buena aireación (44).

El agua del suelo influye en las regeneración forestal con-  
trolando la germinación de las semillas, así como la superviven-  
cia y el desarrollo de los árboles jóvenes.

La disponibilidad de materiales, su captación y su transpor-

te dependerá de una adecuada humedad del suelo (35).

A pesar de la eficiencia de la mayor parte de los sistemas radiales, la distribución y el crecimiento de los árboles están controlados en su mayoría por el abastecimiento del agua. Siempre que crecen los árboles, su desarrollo está limitado en cierto grado ya sea por escasez de agua o por exceso de ella (35).

El agua es un elemento importante e indispensable para las plantas puesto que forma parte de un altísimo porcentaje de la misma. Interviene en la formación de protoplasma, es disolvente de los gases, iones, minerales y otros solutos que penetran y se desplazan por su interior, es necesaria para la turgencia de las células; e intervienen en mucho de los procesos fisiológicos (22, 29).

#### 2.3.5. Generalidades sobre el contenido de agua en el sustrato

El número de riegos fluctúa de acuerdo al cultivo, al tipo de sustrato, a la humedad relativa y a los vientos (11).

Los requerimientos de agua varía desde el comienzo del desarrollo hasta que llega a su madurez fisiológica. En la etapa de germinación, la superficie del sustrato debe permanecer con una humedad de 70-80% para que la semilla no sufra resequedad. Tan pronto como la radícula haya penetrado bien al sustrato, la humedad debe reducirse a 50-70% (44).

#### 2.3.5.1. Tipos de agua en el sustrato

El agua del sustrato se clasifica en higroscópicas, capilar y de gravitación. El agua higroscópica está retenida en la superficie de las partículas del sustrato y no se mueve ni por la influencia de la gravedad ni de fuerzas capilares. El agua capilar es el excedente de agua higroscópica que existe en el espacio poroso del sustrato y que queda retenida contra la fuerza de la gravedad en un sustrato que permite el drenaje libre. El agua de gravitación es el exceso de agua higroscópica y capilar que será eliminada del sustrato si se le proporciona un drenaje natural. La proporción en que se encuentra cada uno de ellos depende de la textura, de la estructura, del contenido de materia orgánica, de la temperatura y del espesor del sustrato considerado (23).

#### 2.3.5.2. Retención del agua en el sustrato

La fuerza de retención del agua depende de la cantidad en que se encuentre en el sustrato (mientras menor sea la cantidad, mayor será la tensión retentiva). Las fuerzas que determinan esta tensión son la adhesión, o sea el grado de atracción de la partícula del sustrato por el agua, y la cohesión; que es la atracción de las moléculas de agua entre sí (11).

#### 2.3.5.3. Contenido de humedad del sustrato

El contenido de humedad del sustrato indica la cantidad -

de agua presente en el mismo. Se expresa comúnmente como la cantidad de agua (en mm de altura de agua) presente en una capa de suelo de 1 metro de espesor. El contenido de humedad del suelo también puede ser expresado en porcentaje de volumen y porcentaje en relación de masas (23).

#### 2.3.6. Estructura del sustrato

La estructura del sustrato influye en el grado en que el aire y el agua penetran y se mueven en el sustrato. Asimismo afecta en cuanto a la penetración de la raíz. La estructura del sustrato puede afectar el crecimiento vegetal por distintas vías, unas directas y otras indirectas; puede decirse que el efecto directo se le atribuye a la diferencia en los impedimentos mecánicos que ofrecen los sustratos en estudio, un crecimiento diferenciado en las partes vegetales; en forma indirecta la mayor atención se ha centrado en las relaciones aire-agua que depende de diferencias en la estructura. Los sustratos unigranulares y masivos no tienen estructura. En este tipo de sustratos tal como el de arena suelta, el agua se filtra rápidamente; en los masivos con más lentitud. En los suelos, los tipos de estructura más favorables para la captación del agua son los prismáticos, aterronados y granulares. Los laminados impiden la penetración del agua (40).

El estado de descomposición se utiliza en lugar de las clases texturales para describir los suelos orgánicos. El subor-

den Fibrist incluye los suelos en que los materiales orgánicos fibrosos son de color amarillo y pardo y presentan altas capacidades de -- retención de agua. Una cantidad equilibrada de rocas en un suelo de textura fina puede favorecer el crecimiento de los árbo-- les. Los fragmentos grandes pueden favorecer la penetración - del aire y del agua (35).

#### 2.3.7. Problemas nutricionales

Todas las plantas requieren de quince elementos esenciales para desarrollarse normalmente. Cada elemento tiene una función específica. Cuando los elementos esenciales no están presentes, la planta no crece normalmente (44).

El adecuado equilibrio de los elementos nutricionales en una planta permitirá su normal desarrollo. Existe mucha variación en el apareamiento de síntomas de una especie a otra, además la severidad en que ésta se dé también varía (44).

El amarillamiento de las hojas se denomina clorosis y el pardeamiento necrosis. La ausencia o deficiencia de algún elemento nutritivo traerá como consecuencia previsible la incapacidad de la planta de asimilar otros (44).

#### Síntomas de deficiencia

- Deficiencia de Nitrógeno: Las plantas se muestran achaparradas, las hojas más viejas se decoloran y mueren, las hojas - jóvenes son de verde pálido a amarillo brillante. La cloro-

Cuadro No. 3. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL BAGAZO DE CAÑA.

MATERIAL	pH	Humedad	Nitrógeno	Potasio	Fósforo	Hierro
Bagazo de caña	3.56	17.72%	0.15%	393.3 ppm	422.50 ppm	441.5ppm
	Zinc	Cobre	Manganeso	Materia orgánica	Carbono orgánico	
	5.25 ppm	5.50 ppm	9.75 ppm	92.18%	53.28%	

FUENTE : Mendoza Wiszkopf. Compostero de desechos agroindustriales - (27).

- Pulpa de café

La pulpa de café está constituida por el epicarpio que se obtiene del grano del café, cuando éste pasa por un despulpero, constituyendo un desperdicio que se encuentra muy disperso (en los países en donde predominan las grandes - centrales de beneficio) con una disponibilidad en Centro América da 925,000 toneladas y en El Salvador un total de 314,000 toneladas. Siendo aprovechado este desecho única mente en pequeñas fincas después de un año como abono. - Posee un contenido de potasio de 2.25 mg % lo que indica que puede ser utilizado como sustrato en mezcla con otro que sea bajo en el mismo (5, 34).



sis se extiende de la punta de la hoja hacia la base, Las raíces se muestran negras y necróticas (34, 44).

- Deficiencia de Fósforo: Las plantas se muestran achaparradas las hojas son de verde oscuro, tornándose púrpura en las puntas o en las áreas interveniales. Las raíces son escasas, de color púrpura a negra (34, 44).
- Deficiencia de Potasio: Los tallos de las plantas son cortas y firmes. Las áreas interveniales de las hojas jóvenes se tornan de un verde pálido a amarillo lúcido. Las raíces son elongadas y delgadas como hilo (34, 44).

### 2.3.8. Prácticas de manejo

#### 2.3.8.1. Calidad de la semilla

Sólo semilla de alta calidad debe ser utilizada, por que es muy costoso mantener cavidades vacías a través de todo el ciclo en el vivero, así mismo ralea el exceso de plántulas en los contenedores.

La alta calidad de la semilla ayuda a evitar ambas situaciones para proveer un alto porcentaje de germinación, usando la menor cantidad de semilla por cavidad (43).

Como regla, semillas con una viabilidad menor al 50% por ciento nunca deben ser utilizadas en la técnica de contenedores; y el 75 por ciento es lo mínimo aceptable (44).

2.3.8.2. Identificación del origen de la semilla

La identificación del sitio de origen de la semilla - debe ser tomada en cuenta en la técnica de contenedores.

Esta identificación debe de mantenerse a través del - proceso de crecimiento, y los árboles producidos deben ser plantados en el sitio o cerca del sitio de colección de la semilla (de conformidad en reglas establecidas por profesionales forestales genetistas (44).

2.3.8.3. El medio de crecimiento

Los componentes del medio de crecimiento deben estar a la mano en cantidades suficientes para proveer un medio -- adecuado. Antes de la operación de llenado de los contenedores, la mezcla y agua deben estar presente días antes. En el momento de llenar los contenedores se debe estar seguro que el sustrato está uniformemente mezclado y con el debido contenido de humedad (44).

2.3.8.4. Esterilización del medio de creci-  
miento

Todos los recursos disponibles deben ser esterilizados para eliminar la fuente de problemas de insectos, enfermedades patógenas y maleza antes que se manifiesten. En horticultura por contenedores el suelo es solamente un compo-

nente.

Existen diversas formas de esterilizar el suelo ó el medio de crecimiento, el mejor y más ampliamente utilizado es calentar el suelo con vapor de agua a temperatura de 82°C por 30 minutos. Este método elimina la mayoría de bacterias perjudiciales, hongos, nemátodos, insectos y semillas de maleza (44).

Los productos químicos son también útiles para esterilizar el medio de crecimiento. Después de la fumigación química se debe dejar un período de dos días a dos semanas para disipar vapores, dependiendo del material utilizado. Los químicos más utilizados son:

- **Formaldehido:** Este es un buen fungicida con alto poder de penetración. Elimina algunas semillas de maleza, pero no es capaz de eliminar nemátodos o insectos. La formalina comercial, es decir la formalina al 40% es mezclada 1:50 con agua y aplicada en cantidades de 20 - 40 Lts/M<sup>2</sup>. El área tratada debe ser cubierta inmediatamente con plástico. El área esterilizado no debe utilizarse si no hasta que el aroma a formaldehido haya desaparecido (44).
- **Cloropicrin (gas lacrimógeno):** Este es un líquido que debe aplicarse a una profundidad de 7 - 15 cm, dejando un espacio de 23 - 30 cm de distancia entre aplicación.  
El cloropicrin es efectivo contra nemátodos, insectos, semi

- l la de malezas, verticillium y muchos otros hongos re sistentes (44).
- Mezcla de Bromuro de Metilo - Cloropicrin ; Tal combi nación es más efectiva que cualquiera de los dos mate riales solos en el control de malezas, insectos, nemá todos y organismos portadores de enfermedades (44).

#### 2.3.8.5. Los contenedores

Si los contenedores han sido usados previamente, deben ser revisados. Por eficiencia, los contenedores dañados - deben ser separados y descartados previo al proceso de es terilizado (44).

#### 2.3.8.6. Siembra

Las condiciones primordiales para la actividad de siem bra son precisión y eficiencia. Precisión significa poner el número exacto de semillas dentro del mayor número de ca vidades como sea posible. Además es mejor si la semilla es ubicada en el centro del depósito de siembra (44).

La semilla no debe enterrarse muy profundo, ya que esto puede causar que la semilla se pudra y no germine. También debe cuidarse de no sembrar la semilla muy superficialmente ya que puede sufrir resequedad o puede ser expulsada fuera del depósito a causa del agua durante el riego (44).

#### 2.3.8.7. Cubriendo las semillas

En los viveros con la técnica de contenedores, las semillas son normalmente cubiertas con una fina capa de roca triturada, arenilla o perlita. Pocas veces la semilla es cubierta con una fina capa de medio de crecimiento, arena, o no se cubre del todo. El cubrir la semilla con materia orgánica fomenta la proliferación de musgo, hongo, etc., sobre la superficie de la cavidad del contenedor; esta tiende a disminuir la infiltración de agua hacia todo el pilón (44).

Especies de rápido crecimiento o de follaje espeso pueden ser cubiertas con medio de crecimiento, porque ellos emergen y en corto tiempo cierran el área clara entre planta. Lo sombreado inhibe el desarrollo de musgo; por lo tanto la infiltración de agua hacia el pilón no es un problema.

La profundidad u hondura del material con que se cubre la semilla aplicado a cualquier especie debe ser tan uniforme como sea posible para facilitar un desarrollo y crecimiento uniforme (44).

#### 2.3.8.8. Transplante o Raleo

El transplante es necesario cuando en los depósitos ha germinado más de una plántula por celdilla. Se lleva a cabo cuando las plántulas tengan únicamente dos hojas. Sólo debe haber una plántula por celdilla. Deben removerse las plantas extras y la mala hierba por que ellas roban espacio, agua, ferti-

lizante y luz a la plántula (38).

#### 2.3.8.9. Fortalecimiento

La vida para las plantas en el vivero es muy fácil, pero cuando las plantas se trasplantan al campo, la vida es más difícil. Las plantas deben ser fuertes para sobrevivir. Un mes antes que las plántulas dejen el vivero debe reducirse la frecuencia de riego, esperando hasta que la planta se empiece a marchitar, luego debe adicionarse agua abundantemente (38).

#### 2.3.8.10. Preparación para la entrega de las plántulas provenientes de contenedores

Las plántulas deben ser bien irrigadas la noche anterior a su embalaje. El empaque debe ser siempre hecho en la sombra para evitar el calor y la humedad. Mientras que algunos programas empaican las plántulas en niveles alternos en una caja de cartón con una cubierta de plástico otros programas utilizan cajas de madera o bolsas plásticas.

Un método desarrollado en Haití consiste en empaicar las plántulas cuya raíz ya se ha desarrollado en el roottrainer en una bolsa plástica (más o menos 25 plántulas por bolsa con las hojas fuera de ella) y ponerlas en una caja utilizando este sistema, el suelo se adhiere a la masa de raíces y los daños por roces y rompimientos son minimizados (46).

#### 2.4. El mejor pH para árboles

Para optimizar el crecimiento en árboles y particularmente para coníferas, algunos autores recomiendan rangos de pH de 5.0 a 6.0 y de 6.0 a 7.0 para otras especies maderables (44).

El valor de pH del suelo indica la magnitud de la acidez activa, esta es la concentración de  $H^+$  en la solución en equilibrio con la fase sólida del suelo.

El pobre crecimiento de los cultivos en suelos ácidos no se debe significativamente a la alta concentración de  $H^+$ , a menos que el valor de pH sea inferior a 4.0. Más bien, los efectos -detrimentos de la acidez del suelo son de tipo indirecto y se deben principalmente a: (1) alta concentración de aluminio intercambiable o en solución, (2) retención de fósforo, (3) exceso de manganeso en solución, (4) deficiencia de calcio, magnesio o molibdeno, (5) reducida actividad microbológica y (6) reducida capacidad de intercambio catiónico.

Los métodos para determinar pH en suelos pueden dividirse - en métodos colorimétricos y electrométricos. El método electrométrico es el más utilizado. Con este método, se mide el po--tencial de un electrodo sensitivo a los iones  $H^+$  presentes en una solución problema, usando como referencia un electrodo de calomelano o de  $Ag/Ag Cl$  (44).

Aunque se ha sugerido que la clorosis (un síntoma de deficiencia de clorofila) puede ser el resultado de una alteración en el pH (28).

## 2.5. Sistemas de producción

Los viveristas en América Central, a pesar de tener a su disposición múltiples alternativas para la producción de plántulas forestales, como por ejemplo raíz desnuda, pseudoestaca, tubos plásticos, postes de papel (paper pot) y contenedores (root trainers), continúan prefiriendo la bolsa plástica (38).

Indudablemente la bolsa plástica es un sistema versátil probado, pero éste no es el más adecuado para ciertas condiciones tropicales, especialmente donde el acceso es difícil, las condiciones topográficas de plantación son abruptas o donde la disponibilidad de sustratos en viveros es poca (38).

Actualmente, la silvicultura de plantaciones en América Central se enfrenta a acelerados cambios, donde la competitividad, escala de producción, calidad y tecnificación reclaman una mayor apertura hacia la innovación tecnológica. Los contenedores surgieron como una respuesta a las necesidades de masificar la producción de plántulas en programas agrofestales; estos microrrecipientes plásticos son confeccionados de resinas termoplásticas que por sus características en tamaño y durabilidad, facilitan la producción intensiva de plántulas de la mejor calidad y forma (38).

### 2.5.1. Producción de plantas en bolsa

Es el sistema más utilizado en la mayoría de países, a la vez que se emplean en diversos tamaños de bolsa plástica de po-



lietileno negro.

#### Ventajas

- Dependiendo de la especie a producir se puede elegir tamaño diferente de la bolsa.
- Se tiene mejor control de las plantas producidas.
- Son fáciles de utilizar para la reproducción de árboles frutales y otras especies de semilla grande.
- Pueden ser manufacturados en el país.
- Proporciona mayor sustrato a la planta en el campo.

#### Desventajas

- Se necesita un gran volumen de tierra para el llenado de las bolsas.
- El transporte de la planta hay que realizarlo con mayor cuidado.
- Cuando el área a plantar es inaccesible al transporte, el acarreo de planta absorbe muchos jornales y tiempo.
- Al dejar la bolsa plástica en el campo es fuente de contaminación.
- En el área del vivero toma mayor espacio (44).

2.5.2. Producción de plantas a raíz desnuda y pseudo esta  
ca.

Este tipo de producción de plantas también es utilizada en los viveros especialmente cuando no se tiene suficiente bolsa.

Ventajas

- No necesita gran cantidad de tierra.
- El transporte de la planta no requiere muchos jornales.
- Cuando el terreno a plantar es inaccesible, el transporte - de la planta se facilita (44).

Desventajas

- La extracción de la planta de los bancales requiere de cuidados especiales como humedecer bien la tierra para no romper las raíces.
- El porcentaje de sobrevivencia disminuye si no se le proporciona los cuidados debidos a la plantación.
- La precipitación fluvial debe oscilar entre los 1,500 mm a 2,500 mm/año como mínimo, humedad suficiente y permanente.

2.5.3. Producción de plantas en contenedores tipo libro

En América Central se promueve el contenedor de tipo libro, el cual se caracteriza por estar confeccionado de resinas termoplásticas delgadas y flexibles, con cinco celdas individua

les, costillas perpendiculares (que evitan que las raíces se deformen) y con una apertura en su base para facilitar el drenaje y la autopoda de raíces. La producción de plántulas utilizando contenedores ofrece una diversidad de ventajas:

- Son confeccionados de material que permite su uso por períodos múltiples de producción.
- Son rápidos de llenar por el reducido espacio de cada celda
- Reducen el área de producción.
- Permiten un efectivo control de humedad debido a su diseño.
- Estimulan el desarrollo de plantas sanas y vigorosas.
- Son eficientes en cuanto a uso de agua, fertilizantes y sustratos (38, 44).

Aparte de las ventajas es necesario también analizar las limitaciones:

- El costo inicial de adquisición del material es alto.
- Requieren de accesorios como bandejas e invernaderos para una eficiente producción.
- Exigen una adecuada mezcla de sustratos: alto contenido de materia orgánica, liviano y de buen drenaje.
- Exigen un eficiente programa de riego (38, 44).

2.5.3.1. Función de los contenedores

Biológicamente la función de los contenedores es:

- a. Proveer un medio de soporte y nutrición a la raíz.
- b. Proteger las raíces de daño mecánico y desecación.
- c. Cortar las raíces de forma ventajosa para lo que en el futuro será un árbol.
- d. Maximizar la supervivencia en el campo y rápido crecimiento por que el sistema radicular no es perturbado ya que se mantiene en íntimo contacto con el medio de crecimiento (44).

Operacionalmente, la función de los contenedores es empacar la planta dentro de una medida o envase determinado y permitir facilidad en el manejo dentro del vivero y en la fase de plantado (44).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación y Características climáticas del experimento

##### 3.1.1. Ubicación del experimento

El ensayo se realizó en el vivero del Centro de Recursos Naturales (CENREN), Ministerio de Agricultura y Ganadería, situado en el Cantón Matazano, Soyapango, San Salvador; a 13° 40' latitud norte y 89° 10' longitud oeste y 640 m.s.n.m. (37).

Se contó con el financiamiento del Proyecto Madeleña - 3 - (CATIE). El ensayo se realizó durante los meses de mayo a octubre de 1994.

##### 3.1.2. Características climáticas del lugar

###### 3.1.2.1. Condiciones climáticas

El clima de la zona presenta los siguientes valores promedios:

- Temperatura	23°C
- Humedad Relativa	76 %
- Precipitación promedio anual	1,959 mm
- Luz solar	8.2 horas/día
- Vientos promedios norte con velocidad media de	8.3 Km/hora (41)

##### 3.1.3. Zonas de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge, las instalaciones del vivero se encuentran en una zona de bosque húmedo

subtropical (fresco) bh - st (F); que posee las condiciones muy favorable para el crecimiento de especies forestales. (21)

### 3.2. Instalaciones

Se utilizaron 2 instalaciones; un propagador y una galera. El propagador en el cual se desarrolló la primera etapa del ensayo posee una área disponible de 50 M<sup>2</sup> (10 X 5 ) construido de madera de pino, cedazo plástico N<sup>o</sup> 2 mm, lámina color blanco, con un desnivel del 15%, hacia los costados y ubicado de oriente a poniente Fig. A-3.

La galera donde se llevó a cabo la segunda etapa, estaba orientada de norte a sur y constaba de 2 bancos de madera de 15 metros de largo, 0.60 metros de ancho y 0.50 mts de alto; a esta galera le fue retirada parcialmente las láminas del techo - Fig. A-4.

### 3.3. Selección y preparación de materiales

Los materiales básicos utilizados en la preparación de las mezclas fueron: Aserrín de Pino, bagazo de caña de azúcar, fibra de estopa de coco seco, granza de arroz y su ceniza, pulpa de café.

#### 3.3.1. Aserrín de Pino

Este material se obtuvo directamente de la máquina aserradora, del Aserradero "La Ceiba" en San Salvador.

3.3.2. Bagazo de Caña de Azúcar

Este sub-producto se recolectó en el Ingenio "La Cabaña", en el departamento de Chalatenango.

3.3.3. Fibra de Estopa de Coco

Las estopas de coco seco sin hueso se obtuvieron en las ventas de coco, carretera a Comalapa.

3.3.3.1. Molido de la Fibra de Estopa de Coco

Este proceso se realizó en el Molino "El Matazano", en un molino de martillo # 5, zaranda # 14.

3.3.4. Granza de Arroz y su ceniza

La granza de arroz se obtuvo en el "Molino OMOA", ubicado en los alrededores de la terminal de buses de Oriente en San Salvador.

3.3.4.1. Fermentación de la granza de arroz

La fermentación consistió en colocar la granza en 2 barriles con agua, sumergida totalmente por 15 días; removiéndola cada 2 días y cambiando el agua cada 3 días. El día 15 se lavó con agua abundante para eleminar los granos germinados.

3.3.4.2. Ceniza de la granza de arroz

La ceniza se obtuvo en Molino de Comalapa; ésta se obtie-

ne a través de un proceso de incineración de la granza a altas temperaturas.

#### 3.3.4.3. Mezcla de la ceniza y granza de arroz

Para la utilización de la granza de arroz con ceniza, se hizo una mezcla en proporciones de 3:1 de granza y ceniza respectivamente, para permitir mejor estructura al sustrato.

#### 3.3.5. Pulpa de Café

Esta se obtuvo de las pilas de descomposición del Beneficio MECAFE, ubicado en Quezaltepeque, departamento de La Libertad. La pulpa de café tenía un año de descomposición y su presentación era en terrones.

##### 3.3.5.1. Desmenuzando de la Pulpa de Café

Se realizó manualmente con la ayuda de un compactador o mazo, lo que permitió reducir las partículas.

##### 3.3.5.2. Secado de Materiales

Todos los materiales después de su proceso de preparación fueron expuestos al sol durante 15 días.

#### 3.3.6. Suelo

Se recolectó en el vivero El Matazano del CENREN (M.A.G.) ubicado en Soyapango, San Salvador, éste presentaba un color oscuro y una textura franco arcillosa.



### 3.3.6.1. Tamizado y desinfección del suelo

El tamizado se efectuó con una zaranda de 3 mm de diámetro, para separar las partículas grandes, y se procedió a esterilizarlo con agua hervida.

### 3.4. Contenedores, construcción de las bandejas

#### 3.4.1. Contenedores tipo libro

El root-trainer tipo libro contiene 5 celdas individuales y tiene las siguientes especificaciones :

Modelo: Deeps five # 85-5; dimensiones: 12 cm de profundidad o alto, 2,0 cm de diámetro por celda, 1 cm de diámetro en el hueco de drenaje. (Fig. A-1).

Estos fueron proporcionados por Agrosistemas de Liberia, San José, Costa Rica.

#### 3.4.2. Construcción de las bandejas

Las bandejas fueron construidas en forma artesanal utilizando zaranda galvanizada, de 1/2 pulgada" formando un rectángulo con las siguientes dimensiones: 16 pulgadas de ancho, 36 pulgadas de largo y 3 pulgadas de altura; además se colocó al centro y en forma longitudinal una franja de la misma zaranda de dimensiones de 36 pulgadas de largo y 3 pulgadas de altura (Fig. A-2).

#### 3.4.3. Distribución de los contenedores en las bandejas

Cada bandeja tiene capacidad para 30 contenedores dispues

tos en 2 líneas paralelas, haciendo un total de 60 contenedores por bandeja lo que corresponde a 300 plantas por bandeja. (Figura A-2).

### 3.5. Preparación de las mezclas

Después del proceso de secado, todos los materiales fueron depositados en bolsas de poliuretano. Para el cálculo de las proporciones de cada tratamiento, se tomó en cuenta el peso del material; es decir que el 20% de cualquier material correspondió a 2 lbs del mismo, tomándose como base 10 lbs para formar un tratamiento, esto se realizó utilizando una balanza de reloj marca Detecto de 20 libras de capacidad.

Las diferentes cantidades de materiales fueron depositadas en cajas de durapax previamente lavadas, secadas y con dimensiones de 39 cms de largo, 35 cms de ancho y 10 cms de alto, hasta formar un tratamiento según composición individual (Cuadro 31)

A todas las mezclas les fué adicionado 2 % de suelo.

#### 3.5.1. Llenado de los contenedores

Cada caja de durapax correspondiente a un tratamiento se depositó en una bolsa de poliuretano para poder agitarlo fuertemente a fin de obtener una mezcla homogénea de todos los materiales constituyentes.

Posteriormente se tamizó con una zaranda de 1/2 pulgada<sup>2</sup>, luego se procedió a llenar los contenedores.

Seguidamente cada una de las bandejas con los diferentes tratamientos fueron compactadas a través de fuertes golpes y pre-

sión para evitar espacios vacíos en cada celda del contenedor.

### 3.5.2. Desinfección de las mezclas

La desinfección de los sustratos fué realizada utilizando una regadera con agua hervida; lo cual se repitió por 3 días consecutivos debido a la mala absorción de algunos sustratos y después se taparon con plástico dejándolos así por 1 día.

### 3.6. Establecimiento y manejo de las especies en la etapa de vivero.

#### 3.6.1. Obtención de semilla

La semilla de Eucaliptus camaldulensis y Acacia mangium fué proporcionada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); ésta provenía de calidad certificada y procedente de La Máquina, Guatemala y Santa Teresa, Armenia, El Salvador, respectivamente.

#### 3.6.2. Tratamiento Pre-germinativo de Acacia mangium

Este tratamiento consistió en envolver la semilla en un cedazo plástico para luego sumergirlas, en agua caliente (70°C) por un lapso de tiempo de 1 minuto; posteriormente se expusieron al sol por 30 minutos para su secado a temperatura ambiente.

#### 3.6.3. Siembra

Esta actividad se llevó a cabo sobre los sustratos previa

mente humedecidos a capacidad de campo.

3.6.3.1. Siembra de Eucaliptus camaldulensis

Para llevar a cabo ésta actividad se utilizó una pinza con la cual se recogían de 3 - 5 semillas y se depositaban en cada celda a una profundidad de 0.5 cm. Finalizada la siembra en toda la bandeja se procedió a tapar la misma con bolsas de poliuretano.

3.6.3.2. Siembra de Acacia mangium

Esta se realizó manualmente depositando 2 - 3 semillas por celda y a una profundidad de 1 cm. Posteriormente se procedió a cubrir toda la bandeja con bolsas de poliuretano.

3.6 3.3. Destapado de las bandejas

Se efectuó en el momento en que se observó el 50% de emergencia en cada una de las bandejas, con el fin de evitar daño mecánico.

3.6.4. Raleos

Se llevaron a cabo 2 raleos: el primero a los 8 días después de la siembra para eliminar el exceso de plántula por celda; el segundo se realizó 15 días después del primero, el cual sirvió para dejar 1 plántula por celda.

### 3.6.5. Riegos

Los riegos se llevaron a cabo en 2 fases: la primera dentro del propagador y en donde se aplicaron 2 gl/bandeja/día distribuidas en 1 gl/bandeja en la mañana y en igual proporción para la tarde.

La segunda fase de riego es cuando las plántulas se trasladaron a la galera (para la etapa de endurecimiento) en donde - fué necesario incrementar la cantidad de agua a 4 gl/bandeja/día, fraccionando a 2 gl/bandeja en la mañana y 2 gl/bandeja en la - tarde con el fin de evitar el sobrehumedecimiento.

El control de riego se efectuó mediante un muestreo azarizado de apertura de contenedores para verificar la humedad.

### 3.6.6. Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se realizaron aplicaciones preventivas con fungicida Ridomil en dosis de 5 gr/gl. de agua.

### 3.6.7. Etapa de endurecimiento

En la especie Eucaliptus camaldulensis la etapa de endurecimiento fué iniciada en la galera a los 60 días; realizándose en forma fraccionada, es decir, durante la 1<sup>a</sup>. semana se expusieron al sol solamente en la mañana, luego se retiraban hacia la sombra en la misma galera, la 2a semana se expusieron al sol hasta el mediodía, en la 3a semana fueron expuestos durante to-

do el día y ubicados permanentemente sobre los bancos de madera.

La especie de Acacia mangium a diferencia del Eucaliptus - fue trasladada a la galera a los 75 días después de la siembra (debido a su retrasado crecimiento) para iniciar su endurecimiento en forma fraccionada al igual que la especie anterior.

#### 3.6.8. Empaque y transporte de las plántulas

Un día previo al empaque de las plántulas se les aplicó riego a capacidad de campo; posteriormente los pilones fueron removidos suavemente de los contenedores y puestos en una hoja de papel periódico (5 pilones/hoja de papel), luego se colocaron en cajas de durapax con capacidad de 180 plántulas/caja; esto permitió minimizar daños del sistema radicular.

Un día después en horas matutinas las plántulas fueron transportadas hacia la Cooperativa Melara de R. L. ubicada en el Km 54 Carretera El Litoral, depto. de La Libertad, la cual presentaba tramos de calle balastreada.

Las plantas se transportaron en vehículo cerrado.

#### 3.7. Establecimiento de la Plantación en el campo

El establecimiento de la plantación se llevó a cabo en la Cooperativa Melara el día 8 de septiembre de 1994, después de una minuciosa selección de plantas que presentaron mejor desarrollo. Se obtuvieron al final 225 plantas aptas para ser plantadas; las cuales se evaluaron por un período de 15 días.

3.7.1. Características del lugar de plantación

Metros sobre el nivel del mar: 6 m.s.n.m.  
Coordenadas Geográficas: 89° 13' longitud  
: 13°28.2' latitud (12)  
Temperatura promedio mensual: 32.5°C (41)  
Precipitación Pluvial: 125 mm durante -  
mes sep.-oct.

Suelo: Textura: Franco Arcilloso - Arenoso  
Color: Grisáceo  
Pendiente: Menor del 2%  
Prof. efectiva: 20 - 35 cms.  
Clase: II A (12)  
Observaciones: Buena retención de agua y lenta permeabilidad.

3.7.2. Labores de preparación del terreno

3.7.2.1. Chapoda del terreno

La limpia se llevó a cabo mecánicamente con un paso de chapodadora.

3.7.2.2. Trazo y marqueo

Para realizarlo se utilizó pita, con la cual se efectuó un cuadrículado a un distanciamiento de 1 X 1 Mt; en cada postura - fueron ubicadas estacas para determinar el lugar en donde se hizo el ahoyado. El área total del terreno fué de 532 Mt<sup>2</sup>.

### 3.7.2.3. Ahoyado

Esta labor consistió en abrir los hoyos con la ayuda de pala duplex, de 0.15 x 0.20 mts de dimensión. Posteriormente se llevó a cabo el plantado.

### 3.7.2.4. Plantado

Previo a realizar esta labor, se realizó un sorteo de las especies y tratamientos para cada bloque.

A la siembra se aplicó 0.5 onza de fórmula 16-20-0 y 2 gr de Volatón 2.5 Gr.

La distribución de las plantas en el campo puede observarse en el Anexo A-5.

### 3.7.2.5. Area de plantado

El área total del terreno fue de 532 m<sup>2</sup>, el cual se dividió en 6 parcelas, cada una de éstas tiene dimensiones de 88.66 m<sup>2</sup>; pero fué tomada en cuenta un área útil de 30 m<sup>2</sup> en cada parcela.

### 3.7.2.6. Mantenimiento

A los 10 días se realizó una limpia de plazoleo en el ensayo, y una 2a. fertilización con sulfato de amonio 0.5 onzas/planta, el cual se incorporó al suelo, a la vez se aplicó Volatón 2.5% Gr 0.5 onzas/planta, para evitar la incidencia de plagas y poner las plántulas en ventajas de crecimiento contra las malezas.



### 3.8. Fase de laboratorio

#### 3.8.1. Determinación de pH

Se procedió a secar todas las muestras a temperatura ambiente. A la muestra ya seca se le agregó una cantidad igual de agua destilada y se agitó manualmente por espacio de una hora.

Después de dicho tiempo se estandarizó el medidor de pH con la solución buffer de pH 7.0 y posteriormente con la solución buffer de pH 4.0. Ya estandarizado el aparato, se midió el pH las muestras introduciendo el electrodo en medio de cada muestra y se realizaron las lecturas correspondientes.

#### 3.8.2. Determinación de la capacidad de captación de agua

Para realizar esta prueba se procedió a pesar cada uno de los sustratos secos (se tomó su peso), posteriormente se llenaron vasos de durapax (de volumen  $12.46 \text{ cm}^3$ ) perforados con 10 agujeros (de 2 mm Aprox.) en su base con cada una de las muestras ya pesadas y se procedió a tomar el dato de peso de muestra seca + peso de vaso.

Luego a cada vaso con muestra se le adicionó agua hasta saturación, se colocaron en una zaranda para dejar escurrir libremente por un período de una hora.

A continuación se determinó el peso del vaso + el sustrato húmedo y por diferencia, según fórmula, se determinó el porcentaje de adsorción de agua. (Ver Cuadro 31).

### 3.9. Metodología estadística

Con el propósito de conocer cuál de los 15 tratamientos empleados resulta mejor, se utilizó el análisis estadístico para compararlos entre sí; mediante los parámetros de: Porcentaje de germinación, altura de la planta, diámetro del tallo y aspecto del follaje (color).

Como hipótesis se planteó que al menos uno de los sustratos a evaluar en la propagación masiva de plantas forestales, contribuirá a disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, la contaminación ambiental, a la vez que resultará ventajoso económicamente.

#### 3.9.1. Diseño experimental y estadístico

El diseño estadístico utilizado en el presente trabajo fue completamente al azar; debido a que las condiciones de establecimiento del ensayo son homogéneas; constando dicho ensayo de 15 tratamientos y 5 repeticiones + análisis de varianza y prueba de Duncan (31).

#### 3.9.2. Tratamientos en estudio

Se utilizaron como materiales básicos: Aserrín de pino, bagazo de caña de azúcar, fibra de estopa de coco seca, granza de arroz más ceniza de granza y pulpa de café, para constituir 11 mezclas y 4 sustratos puros totalizando 15 - tratamientos en diferentes proporciones (%) de las mismas; a cada uno de los tratamientos se les adicionó el 2% de suelo, de la cantidad total de la mezcla. Las cantidades o porcentajes de materiales utilizados en la elaboración de los - tratamientos son :

Cuadro 5. . Porcentajes de sustratos utilizados por -  
tratamiento.

TRATAMIENTOS	S U S T R A T O S (%)				
	ASERRIN	GRANZA DE - ARROZ CON CE NIZA DE A.	BAGAZO DE CAÑA DE - AZUCAR	PULPA DE CAFÉ	FIBRA DE CO CO SECA
T <sub>1</sub>	100%	-	-	-	-
T <sub>2</sub>	-	100%	-	-	-
T <sub>3</sub>	-	-	100	-	-
T <sub>4</sub>	-	-	-	100	-
T <sub>5</sub>	20	20	20	20	20
T <sub>6</sub>	25	-	25	25	25
T <sub>7</sub>	33.3	-	-	33.3	33.3
T <sub>8</sub>	-	25	25	25	25
T <sub>9</sub>	-	33.3	-	33.3	33.3
T <sub>10</sub>	-	-	33	33	33
T <sub>11</sub>	-	-	-	50	50
T <sub>12</sub>	20	30	10	30	10
T <sub>13</sub>	40	30	-	30	-
T <sub>14</sub>	20	20	10	30	20
T <sub>15</sub>	40	40	10	10	-

3.9.3. Unidades experimentales

Para la realización del ensayo se utilizaron 450 -  
contenedores tipo libro; cada contenedor posee 5 celdas,

lo que corresponde a una planta por celda. La unidad experimental la constituyeron 15 plantas y cada tratamiento tenía 5 repeticiones.

#### 3.9.4. Modelo matemático

El modelo estadístico aplicado responde a la siguiente fórmula :

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

Donde :  $Y_{ij}$  = Cada dato, es el valor de la repetición en el tratamiento  $i$ .

$j$  = Repetición dentro del tratamiento

$M$  = Media experimental

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$E_{ij}$  = Error experimental de la parcela ( $ij$ )

$i$  = 1, 2 ..... # número del tratamiento

$j$  = 1, 2 ..... = Cada repetición dentro de cada tratamiento. (31).

#### 3.9.5. Variabes a evaluar

Las variables consideradas para determinar la efectividad de los tratamientos fueron: % germinación, altura de la planta (cms), diámetro del tallo (mm), aspecto del follaje (color).

#### 3.9.6. Toma de datos

##### 3.9.6.1. % de germinación

El porcentaje de germinación se define como el número de semillas germinadas en relación de semillas sembradas - multiplicadas por 100.

3.9.6.2. Altura de planta (cm)

Se tomó semanalmente desde la tercera semana después - de la siembra hasta la semana 16<sup>a</sup>, de lo cual se llevó un registro en tablas.

3.9.6.3. Diámetro del tallo (mm)

Se realizó una medición del tallo a las 16 semanas después de la siembra y previa finalización del ensayo.

3.9.6.4. Aspecto de follaje

Se realizó de una forma apreciativa y se consideró para tal efecto las categorías siguientes :

A = Color verde oscuro en el haz de la hoja (color normal de la especie).

B = Verde pálido.

C = Color amarillento.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Aspectos Generales del Cultivo de Eucaliptus

##### Camaldulensis.

##### 4.1.1. Fase de Emergencia

Este conteo fué realizado seis días después de la -  
siembra, ya que ésta es rápida desde 4 días a 1 semana(16)

La emergencia no fué uniforme en los distintos sustra-  
tos en estudio, según lo muestra el cuadro 6 y Fig.1.

Cuadro 6. Porcentaje de germinación de Eucaliptus camal-  
dulensis a los 6 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	% DE EMERGENCIA
T1	40
T2	41.33
T3	44
T4	50.66
T5	76
T6	66.66
T7	73.33
T8	65.33
T9	66.66
T10	78,66
T11	48
T12	60
T13	52
T14	81.3
T15	44.53

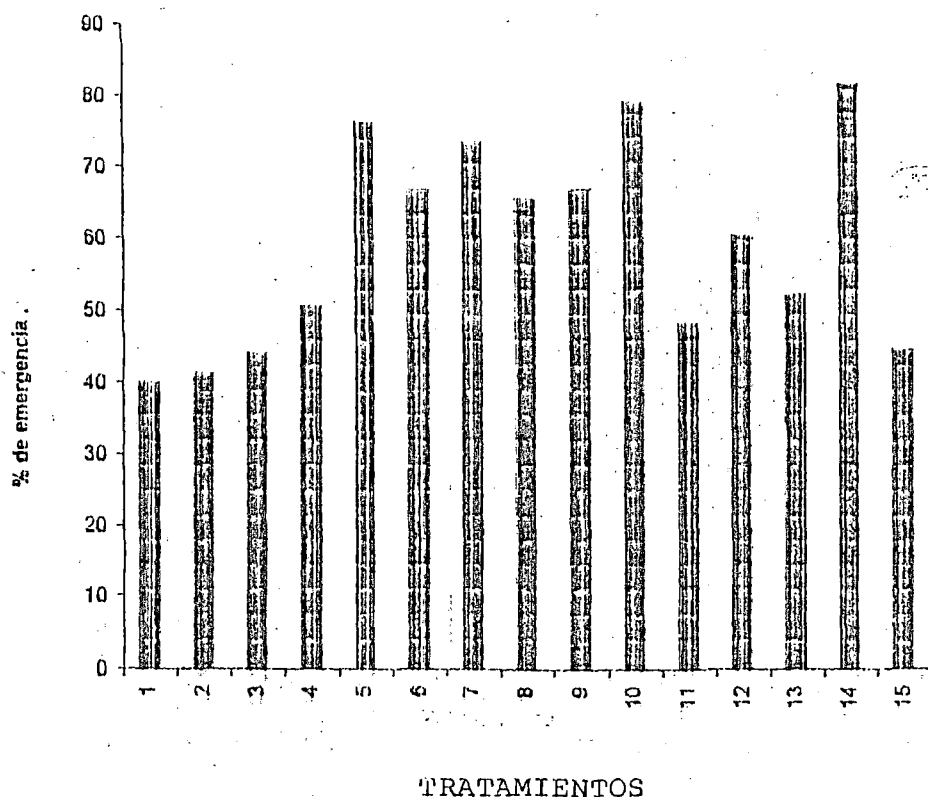


Fig.1. Porcentaje de germinación de Eucalyptus camaldulensis a los 6 días después de la siembra.

Como puede observarse, el mejor tratamiento fué el T<sub>14</sub>.

La posible razón de esta respuesta es que los componentes aserrín, granza de arroz, bagazo de caña y fibra de coco presentaron mejores condiciones para que se lleve a cabo la germinación debido a que guardan por más tiempo la humedad y además presentan buen drenaje (Cuadro 31); ésto sumado a la buena aireación permitió que se iniciara el proceso de respiración y crecimiento del embrión hasta lograr romper la testa de la semilla y emerger del medio (6).

4.1.2. Control de plagas y enfermedades

Se realizó un control constante de plagas y enfermedades; sin embargo, en la semana 4<sup>a</sup> después de la siembra se tubo un ataque severo de zompopo (Atta sp) lo que ocasionó la pérdida total de tratamientos en la R<sub>2</sub>.

4.2. Altura de plantas de Eucaliptus camaldulensis a la 7a. y 16a. semana

Semanalmente se registraron las alturas de plantas para cada uno de los tratamientos investigados.

Para los análisis estadísticos se seleccionaron las mediciones a la 7a. y 16a. semana, debido a que en estas semanas se comenzó a detectar diferencia entre los datos.

El análisis de varianza para la 7a. semana permitió -- apreciar diferencias estadísticamente significativas en -- cuanto a altura a un nivel del 1% de probabilidad, como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza de altura en (cm) correspondiente a la 7a. semana de Eucaliptus camaldulensis.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	13	58.24	14.561	21.13	2.54	3.58
Repeticiones	4	230.25	17.711	25.92**	1.93	2.53
Error Experm.	52	25.06	0.491			
T O T A L	69	324.33				

\*\* : Altamente significativo.



Mediante la prueba de Duncan a partir del A-6 para los tratamientos se pudo determinar que existe diferencia estadísticamente significativa, notándose 3 grupos diferentes, según Cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Duncan, para la altura de plantas de Eucaliptus camaldulensis, a la 7a. semana después de la siembra. UES, 1995.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIAS DE MEDIAS
T 5	8.340	A
T 10	8.240	A
T 9	6.848	B
T 7	6.542	B
T 11	6.284	BC
T 8	6.210	BC
T 14	6.180	BC
T 6	5.360	C
T 13	4.234	D
T 12	4.042	DE
T 15	3.312	DE
T 3	3.302	DE
T 2	3.234	DE
T 1	2.718	E
T 4	0	0

Al observar el comportamiento de la altura de plantas de Eucaliptus en los diferentes tratamientos, se determinó que T<sub>5</sub> alcanzó la mayor altura (8.340 cms) y la menor altura el T<sub>1</sub> (2.718 cms). Esta óptima respuesta del T<sub>5</sub> probablemente se debe a que el Aserrín y el bagazo de Caña participan en la composición del sustrato en una proporción del 20% (ver cuadro 31), como lo sugiere FUSADES (23) en estudios realizados donde reporta que el Aserrín y el bagazo de Caña de Azúcar no deben participar como sustrato en más del 20% del volumen total de la mezcla, ya que estos materiales poseen una alta relación C: N lo que significa que el nitrógeno asimilable es transformado por los microorganismos para la formación de sus tejidos y no está disponible a la planta. (43)

El análisis de varianza para la altura en la semana 16 después de la siembra, determinó que hubo diferencia significativa entre tratamiento, como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de Varianza para la altura en cms de Eucaliptus camaldulensis en la semana 16a. UES, 1995.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. TABLAS	
					0.05	0.01
Tratamiento	3	6.35	2.117	0.92	2.34	3.68
Repetición	4	2112.77	162.521	70.32**	1.93	2.53
Error Exp.	52	87.13	2.293			
Total	59	2209.20				

\*\* Altamente significativo

mediante la prueba de Duncan a partir del A-7 para los tratamientos se pudo determinar 3 grupos estadística-mente diferentes como se aprecia en el Cuadro 13.

Cuadro 10. Prueba de Duncan de diferencia de medias de la altura de Eucaliptus camaldulensis, correspondiente a la 16 semana después de la siembra al 1% de significancia. UES, 1995.

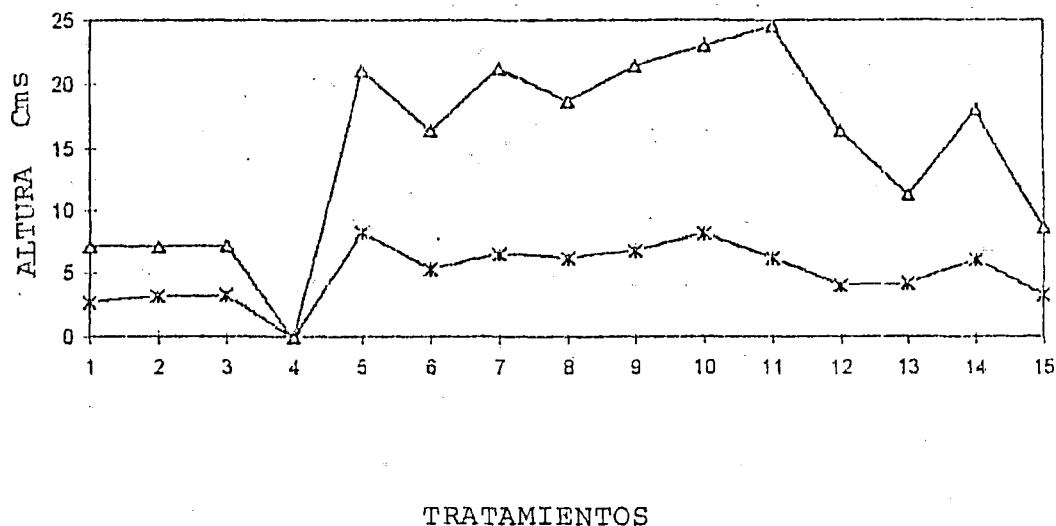
TRATAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIAS DE MEDIAS
T <sub>11</sub>	24.62	A
T <sub>10</sub>	23.07	AB
T <sub>9</sub>	21.46	B
T <sub>7</sub>	21.30	B
T <sub>5</sub>	21.18	B
T <sub>8</sub>	18.78	C
T <sub>14</sub>	18.18	CD
T <sub>12</sub>	16.49	D
T <sub>6</sub>	16.47	D
T <sub>13</sub>	11.42	E
T <sub>15</sub>	8.715	F
T <sub>3</sub>	7.280	F
T <sub>2</sub>	7.180	F
T <sub>1</sub>	7.150	F

Se puede apreciar que el tratamiento T<sub>11</sub> alcanzó la mayor altura 24.62 cm y la menor altura se reportó para

el  $T_1$  7.15 cm.

Esta diferencia es muy probable que se debe a los -- componentes del  $T_{11}$ : pulpa de Café y fibra de coco en una proporción del 50% (ver cuadro .31<sup>4</sup>). La pulpa de Café reporta un alto contenido de materia Orgánica, Nitrógeno, y Potasio disponibles a la planta, lo que produce efectos beneficiosos en la misma. (45). Además, se reporta que las cáscaras de coco en descomposición puede ser usados como abono orgánico (32) y el polvo de la fibra de coco tiene un extraordinario poder de retención de --  $H_2O$ . (26)

En la siguiente figura se presenta el comportamiento de crecimiento de las plantas de Eucaliptus camaldulensis a la 7 y 16 semanas, después de la siembra en el cual se puede observar el comportamiento de los sustratos durante la fase de vivero.



△	□
7 semanas	16 semanas

Fig. No. 2. Altura de plantas de Eucaliptus camaldulensis a las 7a y 16a semanas después de la siembra UES. 1995.

4.3. Color del Follaje de las plantas de Eucaliptus camaldulensis

Para la evaluación de esta variable se tomaron en cuenta el color presente en el follaje de la planta en cada uno de los tratamientos. Para tal efecto se identificaron tres categorías: A, B, C.

Categoría A: El color para esta categoría se definió como verde oscuro.

Categoría B: El color para esta categoría se definió como verde pálido.

Categoría C: El color para esta categoría se definió como color amarillento.

Cuadro 11. Observación visual del color del follaje, en la semana 15a, después de la siembra de Eucaliptus camaldulensis. UES, 1995.

TRATAMIENTOS		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>	t <sub>13</sub>	t <sub>14</sub>	t <sub>15</sub>
CATEGORIAS																
A						X	X	X		X	X	X				X
B			X	X	X				X				X	X		X
C		X														

Según se observa en el Cuadro 11, el color del follaje fué variable en toda la población ya que se presentaron plantas con tonalidades de las tres categorías.

#### 4.4. Diámetro del tallo

La variable diámetro del tallo fué evaluada en la semana 16, antes de ser transplantadas al lugar definitivo (campo).

El ANVA para esta semana muestra diferencias estadísticamente significativas a un nivel del 1% de probabilidad, como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza de diámetro del tallo - (mm) de Eucaliptus camaldulensis. UES, 1995

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	13	22.91	1.763	59.60**	1.95	2.56
Repetición	4	0.41	0.102	3.45	2.56	3.72
Error Experim.	52	1.54	0.030			
T O T A L	69	24.86				

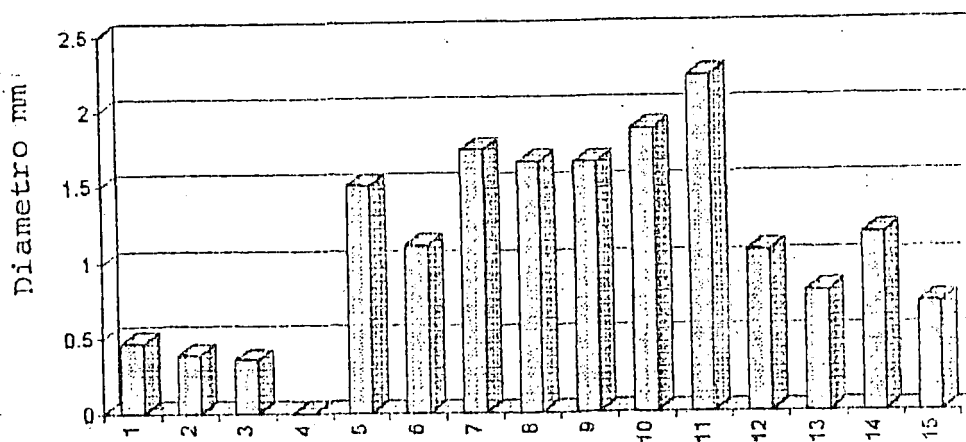
\*\* : Altamente significativo.

A través de la prueba de Duncan para los tratamien-  
tos se puede determinar que existe diferencia estadísti-  
camente significativa. Pudiéndose observar tres grupos di-  
ferentes.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para el diámetro del ta-  
llo de las plantas de Eucaliptus camaldu-  
lensis a las 16 semanas después de la  
siembra. UES, 1995.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS
T <sub>11</sub>	2.218	A
T <sub>10</sub>	1.864	B
T <sub>7</sub>	1.728	BC
T <sub>8</sub>	1.646	BC
T <sub>9</sub>	1.642	BC
T <sub>5</sub>	1.500	C
T <sub>14</sub>	1.172	D
T <sub>6</sub>	1.114	D
T <sub>12</sub>	1.071	D
T <sub>13</sub>	0.802	E
T <sub>15</sub>	0.724	E
T <sub>1</sub>	0.471	F
T <sub>2</sub>	0.390	F
T <sub>3</sub>	0.335	F
T <sub>4</sub>	-	-





#### TRATAMIENTOS

Fig. 3. Gráfico de diámetro de plantas de Eucalyptus camaldulensis a las 16 semanas después de la siembra. UES, 1995.

Se observa que el T<sub>11</sub> obtuvo el mayor diámetro, siendo éste el mismo que presentó los valores máximos para la altura. Según Orellana Núñez, la altura de las plantas es proporcional al diámetro de la misma.

Además Pritchett (35.) asevera que a pesar de la eficiencia de la mayor parte de los sistemas radicales, la distribución y el crecimiento de las plantas están controlados en su mayoría por el abastecimiento del agua ya sea por escasez o por exceso de ella.

---

\* Comunicación Personal con el Ing.Agr. Mario Orellana Núñez. Docente de la Facultad de Ciencias Agronómicas. U.E.S.

4.5. Análisis Beneficio - Costo en la producción de plantas de Eucaliptus camaldulensis.

Para el análisis del Beneficio - Costo se escogieron los 3 mejores tratamientos que respondieron en cuanto a las variables analizadas. Al observar los resultados obtenidos, Cuadro 17, Fig. 4, se puede apreciar que el tratamiento T<sub>10</sub> constituido por el 33.33% de bagazo de caña de azúcar + 33.33% de pulpa de café + 33.33% de fibra de coco, Es el más rentable debido a que utiliza menores cantidades de materias primas, más baratos, los cuales minimizan los costos, y reporta ¢ 1.36 de B/C lo que representa que por cada colón invertido se generaron 36 centavos de ganancia. Lo contrario sucede en el tratamiento T<sub>5</sub> -- compuesto de 20% de todos los materiales (ver cuadro 31) utilizando materiales que reportaron costos mayores, por ello se ve incrementado el costo, y nos proporciona -- ¢ 0.16 de B/C por cada colón invertido.

Detalle de Costos de los 3 tratamientos se presentan en los cuadros 14, 15 y 16,

Cuadro 14. Detalle de gastos para la producción de plántulas de Eucaliptus camaldulensis, mediante la técnica de Root trainer utilizando como sustrato la mezcla de 20% aserrín, 20% granza de arroz con ceniza de granza, 20% bagazo de caña, 20% pulpa de café y 20% fibra de coco seca. UES, 1995.

Tratamiento: T <sub>5</sub>					
RUBROS	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO/ UNIDAD (¢)	COSTO TOTAL (¢)		AMORTIZACION (No. COSECHA)
<u>A-MATERIAL</u>					
Mezcla	10 lb	0.81	8.10	1	8.10
Zaranda 162' x 162'	1 yda	29.00	29.00	15	1.93
Alambre galvanizado No. 14	1/2 lb	5.50	2.75	15	0.183
Pinza (pequeña)	1	16.50	16.50	15	1.1
Tijera para cortar lámina de 10'	1	22.50	22.50	15	1.5
Papel periódico	1 lb	0.16	0.16	1	0.16
<u>B-EQUIPO</u>					
Contenedores	15	2.81	42.15	6	7.025
Bomba de Aspersión	1	200.00	200.00	30	6.66
<u>C-INSUMOS</u>					
Fungicidas	7 gr	0.45	6.30	1	3.15
Semillas	1 gr	2.20	2.20	1	2.20
					32.00
<u>D-MANO DE OBRA</u>					
Por atención al cultivo					
5 x 112 días = $\frac{560 \text{ min}}{60 \text{ min}}$ 9.33 h x 2.45 = 22.86 =					
2.45 =					22.86
					54.86

Cuadro 15. Detalle de gasto para la producción de plántulas de Eucaliptus camaldulensis mediante la técnica de Roottrainer utilizando como sustrato la mezcla de: 33.33% de bagazo de caña de azúcar, más 33.33% de pulpa de café y 33.33% de fibra de coco. UES, 1995.

TRATAMIENTOS: T <sub>10</sub>					
RUBROS	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO/ UNIDAD (¢)	COSTO TOTAL (¢)	AMORTIZACION (No. COSECHAS)	
<u>A- MATERIAL</u>					
Mezcla	10 lb	0.82	8.25	1	8.25
Zaranda 1/2' x 1/2'	1 yda	29.00	29.99	15	1.93
Alambre galvanizado	1/2 lb	5.50	2.75	15	0.183
Tijera para cortar lámina de 10'	1	22.50	22.50	15	1.5
Pinzas 6'	1	16.50	16.50	15	1.1
Papel periódico	1 lb	0.16	0.16	1	0.16
<u>B-EQUIPO</u>					
Contenedores	15	2.81	42.15	6	7.025
Bomba de mochila	1	200	200	30	6.66
<u>C-INSUMOS</u>					
Fungicidas	7 gr	0.45	6.30	1	3.15
Semillas	1 gr	2.2	2.20	1	2.20
					<u>32.18</u>
<u>D-MANO DE OBRA</u>					
Por atención al cultivo.					
5 días x 112 días = $\frac{560 \text{ min}}{60 \text{ min}}$ 9.33 h x 2.45 = 22.86					
2.45 = <u>22.86</u>					
55.04					

Cuadro 16. Detalle de gastos para la producción de plantulas de Eucaliptus camaldulensis mediante la técnica de Root trainer utilizando como sustrato la mezcla de 50% de pulpa de café más 50% de fibra de coco seco. UES, 1995.

TRATAMIENTO: T <sub>11</sub>					
RUBROS	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO/ UNIDAD (¢)	COSTO TOTAL		AMORTIZACION (No. COSECHA)
<u>A-MATERIAL</u>					
Mezcla	10 lb	0.75	7.50	1	7.50
Zaranda 1/2' x 1/2'	1 yda	29.00	29.00	15	1.93
Alambre galvanizado N. 14	1/2 lb	5.50	2.75	15	0.183
Tijera para cortar lámina de 10'	1	22.50	22.50	15	1.5
Papel periódico	1 lb	0.16	0.16	1	0.16
Pinza 6'	1	16.50	16.50	15	1.1
<u>B-EQUIPO</u>					
Contenedores	15	2.81	42.15	6	7.025
Bomba de Aspersión	1	200.00	200.00	30	6.66
<u>C-INSUMOS</u>					
Fungicidas	7 grs	0.45	3.15	1	3.15
Semillas	1 gr	2.2	2.20	1	2.20
					31.408
<u>D-MANO DE OBRA</u>					
Por atención al cultivo					
$5 \times 112 \text{ días} = \frac{560 \text{ min}}{60 \text{ min}} 9.33 \text{ h} \times 2.45 = 22.86 =$					
$2.45 = \frac{22.86}{54.26}$					

Quadro 17. Análisis de beneficio-costo para los tres mejores tratamientos utilizados en la evaluación de sustratos mediante la técnica de contenedores en la producción de plantas de Eucaliptus (Eucaliptus camaldulensis) UES, 1995.

TRATAMIENTO	COSTO TOTAL	COSTO/PLANTA	INGRESO*	I.NETO	B/C
t <sub>10</sub>	∅ 55.04	∅ 0.73	∅ 75	∅ 19.96	1.36
t <sub>11</sub>	54.27	0.72	67.50	13.23	1.24
t <sub>5</sub>	54.86	0.73	63.75	8.89	1.16

\* Precio de venta estimado en ∅ 1.00/planta

\* Ingreso por 75 plantas

RELACION BENEFICIO - COSTOS

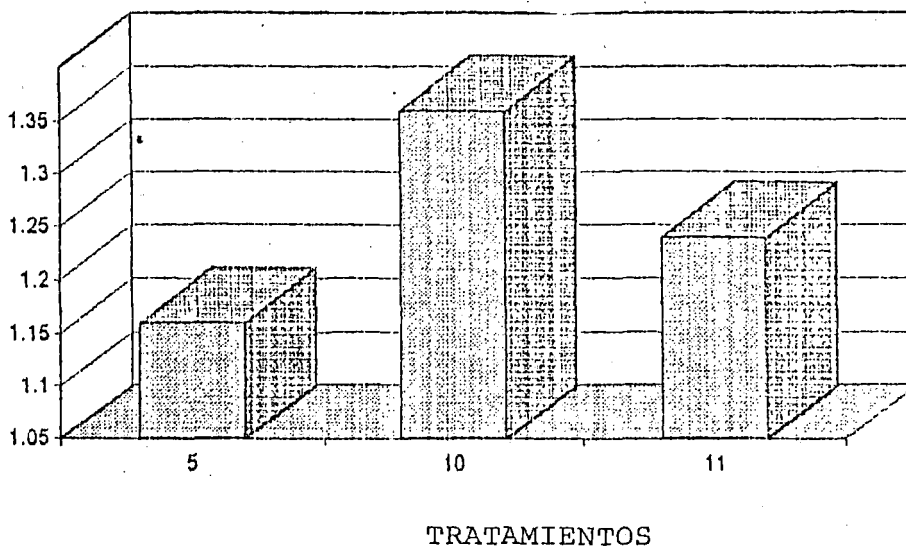


Fig. 4. Análisis Beneficio -Costo para los tratamientos que mejor respondieron en la producción de plantas de Eucaliptus (Eucaliptus camaldulensis) mediante la técnica de contenedores. UES, 1995.

4.6. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de Eucaliptus camaldulensis, 15 días después del trasplante.

Para el análisis de esta variable se escogieron los tratamientos que alcanzaron 10 cm de altura como mínimo y se trasplantaron.

Al observar los resultados se aprecia que los tratamientos  $t_5$ ,  $t_9$ ,  $t_{10}$ ,  $t_{11}$  respondieron mejor; no así el tratamiento  $t_6$  el cual obtuvo un 55.5% de sobrevivencia. (Cuadro 17, Fig. 5).

Cuadro 18. Porcentaje de sobrevivencia 15 días después del trasplante (evaluadas semanalmente), en Eucaliptus (Eucaliptus camaldulensis). UES, 1995.

TRATAMIENTO	No. DE PLANTAS SEMBRADAS	% DE SOBREVIVENCIA 1a. SEMANA	% DE SOBREVIVENCIA 2a. SEMANA
T <sub>1</sub>	*	*	*
T <sub>2</sub>	*	*	*
T <sub>3</sub>	*	*	*
T <sub>4</sub>	*	*	*
T <sub>5</sub>	9	100	100
T <sub>6</sub>	9	77.77	55.5
T <sub>7</sub>	9	77.77	77.7
T <sub>8</sub>	9	88.88	77.7
T <sub>9</sub>	9	100	100
T <sub>10</sub>	9	100	100
T <sub>11</sub>	9	100	100
T <sub>12</sub>	-	-	-
T <sub>13</sub>	9	88.88%	77.77
T <sub>14</sub>	9	88.88%	77.77
T <sub>15</sub>	*	*	*

\* Plantas no sembradas, porque no alcanzaron la altura requerida.

- Plantas no sembradas por poca disponibilidad.



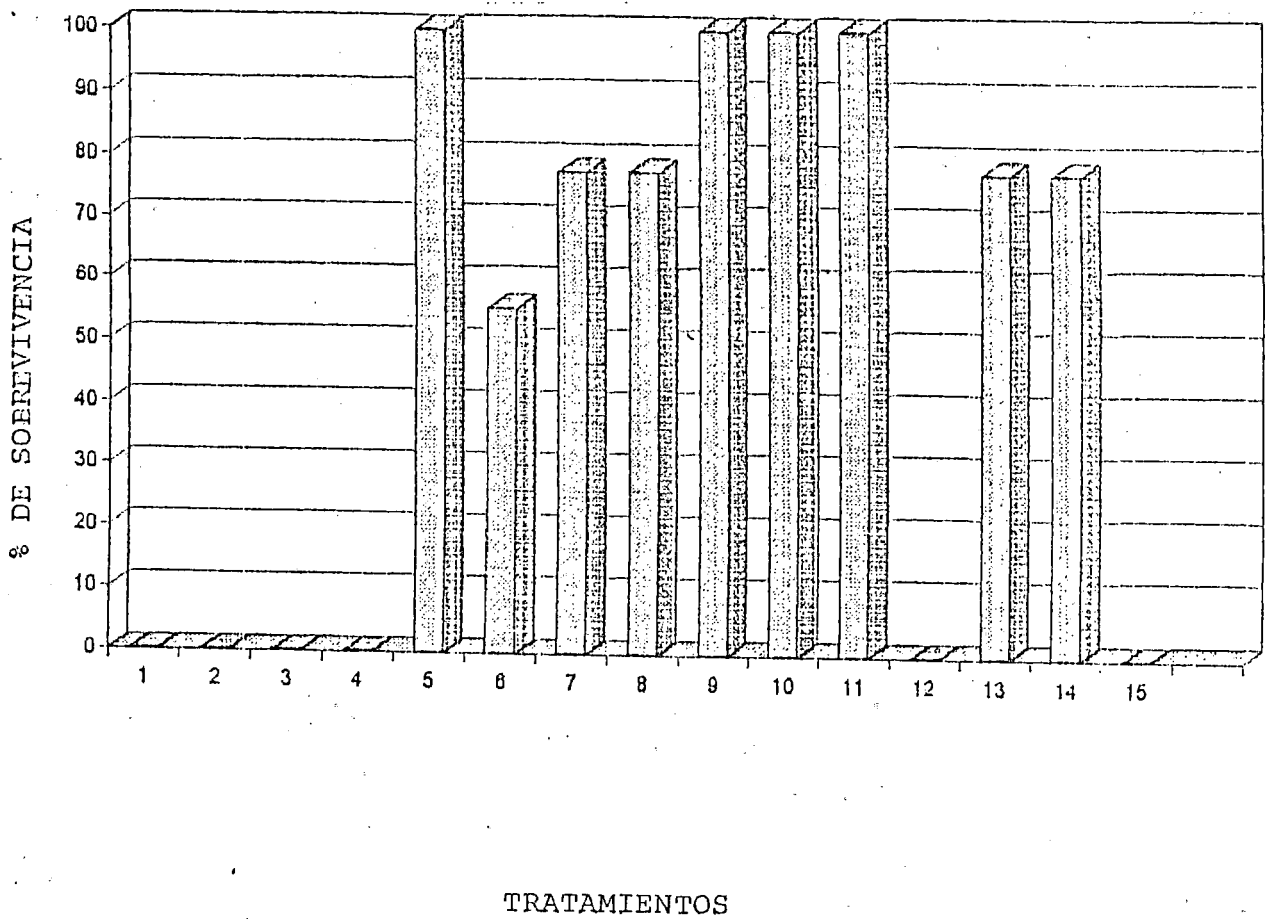


Fig. 5. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de Eucalyptus camaldulensis, 15 días después del trasplante UES, 1995.

4.7. Aspectos Generales del Cultivo de Acacia mangium

4.7.1. Fase de germinación:

La emergencia de las plántulas se evaluó a los 8 - días ya que se reporta que ésta inicia a los 3 días y se completa en 8 - 10 días (17)

CUADRO 19.. Porcentaje de emergencia de Acacia mangium correspondiente a 18 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE EMERGENCIA
T <sub>1</sub>	32
T <sub>2</sub>	13.3
T <sub>3</sub>	34.6
T <sub>4</sub>	23.33
T <sub>5</sub>	46.66
T <sub>6</sub>	50.66
T <sub>7</sub>	48
T <sub>8</sub>	36
T <sub>9</sub>	18.66
T <sub>10</sub>	12
T <sub>11</sub>	2.66
T <sub>12</sub>	24
T <sub>13</sub>	44
T <sub>14</sub>	25.33
T <sub>15</sub>	41.33

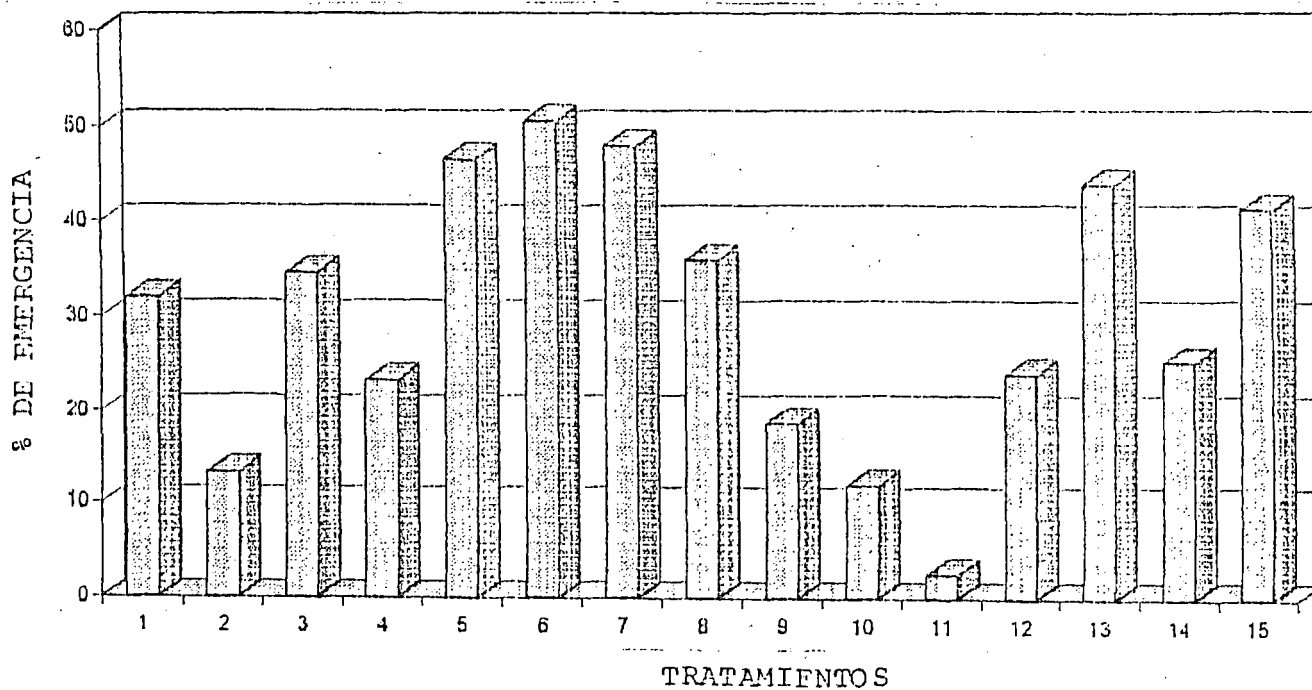


Fig. No. 6. Porcentaje de germinación de Acacia mangium  
U.E.S., 1995.

La germinación no fué uniforme en los distintos tratamientos, según lo muestra el cuadro 19 y Fig. 6.

Reportándose un mayor porcentaje en el  $t_6$  con 50.66% y un menor en el  $t_{11}$  con 2.66%. Probablemente esta diferencia se debe a que dentro del  $t_6$  se tiene el componente aserrín, el cual proporciona finas partículas lo que permite mejores condiciones para la germinación.

4.7.2. Control de plagas y enfermedades

Debido a los controles preventivos y al manejo adecuado de los riegos, no se observó un ataque severo de plagas y enfermedades.

4.8. Altura de plantas de Acacia mangium en la 4a. y 11a. semana

Para evaluar el comportamiento de esta variable se realizaron mediciones semanales, de las cuales para efecto de análisis estadísticos, se seleccionaron 2 fechas de fase de vivero: a las 4<sup>a</sup> y 11<sup>a</sup> semanas después de la siembra.

A la 4<sup>a</sup> semana, se observó que la mayor altura se obtuvo en el tratamiento T<sub>6</sub> con Aserrín, pulpa de café, fibra de coco seca y bagazo de caña de azúcar en una proporción del 25% (ver Cuadro No. 31).

Mientras que en el tratamiento T<sub>4</sub> con pulpa de café se obtuvo la menor altura (ver Cuadro 21).

El análisis de varianza denota que existe diferencia significativa estadísticamente entre tratamientos.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la altura de plantas de Acacia mangium a la 4<sup>a</sup> semana después de la siembra en contenedores o Roottrainer. UES. -- 1995.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F. Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	14	33.93	2.424	7.69**	1.88	2.43
Repeticiones	4	0.70	0.176	0.56	2.54	3.68
Error Experiment.	56	17.64	0.315			
T O T A L	74	52.27				

\*\* Altamente significativo.

Cuadro 21. Prueba de Duncan de Diferencias de Medias en la altura de Acacia mangium correspondiente a la 4a. semana después de la siembra al 1% de significancia. UES. 1995.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIA DE MEDIAS
T <sub>6</sub>	6.560	A
T <sub>10</sub>	5.462	B
T <sub>7</sub>	5.336	BC
T <sub>15</sub>	5.280	BC
T <sub>8</sub>	5.264	BC
T <sub>5</sub>	5.034	BCD
T <sub>12</sub>	4.904	BCDE
T <sub>9</sub>	4.842	BCDE
T <sub>13</sub>	4.746	BCDE
T <sub>3</sub>	4.610	CDE
T <sub>14</sub>	4.584	CDE
T <sub>2</sub>	4.404	DE
T <sub>1</sub>	4.330	DE
T <sub>11</sub>	4.188	EF
T <sub>4</sub>	3.502	F

La prueba de Duncan a partir del A-8 demostró que el tratamiento T<sub>6</sub> estadísticamente es superior a los otros sustratos (Cuadro 21). Esta diferencia pudo ser debido a la relación pulpa de café - y fibra de coco. En la cual, la fibra de coco po-

see un extraordinario poder de retención de agua (33) y su estructura fibrosa aporta mayores espacios porosos al medio. Lo que se traduce en un mejor aprovechamiento de nutrientes.

El Análisis de Varianza para la 11a. semana demue-- tra que existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos.

Cuadro 22.. Análisis de varianza de altura (cms.) de plantas de Acacia mangium correspondien-- te a la 11a. semana después de la siem-- bra. UES, 1995.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F. TABLAS	
					5%	1%
Tratamiento	14	459.22	32.801	47.20**	1.88	2.43
Repetición	4	17.62	4.405	6.34	2.54	3.68
Error Exp.	56	38.92	0.695			
Total	74	515.75				

\*\* Altamente significativo

Mediante la prueba de Duncan a partir de A-9 determi-- nó estadísticamente que el tratamiento T<sub>10</sub> es superior a los demás.

Cuadro 23. Prueba de Duncan para la diferencia entre medias de los sustratos en la altura de plantas de Acacia mangium, correspondiente a la 11<sup>a</sup> semana después de la siembra, al 1% de significancia. UES, 1995.

SUSTRATOS	MEDIAS	DIFERENCIAS DE MEDIAS
T <sub>10</sub>	13.87	A
T <sub>6</sub>	12.47	B
T <sub>8</sub>	11.25	C
T <sub>11</sub>	11.18	C
T <sub>9</sub>	10.84	CD
T <sub>7</sub>	9.854	D
T <sub>12</sub>	7.990	E
T <sub>5</sub>	7.432	EF
T <sub>14</sub>	7.294	EFG
T <sub>4</sub>	7.222	EFGH
T <sub>15</sub>	7.116	EFGH
T <sub>13</sub>	6.584	FGH
T <sub>1</sub>	6.228	GH
T <sub>3</sub>	6.226	GH
T <sub>2</sub>	6.058	H

Esta diferencia puede deberse a que los componentes - pulpa de café y bagazo de caña poseen un 91.20% y 92.18% de

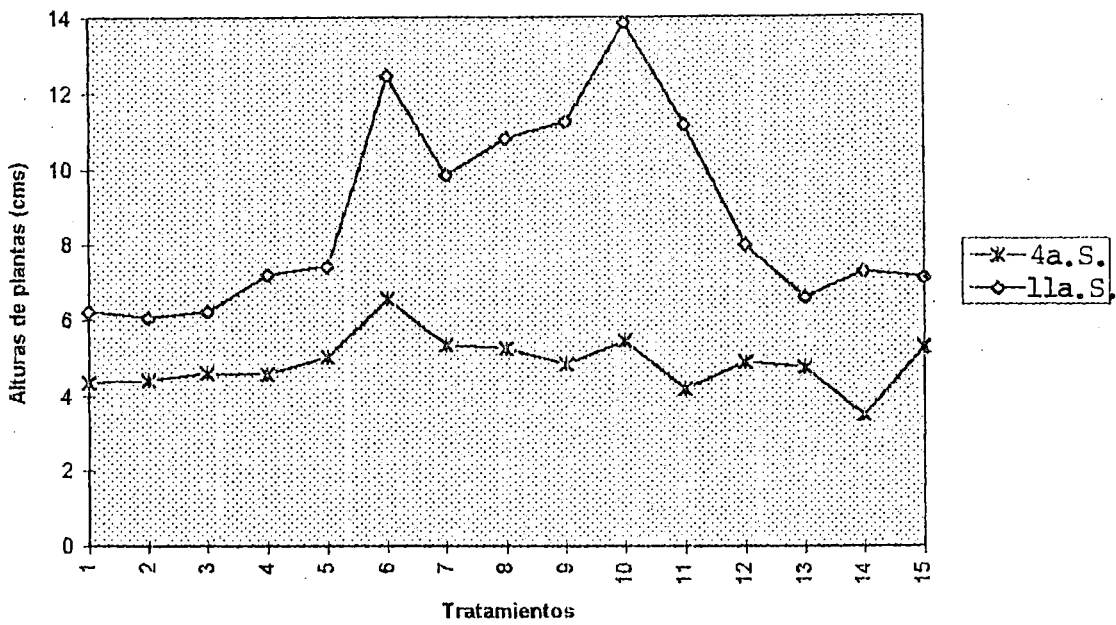


Fig. 7. Altura de plantas de Acacia mangium a las 4a. y 11a. semana después de la siembra.



materia Orgánica respectivamente y a la relación del 50% - de cada uno (1, 13). (Ver Cuadro 4).

Según Pritchett (35) los materiales orgánicos fibro- sos tienen altas capacidades de retención de agua, lo cual favorecen el sistema de fijación simbiótica de N<sub>2</sub> (3).

En estudios realizados por la FAO, se reporta que las Acacias tienen capacidad para desarrollar este proceso. - La combinación de estos factores influyen en la tasa de - crecimiento (35).

#### 4.9. Diámetro del tallo de plantas de Acacia mangium

Esta variable fué evaluada únicamente en la semana 16 después de la siembra.

El ANVA para la 16<sup>a</sup>. semana nos muestra que existen di- ferencias estadísticamente significativas a un nivel del - 1% de probabilidad.

Lo anterior se muestra en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Análisis de varianza de diámetro del tallo -- (mm) de Acacia mangium. UES, 1995.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas.	
					5%	1%
Tratamiento	14	7.23	0.516	20.87**	1.88	2.43
Repetición	4	0.10	0.026	1.04	2.54	3.63
Error Experim.	56	1.38	0.025			
T O T A L	74	8.71				

\*\* : Altamente significativo.

Mediante la prueba de Duncan para los Tratamientos - se puede determinar que existe diferencia estadísticamente significativa.

Cuadro 25. Prueba de Duncan para el diámetro del Tallo de las plantas de Acacia mangium a la 16a. semana después de la siembra. UES, 1995.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	DIFERENCIA ENTRE MEDIAS
T <sub>10</sub>	1.814	A
T <sub>6</sub>	1.670	AB
T <sub>9</sub>	1.642	ABC
T <sub>11</sub>	1.534	BC
T <sub>8</sub>	1.436	CD
T <sub>7</sub>	1.426	CD
T <sub>4</sub>	1.300	DE
T <sub>14</sub>	1.130	EF
T <sub>15</sub>	1.046	F
T <sub>12</sub>	1.036	F
T <sub>5</sub>	1.028	F
T <sub>1</sub>	0.984	FG
T <sub>3</sub>	0.948	FG
T <sub>2</sub>	0.932	G
T <sub>13</sub>	0.766	G

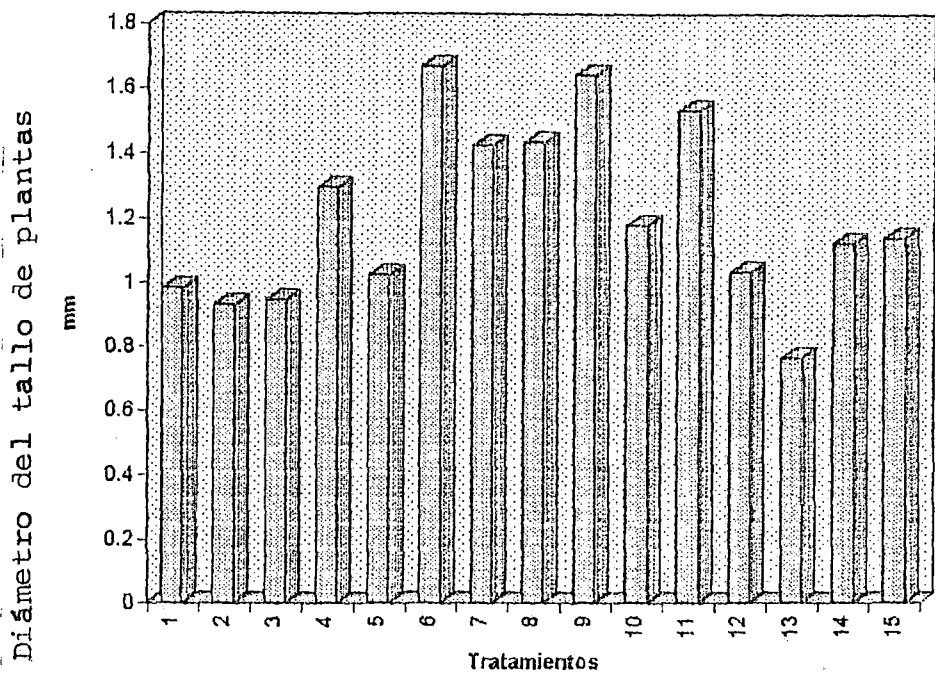


Fig. 8. Diámetro de plantas de Acacia mangium a la décimo sexta semana después de la siembra.

Puede observarse que el mejor tratamiento para diámetro del tallo fué el  $T_{10}$ , coincidiendo con el tratamiento de mayor altura.

Fogg (14) reporta que el crecimiento de cualquier parte de una planta no es independiente, sino que se halla perfectamente coordinada con el de las partes restantes, y que las actividades de los diversos meristemas se hallan correlacionados, de manera que a medida que una planta incrementa su longitud, también aumenta de diámetro y el sistema radical se extiende proporcionalmente.

#### 4.10. Análisis Beneficio-Costo

Para el análisis de esta variable se escogieron los 3 mejores tratamientos que respondieron en cuanto a las variables analizadas. Al observar los resultados obtenidos Cuadro 26), Fig. 7, se puede apreciar que el tratamiento  $T_6$  de 25% aserrín, 25% bagazo de caña de azúcar, 25% pulpa de café, y 25% fibra de coco seca, es el más rentable debido a que las materias primas en igual proporción de 25% disminuyeron los costos. Reportándose un Beneficio-Costo del  $\text{¢ } 1.32$  lo que representa que por cada colón invertido se obtienen 32 centavos de ganancia. Sin embargo en el tratamiento  $T_{11}$ , por cada colón invertido genera  $\text{¢ } 0.12$  ya que su costo se ve incrementado debido al uso de la mezcla en mayor porcentaje.

Los presupuestos de los tres tratamientos se presentan en los cuadros 27), 28 y 29.

4.11. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de Acacia mangium 15 días después del trasplante.

Para el análisis de esta variable se escogieron los tratamientos aptos para ser trasplantados al campo, para observar el porcentaje de plantas que sobrevivieron. Al observar los resultados obtenidos (Cuadro 30 y Fig. 8) se puede apreciar que los tratamientos 1, 8, 11 y 15 sobrevivieron en un 100% en el campo.

Cuadro 30. Porcentaje de sobrevivencia 15 días después del trasplante en plantas de Acacia (Acacia mangium) UES, 1995.

TRATAMIENTO	No. DE PLANTAS SEMBRADAS	% DE SOBREVIVENCIA A LA 1a. SEMANA	% DE SOBREVIVENCIA A LA 2a. SEMANA
T <sub>1</sub>	7	100	100
T <sub>2</sub>	9	66.66	66.66
T <sub>3</sub>	12	83.33	83.33
T <sub>4</sub>	7	85.71	85.71
T <sub>5</sub>	9	88.88	77.77
T <sub>6</sub>	11	100.00	90.90
T <sub>7</sub>	13	92.3	76.92
T <sub>8</sub>	10	100.00	100.00
T <sub>9</sub>	9	88.88	88.88
T <sub>10</sub>	7	85.71	85.71
T <sub>11</sub>	7	100.00	100.00
T <sub>12</sub>	9	55.55	55.55
T <sub>13</sub>	-	--	--
T <sub>14</sub>	9	66.66	55.55
T <sub>15</sub>	9	100.00	100.00

Cuadro 26. Análisis de beneficio-costo para los tres mejores tratamientos utilizados en la evaluación de sustratos mediante la técnica de contenedores en la producción de plantas de Acacia mangium. UES, 1995.

TRATAMIENTO	COSTO TOTAL	COSTO/PLANTA	INGRESO*	I NETO	B/C
T <sub>6</sub>	59.43	0.79	63.75	15.47	1.32
T <sub>10</sub>	60.81	0.81	75.00	14.19	1.23
T <sub>11</sub>	60.06	0.80	67.50	7.44	1.12

Precio: ¢ 1.00 / planta

\* Ingreso por 75 plantas.

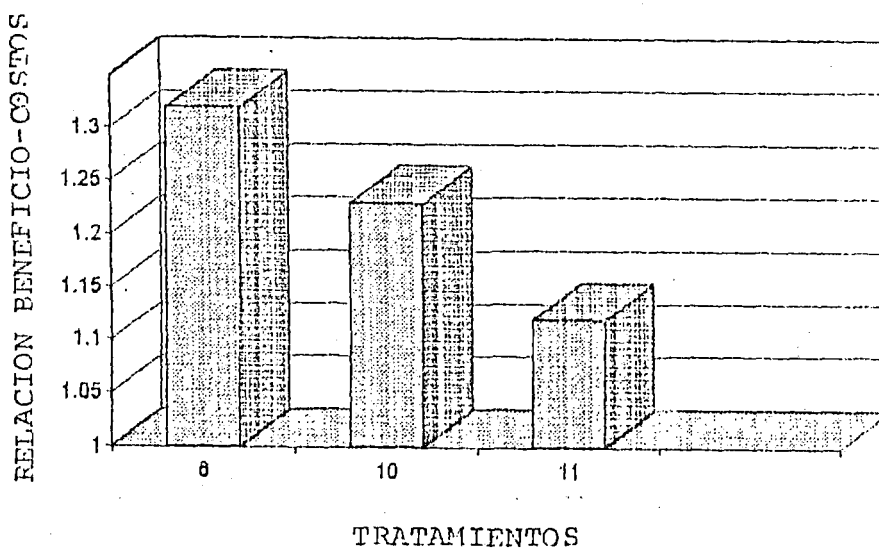


Fig. 9. Análisis beneficio-costo para los tratamientos que mejor respondieron en la producción de plantas de Acacia evaluadas mediante la técnica de contenedores. UES, 1995

Cuadro 27. Detalle de gastos para la producción de plantas de Acacia mangium, mediante la técnica de Roottrainer utilizando como sustrato la mezcla de Aserrin, Baga zo de Caña de Azúcar, pulpa de Café y fibra de Coco seca en una proporción del 25%. UES, 1995.

TRATAMIENTO: T <sub>6</sub>					
DETALLE	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO/ UNIDAD	COSTO TOTAL (¢)		AMORTIZACION (No. COSECHAS)
<u>A- MATERIAL</u>					
Mezcla	10 lb	0.687	6.87	1	6.87
Zaranda 1/2' x 1/2'	1 yda	29.00	29.00	15	1.93
alambre galvanizado No. 14.	1/2 lb	3.50	3.75	15	0.183
Pinza (pequeña)	1	16.50	16.50	15	1.1
tijera para cortar lámina (10')	1	22.50	22.50	15	1.5
papel periódico	1 lb	0.16	0.16	1	0.16
<u>B-EQUIPO</u>					
Contenedores	15	2.81	2.15	6	7.025
Bomba de A presión	1	200.00	200.00	30	6.66
<u>C-INSUMOS</u>					
Fungicidas	7 gr	0.45	3.15	1	3.15
Semillas	4 gr	2.00	8.00	1	8.00
					36.57
<u>D-MANO DE OBRA POR ATENCIÓN AL CULTIVO</u>					
$5 \text{ min} \times 112 \text{ días} = \frac{560 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 9.55 \text{ hr} \times 2.45 = 22.86$					
$2.45 = \frac{22.86}{59.43}$					

Cuadro 28. Detalle de gastos para la producción de plantas de Acacia mangium mediante la técnica de Roottrainer, utilizando como sustrato la mezcla de Bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca en una proporción del 33.3%. UES, 1995.

TRATAMIENTO: T <sub>10</sub>					
RUBROS	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO/ UNIDAD (¢)	COSTO TOTAL (¢)	AMORTIZ. (# COSE CHA)	
<u>A-MATERIAL</u>					
Mezcla	10 lb	0.825	8.25	1	8.25
Zaranda 1/2' x 1/2'	1 yda	29.00	29.00	15	1.93
Alambre galvanizado No. 14	1/2 lb	5.50	2.75	15	0.183
Pinza (pequeña)	1	16.50	16.50	15	1.1
tijera para cortar lámina (10')	1	22.50	22.50	15	1.5
papel periódico	1 lb	0.16	0.16	1	0.16
<u>B-EQUIPO</u>					
Contenedores	15	2.81	42.15	6	7.025
Bomba de aspersion	1	200.00	200.00	30	6.66
<u>C-INSUMOS</u>					
Fungicidas	7 gr	0.45	3.15	1	3.15
Semillas	4 gr	2.00	8.00	1	8.00
					<u>37.95</u>
<u>D-MANO DE OBRA POR ATENCIÓN AL CULTIVO</u>					
5 min x 112 días = $\frac{560 \text{ min}}{60 \text{ min}}$ 9.33 h x 2.45 = 22.86					
2.45 = $\frac{22.86}{60.81}$					



Cuadro 29. Detalle de gastos para la producción de plantas de Acacia mangium, mediante la técnica de Roottrainer, utilizando como sustrato la mezcla, pulpa de Café y fibra de Coco seca en una proporción del 50%. UES, 1995.

TRATAMIENTO: T <sub>11</sub>					
RUBROS	CANTIDAD UTILIZADA	PRECIO/ UNIDAD (¢)	COSTO TOTAL (¢)		AMORTIZACION (NoCOSECHAS)
<u>A-MATERIAL</u>					
Mezcla	10 lb	0.75	7.50	1	7.50
Zaranda 1/2' x 1/2'	1 yda	29.00	29.00	15	1.93
Alambre galvanizado No. 14	1/2 lb	5.50	2.75	15	0.183
Pinza (pequeña)	1	16.50	16.50	15	1.1
Tijera para cortar lámina (10')	1	22.50	22.50	15	1.5
Papel periódico	1 lb	0.16	0.16	1	0.16
<u>B-EQUIPO</u>					
Contenedores	15	2.81	42.15	6	7.025
Bomba de Aspersión	1	200.00	200.00	30	6.66
<u>C-INSUMOS</u>					
Fungicidas	7 gr	0.45	3.15	1	3.15
Semillas	4 gr	2.00	8.00	1	8.00
					37.20
<u>D- MANO DE OBRA POR ATENCION AL CULTIVO</u>					
$5 \text{ min} \times 112 \text{ días} = \frac{560 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 9.33 \text{ h} \times 2.45 = 22.86$					
					22.86
					60.06

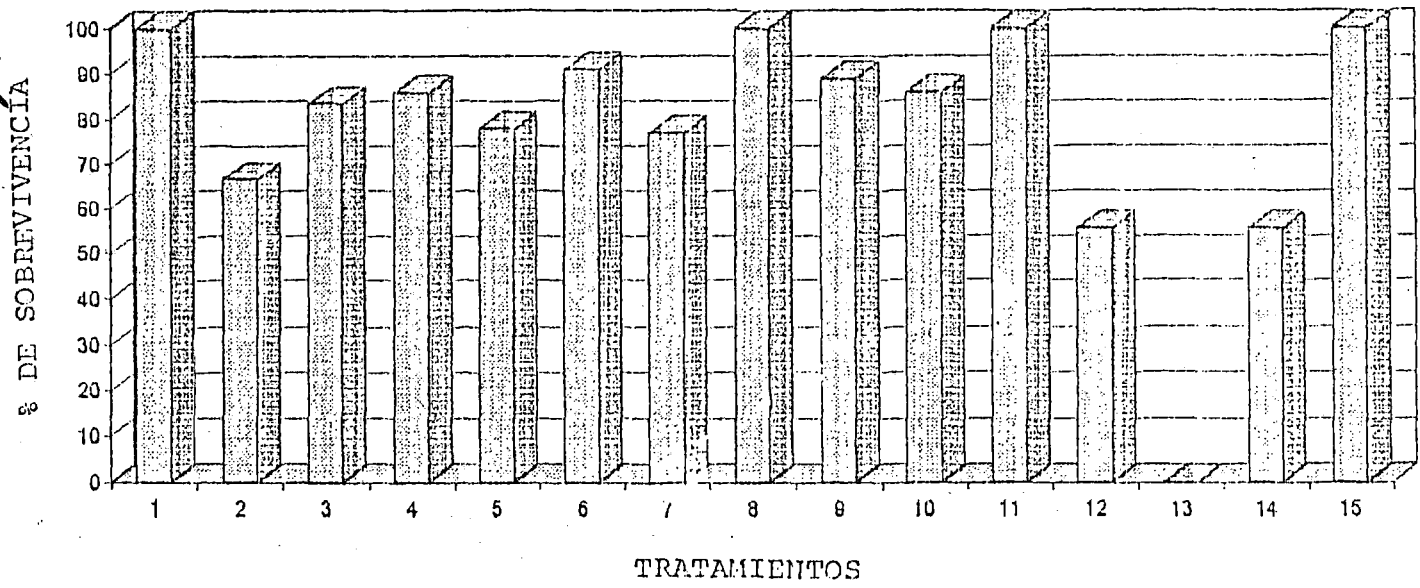


Fig. 10. Porcentaje de sobrevivencia para los tratamientos aptos para trasplante evaluados mediante la técnica de contenedores. UES, 1995.

Cuadro 31. Componentes y características físico-químicas de los tratamientos evaluados.

SIMBOLOGIA : G = Granular  
 L = Laminar  
 IC = Laminar compacta  
 A = Aterronada  
 M = Masiva

TRATAMIENTOS	COMPONENTES, %					PH	ESTRUCTURA	% DE CAPTACION DE AGUA			
	ASERRIN	Granza de A + Ceniza de G.	Bagazo de Caña de - Azúcar	Pulpa de café	Fibra de co co seca			Muy al	ALTO	MEDIO	BAJO
								to			
T <sub>1</sub>	100	-	-	-	-	5.5	G			X	
T <sub>2</sub>	-	100	-	-	-	5.5	L		X		
T <sub>3</sub>	-	-	100	-	-	5.5	IC			X	
T <sub>4</sub>	-	-	-	100	-	5.0	A				X
T <sub>5</sub>	20	20	20	20	20	6.0	M			X	
T <sub>6</sub>	25	-	25	25	25	6.3	M		X		
T <sub>7</sub>	33.3	-	-	33.3	33.3	6.4	M		X		
T <sub>8</sub>	-	25	25	25	25	6.2	M		X		
T <sub>9</sub>	-	33.3	-	33.3	33.3	6.3	M		X		
T <sub>10</sub>	-	-	33.3	33.3	33.3	6.0	M		X		
T <sub>11</sub>	-	-	-	50	50	5.8	M		X		
T <sub>12</sub>	20	30	10	30	10	6.3	M		X		
T <sub>13</sub>	40	30	-	30	-	6.2	M		X		
T <sub>14</sub>	20	20	10	30	20	6.5	M		X		
T <sub>15</sub>	40	40	10	10	-	6.4	M	X			

## 5. CONCLUSIONES

- El tratamiento T<sub>14</sub> compuesto por la mezcla de 20% aserrín, 20% granza de arroz, 10% bagazo de caña de azúcar, 30% pulpa de café y 20% fibra de coco resultó ser el más eficiente para la germinación de Eucaliptus camaldulensis superando a los demás.
- Sin embargo, el tratamiento T<sub>11</sub> compuesto por pulpa de café y fibra de coco seca en proporción del 50% cada uno, resultó ser muy rico en nutrientes disponibles para las plantas de Eucaliptus camaldulensis lo que permitió su mayor altura y diámetro.
- Con relación al análisis beneficio-costos se determinó que el tratamiento T<sub>10</sub> que utiliza los sustratos bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca en proporción de 33.33% de cada uno, resultó ser el más rentable para producir plantas de Eucaliptus camaldulensis.
- La característica física del aserrín dentro del tratamiento T<sub>6</sub>, proporcionó un alto porcentaje de germinación en plantas de Acacia mangium.
- Con relación a la altura y diámetro de Acacia mangium obtenida en la 16a. semana, respondió mejor la mezcla del T<sub>10</sub> compuesto en su mayoría por materiales orgáni

cos fibrosos los que tienen altas capacidades de retención de agua, lo que favorece la fijación simbiótica de nitrógeno.

- En cuanto al costo para producir plantas de Acacia mangium, se reporta más barato y más rentable el tratamiento T<sub>6</sub> compuesto por aserrín, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café y fibra de coco seca en proporción uniforme del 25%.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con este tipo de proyecto para tener una validación de la mezcla de pulpa de café y fibra de coco seca en proporción de 50% como posible sustituto de la tierra para producir plantas de Eucaliptus camaldulensis en la técnica de contenedores.
- No se recomienda el uso de los sustratos como componentes únicos ya que el mayor problema es la retención de humedad, algunas veces es excesiva y otras es mínima.
- Para la producción de plantas de Acacia mangium se recomienda la mezcla de 33.3% bagazo de caña de azúcar, 33.3% pulpa de café y 33.3% de fibra de coco.
- Realizar investigaciones con diferentes sustratos a los utilizados en el presente trabajo a fin de utilizar al máximo los materiales que se cree son de desechos.
- Realizar investigaciones con otros cultivos para la implementación del uso de contenedores, bajo condiciones controladas.
- Estas recomendaciones son válidas bajo condiciones controladas en el propagador y para la zona de San Salvador.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AGROSISTEMAS DE LIBERIA CIENTIFICOS, CONSULTORES Y -  
ASESORES. s.f. Viveros y el uso de contenedores  
(Root trainers). San José, Costa Rica. s.n. s.p.
2. AGUILAR, W.; MORENO C., M.E.; NIETO M., C.A. 1992.  
Cultivo de remolacha (Beta vulgaris) var. Crosby  
egyptian en sustratos de escoria volcánica roja y  
granza de arroz (Oryza sativa L.) utilizando ferti-  
lizantes tradicionales. Tesis Ing. Agr. San Sal-  
vador, Universidad de El Salvador, Facultad de --  
Ciencias Agronómicas. 146 P.
3. AREVALO, R. DE J.; DUEÑAS, J.A. 1992. Interacción de  
tres programas de fertilización y tres densidades  
de siembra en cultivo hidropónico de cebolla (Allium  
cepa) utilizando como sustrato escoria volcánica ro-  
ja. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de -  
El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. -  
123 P.
4. BEER, J.W.; FASSBENDER, H.W.; HEUVELDOP, J. 1989. Avan-  
ces en la investigación forestal. Prioridades de in-  
vestigación en fijación de nitrógeno en los sistemas  
agroforestales. In. Memoria del Seminario en CATIE,  
Costa Rica. P. 253.

5. BRAHAM, J.E. 1978. Pulpa de café. Composición tecnológica y utilización. Bogotá, Colombia CIID. P. 20-21.
6. CENTENO GIRON, J.O. 1990. Evaluación de seis sustratos en la germinación de tres especies forestales tropicales: Caoba (Swietenia humilis), Bálsamo (Miroxylum balsamun var Pereirae) y Funera (Dalbergia funera). Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salv., Fac. CC. AA. P. 45-50.
7. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Sistemas agroforestales. Principios y aplicación en los trópicos. Turrialba, Costa Rica. P. 612-613.
8. CLAROS RAUDALES, S.G.; GUZMAN ARBAIZA, J.R.; LOZANO ABARCA, H.B. 1992. Determinación de un programa de riego en la producción hidropónica de remolacha (Beta vulgaris), utilizando como sustratos escoria volcánica y granza de arroz. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 5, 8-9.
9. COLJAP. INDUSTRIA AGROQUIMICA. 1991. Los sustratos; aprenda fácil cultivos hidropónicos. (Col.) Vol. 3: 41-56.
10. \_\_\_\_\_. 1991. Hidroponía; cultivo sin suelo. Aprenda fácil cultivos hidropónicos. (Col.) Vol. 1: 7-22.



11. CULTIVOS HIDROPONICOS LTDA. 1989. Manual hidropónico: Una huerta en su casa. Bogotá, Colombia. s.n. 1176 p.
12. DENIS, R.J.; BOURNE, W.C. 1962. Levantamiento general de suelos, República de El Salvador; Cuadrante 2356 II Río Jiboa. El Salvador. Dirección General de Investigaciones Agronómicas.
13. DIRECCION GENERAL DE GANADERIA, MAG. 1979. Regulaciones inherentes al control de calidad de materias primas y concentrados destinados a la alimentación y nutrición animal en El Salvador. Departamento de Control de Calidad de Materias Primas y Concentrados, División de Investigación, San Salvador, El Salvador. 5 P.
14. FOGG, G.E. 1967. El crecimiento de las plantas. - Trad. por Jorge Wright. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria. P. 219.
15. FOSSATT, C. 1986. Como practicar el hidrocultivo; sorprendentes resultados del cultivo sin tierra en soluciones de agua. Trad. por M. Liz González. 2 ed. Madrid, España. EDAF. P. 13-143.
16. FREMOND, Y.; ZILLER, R. 1969. El cocotero. Trad. por Angel Hernández Cardona. Barcelona, España. Editorial Blume. P. 180-181.

17. GEILFUS, F. 1994. Arbol al servicio del agricultor. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural, Vol. 2. Guía de Inspección, Santo Domingo, República Dominicana. Do Endo-Caribe y CATIE. P. 420-425.
18. GOMEZ, O.M. 1985. Cultivo de plantas en medios controlados. In. Nutrición Vegetal, algunos aspectos químicos y biológicos; Ed. Manuel Lachica Gorredo; César González Oróstica. España. Estación Experimental del Zardín - Granada (España), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Santiago (Chile). P. 71-99.
19. HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E. 1975. Propagación de -- plantas. Principios y prácticas. Trad. por Antonio Mariano Ambrosio. México, Continental. P. 80, 143-169.
20. HERNANDEZ JUAREZ, M. de J. 1978. Determinación de materiales empleados como abono orgánico e identi-ficación de los más promisorios para el agro salvadoreño. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universi-dad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 18-21.
21. HOLDRIDGE, L.R. 1978. Desarrollo forestal y ordenamiento de cuencas hidrográficas en El Salvador; zo-nas de vida ecológica de El Salvador. Documento de Trabajo No. 6.

22. KRAMER, P.J. 1974. Relaciones hídricas de suelo y plantas; una síntesis moderna. Trad. Leonor Tejada, México, D.F. EDUTEX, S.A. P. 118.
23. MARENCO, J.F.; MENA MENDEZ, R. 1993. Sustratos de enraizamiento evaluados utilizando bandejas para producción de plantas hortícolas. FUSADES-DIVAGRO. San Salvador, El Salvador. 18 P.
24. MARTINEZ CHOTO, M.L.; DIAZ GUILLEN, M. DE J. 1987. Evaluación de mezclas de suelo más arena y fungicidas en la germinación de Eucaliptus camaldulensis. Tesis Ing. Agr. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 3-9, 11-12.
25. MARTINEZ, H. 1990. Camaldulensis (Eucaliptus camaldulensis) especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica, Informe Técnico No. 158, Turrialba, Costa Rica, CATIE. P. 3-5, 8-11.
26. MAZZANI, B. 1963. Plantas oleaginosas. Barcelona, España, Salvat. P. 359.
27. MENDOZA WISSKOPF, J.M.; TINETTI GABIDECO, M.; LAZO FLORES, R.A. 1991. Compostes de desechos agroindustriales para utilizarlo como fuente de humus. Tesis Ing. Químico. San Salvador, El Salvador, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. P. 28-56.
28. MILLER, E.V. 1967. Fisiología vegetal. Trad. por Dr. Francisco Latorre. México. Editorial Hispánica Americana. P. 135.

29. MORAN L., D.R.; ZANOTTI, J.R. 1989. Técnicas de plan  
tación y tipos de plantas de AUM. In Curso Centroa  
mericano de Silvicultura de Plantaciones de Espe-  
cies de Arboles de uso Múltiple (1987. Siguatepe-  
que, Honduras) Memoria ed.: Miguel Angel Musalem.  
Turrialba, C.R. CATIE (Tomo I, Cap. IV). s.p.
30. MUÑOZ VAQUERANO, J.E.; QUINTANILLA GOMEZ, J.R.; RIVA  
RIVERA, F.A.; URBINA OVIEDO, C.A. 1991. Evalua  
ción de tres dosis de ácido indolbutírico (AIB) -  
en el desarrollo de estacas de Eucaliptus camaldu  
lensis y plantación de un huerto clonal. Tesis -  
Ing. Agr., Universidad de El Salvador, Facultad -  
de Ciencias Agronómicas. P. 4-6.
31. NUILA DE MEJIA, J.A. 1990. Manual de diseños experi-  
mentales con aplicación a la agricultura y gana-  
dería. Julia Amalia Nuila de Mejía, Marco Anto-  
nio Mejía Mejía. San Salvador. 258 P.
32. OHLER, J.G. 1986. Cocotero, árbol de vida. FAO.  
Roma, Italia. P. 261-287.
33. PARRAGUIRRE, L.C. 1991. Comportamiento juvenil de -  
varias fuentes de semillas de Acacia mangium Willd  
en América Central, Tesis M. Sc. Turrialba, Costa  
Rica. CATIE, El Chasqui. 99 P.
34. PEREZ, S.V. s.f. El abonamiento del cafeto. Guía  
agrícola CAFESA. Circular técnica No. 69. s.p.

35. PRITCHETT, W.L. 1986. Suelos forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. México, Editorial Limusa. P. 129-140, 162-167, 170-174.
36. RESH, H.W. 1987. Cultivos hidropónicos; nuevas técnicas de producción. Trad. per José Santos Caffarena. 2 ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. P. 25-76, 151-272.
37. RICO H., M.A.; BOURNE, W.C.; MENENDEZ, M.E. 1965. Levantamiento general de suelos, República de El Salvador; Cuadrante 2357-II. San Salvador, El Salvador. Dirección General de Investigaciones Agronómicas.
38. ROJAS, F.; RODRIGUEZ, F. 1994. Contenedores: Opción para la producción de plántulas en viveros forestales. Revista Forestal Centroamericana No. 10, Año 3. P. 16-19.
39. ROSALES, F.A.; PAZ A., V.H. s.f. La utilización de subproductos agrícolas en la alimentación de rumiantes. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Soyapango, El Salvador. P. 1-3, 8-9.
40. SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. - 1974. Relación entre suelo-planta-agua. Trad. por Emilia Avila de la Torre. México, D.F. DIANA, S.A. 99 P.

41. SERVICIO METEOROLOGICO. 1972. Almanaque salvadoreño. Santa Tecla, El Salvador. Dirección General de Recursos Naturales Renovables.
42. STAUFFER, M.; KACHANOSKI, G. 1994. Análisis de nitrógeno en el suelo. Informaciones agronómicas, INPOFOS (Ecuador (15): 1-5.
43. THOMPSON, L.M. 1966. El suelo y su fertilidad. 3a. ed. México, D.F. Editorial Reverte, S.A. P. 190-194.
44. TINUS, W.R.; McDONALD, S.E. s.f. How to Grow Tree Seedlings in Containers in Greenhouses. Colorado, Estados Unidos, USDA Forest Service. 90 P.
45. VAZ, C.A.; LOBATO, E.; PEREIRA, G.; PEREIRA, J. 1983. Reciclaje de la materia orgánica en la agricultura brasileña. In el reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina, FAO. - Boletín de Suelos de la FAO No. 51. P. 183.
46. VIVEROS DE contenidos pequeños. s.f. Proyecto : Fortalecimiento de organizaciones privadas ambientalistas salvadoreñas (FOPRAS). Preparado por : - Agrósistemas de Liberia. San José, Costa Rica. San Salvador, El Salvador. FUPAD. P. irr.

8. A N E X O S

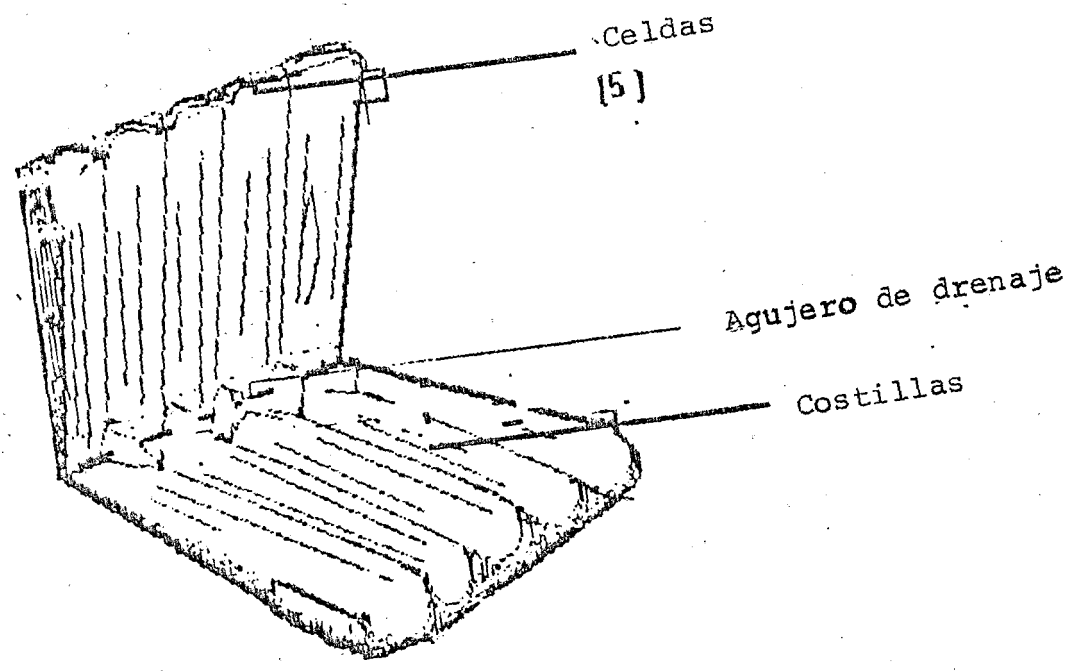
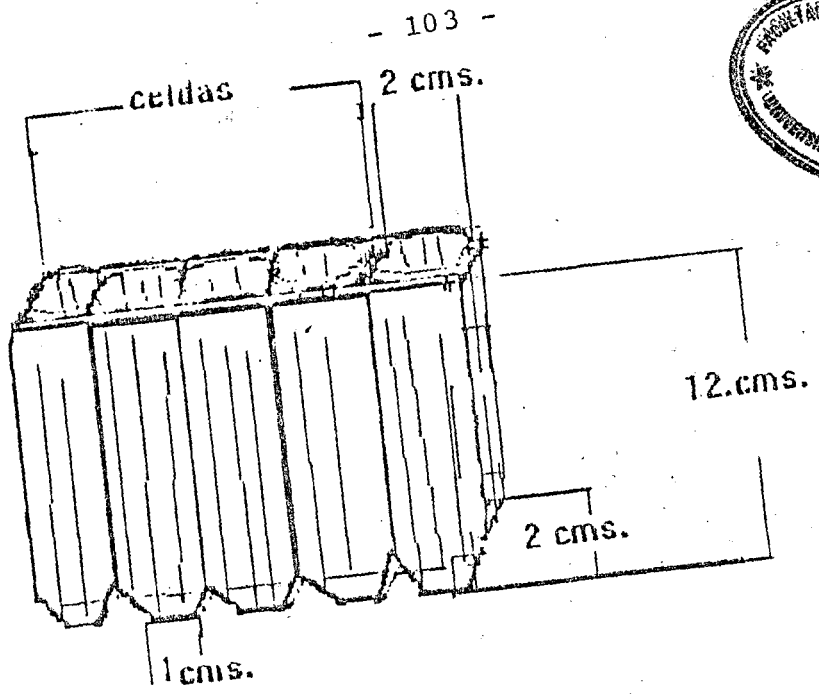


Figura A-1. Contenedores tipo libro de cinco celdas.



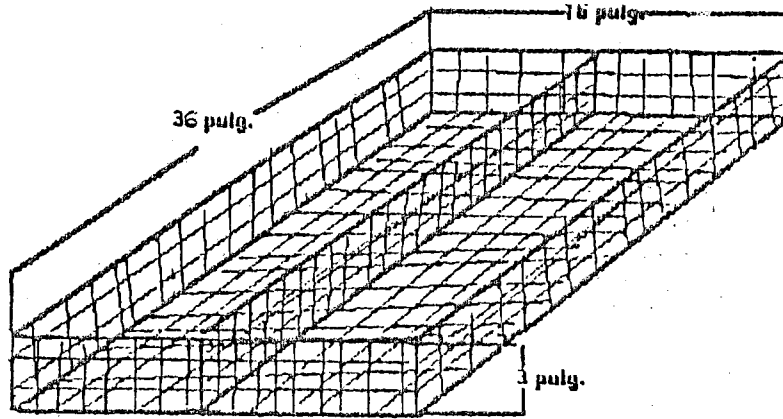


Figura A-2. Bandejas de malla metálica de 1/2" x 1/2" utilizadas como soporte de los contenedores.

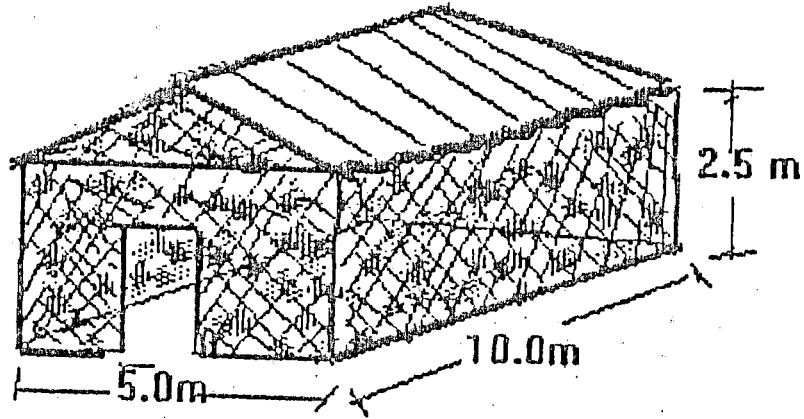


Figura A-3. Instalaciones del germinador.

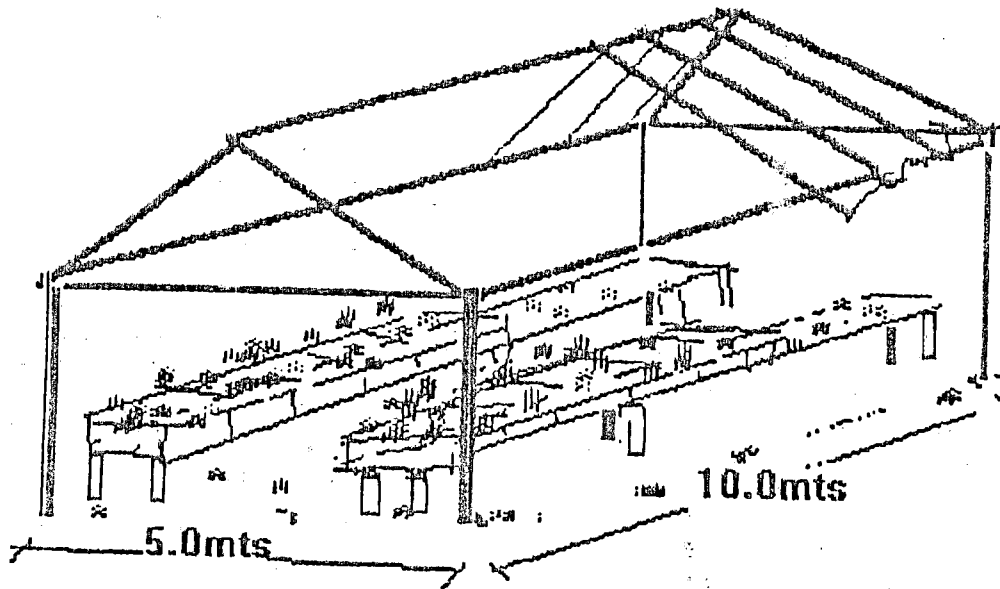


Figura A-4. Instalaciones para la fase de endurecimiento de las plantas.



Eucaliptus

T13	T5	T13
T9	T13	T6
T8	T7	T9
T14	T5	T11
T5	T8	T14
T10	T10	T8
T10	T6	T14
T7	T11	T11
T6	T9	T7

Eucaliptus

T11	T6	T11
T5	T7	T6
T13	T6	T8
T10	T8	T7
T9	T7	T11
T10	T5	T5
T14	T9	T9
T14	T13	T13
T9	T8	T14

Acacia

T1	T9	T10	T3	T14
T9	T5	T2	T5	T7
T4	T1	T2	T12	T3
T6	T4	T7	T14	T7
T10	T3	T14	T4	T9
T8	T1	T8	T11	T2
T2	T10	T6	T15	
T12	T11	T11	T6	
T8	T15	T5	T15	

Acacia

T4	T5	T10	T5	T12
T9	T7	T15	T2	T15
T2	T15	T8	T9	T14
T6	T7	T6	T10	T14
T7	T1	T2	T3	T5
T3	T3	T8	T12	T12
T4	T4	T10	T14	
T8	T11	T9	T1	
T1	T6	T11	T11	

Acacia

T1	T6	T14	T2	T15
T3	T9	T2	T7	T14
T10	T1	T15	T3	T5
T10	T4	T1	T15	T12
T9	T6	T7	T10	T11
T12	T3	T4	T1	T12
T2	T8	T4	T6	
T7	T9	T8	T8	
T5	T11	T14	T5	

Eucaliptus

T6	T7	T13
T9	T13	T9
T8	T8	T5
T5	T11	T13
T10	T14	T10
T9	T6	T7
T7	T10	T11
T14	T11	T14
T5	T18	T6

Figura A-5. Mapa de distribución de los tratamientos en el campo.

Cuadro A-6. Cuadro de toma de datos para la altura de plantas de Eucalyptus camaldulensis a la 7a semana.

T R A T A M I E N T O	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	V	$\bar{X}$
T1	2.95	1.70	2.84	3.34	2.76	2.718
T2	3.85	2.57	2.98	2.83	3.92	3.234
T3	4.89	2.78	2.93	2.68	3.23	3.302
T4	-	-	-	-	-	-
T5	8.97	5.46	8.86	8.90	9.75	8.340
T6	6.91	3.48	4.67	5.85	5.89	5.360
T7	8.01	4.30	8.26	5.27	6.87	6.542
T8	6.08	5.15	6.03	5.48	8.31	6.210
T9	8.34	4.85	6.67	7.83	6.55	6.848
T10	9.52	5.05	7.43	7.72	11.30	8.204
T11	7.25	4.40	6.26	6.65	6.86	6.284
T12	4.96	2.70	3.72	4.13	4.70	4.042
T13	4.97	3.10	4.00	4.40	4.70	4.234
T14	6.78	3.60	6.59	5.76	8.17	6.180
T15	3.50	2.06	3.31	3.58	3.48	3.312

Cuadro A-7. Cuadro de toma de datos para la altura de plantas de Eucaliptus camaldulensis a la 16a semana.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	V	$\bar{X}$
T <sub>1</sub>	7.22	-	7.31	5.95	8.12	7.150
T <sub>2</sub>	7.00	-	7.10	7.217	7.40	7.180
T <sub>3</sub>	8.21	-	5.96	7.319	7.633	7.280
T <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-
T <sub>5</sub>	19.30	17.18	21.20	19.20	25.01	21.18
T <sub>6</sub>	17.14	14.02	17.08	16.90	14.80	16.47
T <sub>7</sub>	22.00	18.10	21.30	21.50	20.40	21.30
T <sub>8</sub>	18.30	18.60	19.91	18.91	18.50	18.78
T <sub>9</sub>	20.20	17.14	22.04	21.48	22.13	21.46
T <sub>10</sub>	23.40	20.46	23.75	23.96	21.18	23.07
T <sub>11</sub>	23.03	20.40	21.96	27.30	26.20	24.62
T <sub>12</sub>	16.40	-	17.00	16.524	16.02	16.49
T <sub>13</sub>	11.50	-	11.00	11.40	11.78	11.42
T <sub>14</sub>	13.50	-	21.18	17.92	20.10	18.18
T <sub>15</sub>	8.40	-	8.75	8.754	8.96	8.715

Cuadro A-8. Cuadro de toma de datos para la altura de Acacia mangium a la 4a. semana.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	V	$\bar{X}$
T <sub>1</sub>	4.00	4.70	3.93	4.02	5.00	4.330
T <sub>2</sub>	5.28	4.00	4.50	4.24	4.00	4.404
T <sub>3</sub>	4.58	4.94	4.81	5.00	3.72	4.610
T <sub>4</sub>	3.02	4.00	3.58	2.96	3.95	3.502
T <sub>5</sub>	4.17	5.28	4.83	5.01	5.88	5.034
T <sub>6</sub>	6.81	6.68	6.44	6.86	6.01	6.560
T <sub>7</sub>	5.33	5.00	5.87	5.96	4.57	5.336
T <sub>8</sub>	5.00	6.71	4.05	5.01	5.55	5.264
T <sub>9</sub>	5.00	4.46	4.38	5.34	5.03	4.842
T <sub>10</sub>	5.61	5.13	4.25	5.25	6.07	5.462
T <sub>11</sub>	4.61	4.11	4.25	4.40	3.57	4.188
T <sub>12</sub>	5.41	5.31	4.34	5.46	4.00	4.904
T <sub>13</sub>	4.66	4.00	5.08	5.35	4.64	4.746
T <sub>14</sub>	3.62	4.21	5.20	5.25	4.64	4.584
T <sub>15</sub>	5.11	5.75	5.38	5.15	5.01	5.280

Cuadro A-9. Cuadro de toma de datos para la altura de plantas de Acacia mangium a la 11a. semana.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	V	$\bar{X}$
T <sub>1</sub>	6.00	5.90	7.27	5.97	6.00	6.228
T <sub>2</sub>	6.75	5.64	6.27	5.35	6.28	6.058
T <sub>3</sub>	6.22	6.14	6.57	5.48	6.72	6.226
T <sub>4</sub>	7.18	8.00	6.45	6.88	7.60	7.222
T <sub>5</sub>	6.55	7.50	7.81	8.12	7.18	7.432
T <sub>6</sub>	13.00	12.85	12.84	11.44	12.20	12.47
T <sub>7</sub>	12.55	8.15	10.14	8.55	9.88	9.854
T <sub>8</sub>	12.11	12.55	11.00	10.08	10.50	11.25
T <sub>9</sub>	11.83	10.24	12.38	9.72	10.04	10.84
T <sub>10</sub>	14.50	12.91	15.22	13.33	13.33	13.87
T <sub>11</sub>	13.56	10.43	11.03	9.38	11.50	11.18
T <sub>12</sub>	10.00	7.38	8.40	7.33	6.84	7.990
T <sub>13</sub>	6.50	7.02	7.70	4.70	7.00	6.584
T <sub>14</sub>	7.61	7.64	7.00	7.00	7.22	7.294
T <sub>15</sub>	6.88	8.00	7.00	6.70	7.00	7.116