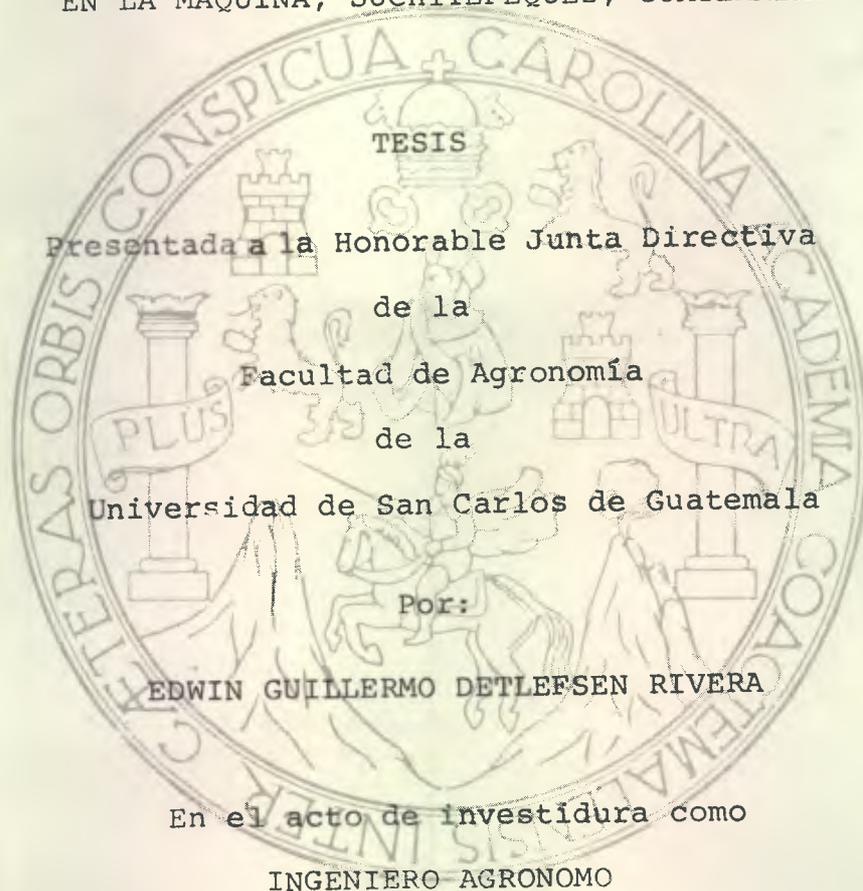


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA.

"COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES PARA  
PRODUCCION DE LEÑA CON Y SIN ASOCIO DE MAIZ (*Zea mays* L.)  
EN LA MAQUINA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA."



En el grado académico de  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Marzo de 1984.

D. L.  
01  
T(484)  
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

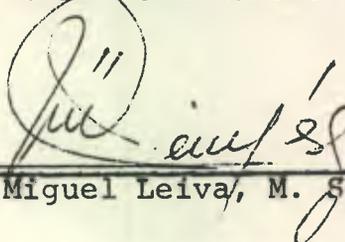
DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal 4o.	Prof. Héber Arana Quiñónez
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz N.
SECRETARIO	Ing. Agr. J. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO.

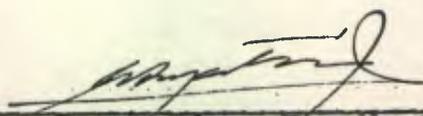
DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. José Miguel Leiva
EXAMINADOR	Ing. Agr. Víctor Alvarez Cajas
EXAMINADOR	Ing. Agr. Marco A. Nájera Caal
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

Esta Tesis ha sido aceptada en su forma presente por los  
Asesores designados por la Decanatura de la Facultad de  
Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala,-  
como requisito previo para optar al título de

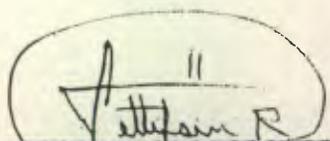
INGENIERO AGRONOMO

  
\_\_\_\_\_  
José Miguel Leiva, M. Sc.

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Héctor A. Martínez H., M. Sc.

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Guillermo Detlefsen R.

ESTUDIANTE

El presente trabajo forma parte de la investigación institucional que realiza el Instituto de Investigaciones Agronómicas, a través del Sub-programa de Silvicultura y Sistemas -- Agroforestales, en coordinación con el Proyecto Leña INAFOR/CATIE.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

Carl Henning Detlefsen  
Thelma Edith Rivera

A MIS HERMANOS:

Annie Grethe, Henning y  
Astrid María.

A LA MEMORIA DE MI GRAN AMIGO:

Luis Alberto Tanner de  
León (Q.E.P.D)

A LAS FAMILIAS:

De León Detlefsen  
Detlefsen Pérez  
Pedroza Detlefsen  
Castellanos Cruz.

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION:

De la orientación de --  
Ingeniería Agrícola.

A MI FAMILIA Y AMIGOS EN  
GENERAL.

AGRADECIMIENTOS

Deseo dejar constancia de mi sincera gratitud hacia las siguientes personas e instituciones:

A mis asesores: Ing. Agr. M. Sc. José Miguel Leiva e Ing. Ftal. M. Sc. Héctor A. Martínez H., por su amistad, enseñanzas y acertada dirección en la conducción del presente trabajo.

A la Sub-Area de Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (E.P.S.A.), en especial, al Ing. Agr. Rodolfo Albizúres Palma y al Ing. Agr. M. Sc. Juan González, por sus constantes aportes en el transcurso de esta investigación.

Al Proyecto Leña del Acuerdo INAFOR-CATIE, por haber financiado la realización del Ejercicio Profesional Supervisado y por toda la colaboración brindada para la realización de este trabajo.

En forma especial al Ing. Agr. Rolando Zannotti, por su amistad y desinteresada colaboración prestada durante los trabajos de campo.

Así mismo se agradece la excelente labor mecanográfica de la señorita Cathy Galán.

CONTENIDO

	<u>PAGINA No.</u>
1. INTRODUCCION.	1
1.1 HIPOTESIS.	2
1.2 OBJETIVOS.	3
1.2.1 Objetivo General.	3
1.2.2 Objetivos Específicos.	3
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 AGROFORESTERIA.	5
2.1.1 Definición de Agroforestería.	6
2.1.2 Agroforestería y su Clasificación.	9
A. Sistemas silvo-agrícolas	10
B. Sistemas agrosilvo-pastoriles.	11
C. Sistemas silvo-pastoriles.	11
2.1.3 Método Taungya.	12
2.1.4 Aplicabilidad de la Agroforestería.	15
2.2 PLANTACIONES PARA LEÑA.	16
2.2.1 Criterios para la elección de especies.	
2.3 DESCRIPCION DE LAS ESPECIES FORESTALES ELEGIDAS PARA ESTE ENSAYO.	20
2.3.1 <i>Caesalpinia velutina</i> (B & R) Standl.	20
2.3.2 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	24
2.3.3 <i>Leucaena leucocephala</i> .	28
3. MATERIALES Y METODOS.	34
3.1 DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL.	34
3.1.1 Localización	34
3.1.2 Clima y Zona de Vida.	38
3.1.3 Suelos.	43

3.2	ANTECEDENTES DEL AREA EXPERIMENTAL.	43
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.	44
3.3.1	Tratamientos.	44
3.3.2	Modelo Estadístico.	45
3.3.3	Análisis Estadístico.	45
3.4	PERIODO EXPERIMENTAL.	46
3.5	MATERIALES BASICOS.	46
3.5.1	Obtención de plántulas.	46
3.5.2	Especies Forestales a probar.	46
3.5.3	Elección del cultivo de asocio.	47
3.6	TRABAJOS DE CAMPO.	47
3.6.1	Arado del suelo.	48
3.6.2	Muestreo de suelos.	48
3.6.3	Trazado del experimento y plantación de las especies forestales y del cultivo.	48
3.6.4	Labores culturales.	49
3.7	VARIABLES EVALUADAS EN EL ENSAYO.	49
3.7.1	En la especie forestal.	49
3.7.2	En el cultivo del maíz.	50
3.8	ANALISIS ECONOMICO.	50
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.	51
4.1	ESPECIES FORESTALES	51
4.1.1	Sobrevivencia.	54
4.1.2	Crecimiento en Altura	56
4.1.3	Crecimiento en Diámetro Basal	59
4.1.4	Crecimiento en diámetro de Copa	62
4.2	PRODUCCION DE MAIZ.	64
4.3	SUELOS.	67
4.4	ANALISIS ECONOMICO	68
5.	CONCLUSIONES.	76

PAGINA No.

6.	RECOMENDACIONES.	78
7.	BIBLIOGRAFIA.	79
8.	ANEXOS.	85

LISTA DE CUADROS

CUADRO No.

EN EL TEXTO

PAGINA No.

1. Temperaturas mensuales (en grados centígrados) del Sector "B" del Parcelamiento La Máquina, 1982. 39
2. Precipitación pluvial del Sector "B" del Parcelamiento La Máquina en 1980, 1981, 1982. (abril-noviembre, en m<sup>3</sup>). 41
3. Valores promedio por tratamiento de las variables medidas en las especies forestales. (julio 1983--enero 1984). 52
4. Incremento medio anual (IMA) en centímetros de -- las variables medidas en las especies forestales. 54
5. Producción de maíz obtenida en el área experimental por Bloque, Parcela y Tratamiento. 66
6. Costo de producción de maíz de acuerdo a la inversión efectuada por el Proyecto Leña (junio-noviembre, 1983) 70
7. Costo de producción de la tecnología típica del - maíz. La Máquina, 1981. 71
8. Costo de reforestación utilizando el sistema ---- Taungya de acuerdo a la inversión efectuada por - el Proyecto Leña (junio-noviembre, 1983). 72
9. Costo de reforestación sin asocio de maíz de a--- cuerdo a la metodología seguida y a la inversión efectuada por el Proyecto Leña (junio-noviembre, 1983.) 73

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA No.</u>
10.	Diferencia de costos totales utilizando el sistema Taungya como comparador.	73
11.	Reducción en los costos de inversión debido al ingreso obtenido en la cosecha del maíz.	74

EN EL ANEXO

A 1	% sobrevivencia, mes de julio.	86
A 2	% sobrevivencia, mes de septiembre.	87
A 3	% sobrevivencia, mes de noviembre.	88
A 4	% sobrevivencia, mes de enero.	89
A 5	Crecimiento en altura (cm.), mes de julio.	90
A 6	Crecimiento en altura (cm.), mes de septiembre.	91
A 7	Crecimiento en altura (cm.), mes de noviembre.	92
A 8	Crecimiento en altura (cm.), mes de enero.	93
A 9	Crecimiento en diámetro basal (cm.), mes de sept.	94
A 10	Crecimiento en diámetro basal (cm.), mes de Nov.	95
A 11	Crecimiento en diámetro basal (cm.), mes de enero.	96
A 12	Crecimiento en diámetro de copa (cm.), mes de --- septiembre.	97
A 13	Crecimiento en diámetro de copa (cm.), mes de -- noviembre.	98
A 14	Crecimiento en diámetro de copa (cm.), mes de enero.	99
A 15	Cronograma de actividades del período experimental.	100
A 16	Recomendaciones para fertilización de maíz en la - Costa Sur, Oriente y Nor-Oriente.	102
A 17	Resultados del muestreo de suelos efectuado a 3 dis tintas profundidades.	104

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA No.</u>		<u>PAGINA No.</u>
1.	Localización del Parcelamiento La Máquina en la República de Guatemala.	35
2.	Localización de la Parcela B-401 en el -- Parcelamiento La Máquina.	36
3.	Distribución de las Parcelas Experimentales.	37
4.	Temperatura registrada en el Sector "B" del Parcelamiento La Máquina en 1982.	40
5.	Precipitación pluvial del Sector "B" del - Parcelamiento La Máquina. 1980, 1981, 1982.	42
6.	Porcentaje de sobrevivencia de los 6 tratamientos.	55
7.	Crecimiento en altura (cm.), de los 6 tratamientos.	57
8.	Crecimiento en diámetro basal (cm.) de los 6 tratamientos.	61
9.	Crecimiento en diámetro de copa (cm.) de los 6 tratamientos.	63

## S U M M A R Y

This work was done in the rural farm number 401 of "Parcelamiento la Máquina" located on the southern plains of Guatemala. Two different systems of reforestation were compared the "Taungya" system in which corn was grown together with fast growing species for firewood production -- and on the other hand, The traditional reforestation system where the forest species were grown weed free. The -- species that were used include *Caesalpinia velutina* (as control), *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala*.

The experiment was conducted using a randomized complete block design with 6 treatments and 4 repetitions putting also two corn plots in each block for being used as control in order to compare the association effect on the crop productivity.

Both, trees and crop, were sown at the beginning of the rainy season in early June, 1983. First, the forest species were planted (2m x 2m). Then, the crop was ---- planted, using improved seed of a yellow variety called "Pionner", putting 2 seeds by posture being the latter separated 0.5 m each one and using 1 m to separate each line, all resulting in a density of about 66,700 plants/Ha. -- The experimental area was 6272 m<sup>2</sup> being fractioned in 32 plots, having been planted 1176 trees of the 3 tested -- species.

The field data, referring to the forest species were taken 4 times during the period included from June, 1983 to January, 1984. Over this period the following observations may be pointed: about 1 month after sowing of -- trees observations of tree surviving and height growth -- were made. After this lecture the following observations were made each 2 month taking, in addition to these variables, data on basal width growth and crown diameter, -- having been taken 3 lectures with these 4 variables.

Corn was harvested about 150 days after being sown, -- the results being similar to those previous crops.

At the end of this first phase of the experiment -- the species *Leucaena leucocephala* non associated reached a height of 2.1 m being followed by *Eucalyptus camaldulensis* non associated (2.0 m) and last *Leucaena leucocephala* associated (1.8 m).

Even though trees associated with crops presented -- differences in height growth during the phase of production, once corn was harvested such differences starting to disappear.

Corn production in the non-associated plots (2130 -- Kg/Ha.) presented a little difference (statistically non-significative) in relation to the corn production in plots where association was used.

Cost comparisons were made between the "Taungya" -- system, the without crop reforestation system and the -- cost of the crop itself, having been determined when the incomes were considered that the "Taungya" system reduced the inversion in about 22.16% compared with the inversion made in the reforestation system without corn association. If the actual inversion made by the corn growers is considered, then it may be assumed that better economical re--sults should be obtained than those obtainedes in this re--search where wages were paid excesively higher than the -- usual.

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la parcela 401 del sector "B" del Parcelamiento La Máquina, Municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez. En el experimento se compararon dos diferentes sistemas de reforestación, el sistema "Taungya", en el que se combinó la siembra de maíz con especies forestales de rápido crecimiento para producción de leña, y el sistema tradicional de reforestación, en el cual se libró a las especies forestales de la competencia de malezas. Las especies que se emplearon fueron *Caesalpinia velutina* (como testigo), *Eucalyptus camaldulensis* y *Leucaena leucocephala*.

Se diseñó un experimento de Bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones, ubicando, además, dentro de cada bloque del ensayo 2 parcelas testigo de maíz - con el objeto de comparar el rendimiento del cultivo asociado y no asociado a las especies forestales.

Tanto la siembra de árboles, como del cultivo, se realizó en los primeros días de junio de 1983, al inicio de la estación lluviosa. Primero se plantaron las especies forestales a espaciamientos de 2 metros al cuadro (2m X 2m), comprendiendo parcelas de 49 árboles. Luego se procedió a la siembra del cultivo, en la cual se usó semilla mejorada de la variedad Pioneer, de color amarillo, utilizando dos semillas por postura y distanciamientos de 1 m, entre surcos y 0.5 m entre posturas, para una densidad aproximada de 66,700 plantas por hectárea. El área ex

perimental fue de 6272 m<sup>2</sup> y contó con un total de 32 parcelas, habiéndose plantado en total 1176 árboles de las 3 especies evaluadas.

Los datos de campo en cuanto a las especies forestales, se tomaron en 4 ocasiones durante 7 meses desde junio de 1983 hasta enero de 1984, de la siguiente manera: al mes de haber plantado los árboles se hicieron registros de sobrevivencia y crecimiento en altura; a partir de esta lectura, las siguientes se hicieron a cada 2 meses, anotando, además de estas mediciones, datos de crecimiento en diámetro basal y diámetro de copa, habiendo realizado un total de 3 mediciones con estas 4 variables.

La producción de maíz, se cosechó a los 150 días de haberse sembrado, siendo los resultados muy similares respecto a producciones anteriores.

Al final de esta primera fase del experimento la especie *Leucaena leucocephala* sin asocio alcanzó un desarrollo de 2.1 m en altura siguiéndola en su orden *Eucalyptus camaldulensis* sin asocio (2.0 m) *L. leucocephala* asociada (1.8 m).

Aunque los árboles asociados al cultivo agrícola presentaron diferencias en el crecimiento en altura durante la fase de producción, una vez realizada la cosecha de maíz estas diferencias tendieron a desaparecer.

La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles (2130 Kg./Ha.) presentó una pequeña diferencia

(estadísticamente no significativa) en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde sí hubo asocio - (1930 Kg./Ha.).

Se hicieron comparaciones de costos entre el sistema "Taungya", el sistema de reforestación sin cultivo, y el del costo propio del cultivo, habiéndose determinado al considerar los ingresos de la cosecha de maíz, que el sistema "Taungya" registró una reducción en la inversión equivalente al 22.16% respecto a la inversión efectuada en el sistema de reforestación sin asocio de maíz. Al considerar la inversión que realmente hacen los agricultores - en el cultivo del maíz, se puede asumir que podrían obtener resultados económicos más positivos de los que se obtuvieron en este trabajo de investigación donde los jornales fueron remunerados a un precio relativamente más alto del que se acostumbra en la región.

## 1. INTRODUCCION.

Con el incremento de la población se ha incrementado la extracción de productos del bosque tales como madera y leña para satisfacer necesidades del hombre, pero, desafortunadamente las áreas que han sido guardadas para la producción de madera, no se han incrementado lo suficiente como para recompensar lo que de ésta se pierde. En algunos casos se arrasa con grandes cubiertas boscosas únicamente para obtener más tierras para cultivos, lo que sumado a otra serie de causas, como incendios, plagas y enfermedades de los árboles, producen desequilibrio ecológico: alteraciones sobre el clima y el régimen de lluvias, secamiento de fuentes de agua, inundaciones, azolvamiento de presas y canales, destrucción de cultivos, erosión y formación de desiertos, entre otras.

En los países en vías de desarrollo los pobres que viven tanto en el área urbana como en el área rural satisfacen sus necesidades de combustible, empleado para la cocina, calefacción y en pequeñas industrias, mediante la utilización de leña. Para el caso particular de Guatemala, se ha estimado a través de los censos de población (16, 17, 24), que del total de los hogares guatemaltecos el 80% utiliza leña como combustible, con lo cual, conforme va aumentando la población se va ejerciendo mayor presión sobre los bosques y cualquier cubierta arbórea, amenazando de esta forma con extinguirlos en las décadas venideras, al no tomarse medidas que tiendan a reforestar áreas que hallan sido depredadas, principalmente si son de vocación forestal.

Una alternativa de repoblación es el establecimiento temporal o definitivo de plantaciones forestales, mediante técnicas agrosilvícolas tales como el sistema "Taungya".

En la presente investigación se evaluó el crecimiento de *Caesalpinia velutina* E. Camaldulensis y *L. leucocephala* empleando el método tradicional de reforestación y bajo el Taungya, con el fin no solamente de repoblar, sino de establecer bósques energéticos como fuente de energía renovable a corto plazo, para esas comunidades.

El presente trabajo se realizó en la parcela 401 del Sector "B" del Parcelamiento "La Máquina", Cuyotenango, Suchitepéquez. En él se evaluó el crecimiento inicial de tres especies forestales para producción de leña, asociadas y no asociadas con maíz al momento de su establecimiento, habiéndose comparado de esta forma el crecimiento de las especies forestales y el rendimiento del maíz asociado y no asociado a las mismas. Las comparaciones de crecimiento que se hicieron fueron de altura, diámetro basal y diámetro de copa, y finalmente se hizo un análisis económico para saber el grado de rentabilidad que representó reforestar con estas alternativas.

### 1.1 HIPOTESIS

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes: Hipótesis alternativa: Ha.

- a) Por lo menos una de las especies forestales bajo estudio no tiene igual sobrevivencia, crecimiento en altura, diámetro de copa y diámetro basal, respecto a las demás.

- b) Las especies forestales no asociadas con el maíz presentan diferencias en su desarrollo respecto a las que están asociadas con este cultivo.
- c) El maíz sin asocio con especies forestales presenta diferencias de rendimiento respecto a las que se encuentran asociadas a dichas especies.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo General:

Determinar la conveniencia para los agricultores del Parcelamiento La Máquina de adoptar el método "Taungya", para reforestar áreas de vocación forestal con especies para leña.

### 1.2.2 Objetivos Específicos:

-Establecer el índice de sobrevivencia de tres especies forestales mediante evaluaciones bimestres, desde julio de 1983 hasta enero de --- 1984, en las condiciones del Parcelamiento La Máquina.

-Evaluar el crecimiento de las especies fo restales en plantación sola y bajo el método "Taungya".

-Determinar el efecto del maíz sobre las - especies forestales mediante comparaciones en el crecimiento entre las parcelas de dichas especies asociadas y no asociadas a este cultivo.

-Comparar el rendimiento del maíz asociado con las especies forestales, con el del maíz cultivado sin el asocio de las mismas.

-Analizar los costos de establecimiento de las especies forestales en plantación sola, comparado con los tratamientos de "Taungya"; así como los costos de establecimiento de las especies forestales asociadas al cultivo, comparado con las parcelas de maíz, sin asocio de especies forestales.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1 AGROFORESTERIA

De acuerdo a Martínez (20) la agroforestería son - las técnicas que comprenden todas las formas en donde - se encuentran asociadas la producción forestal con los cultivos y/o con la ganadería. Tales técnicas permiten la combinación de especies de exigencias distintas au-- mentando así la eficiencia de uso de la energía solar - incidente por unidad de superficie, utilizada en la pro-- ducción de biomasa con valor comercial actual debido a la estratificación vertical de las plantas que intervie-- nen en las asociaciones.

Así mismo, la estratificación vertical permite, -- hasta cierto punto simular las condiciones ecológicas - de un bosque, garantizando, dentro de las condiciones - climáticas imperantes, una mejor conservación del suelo. Es posible que haya una estratificación de las raíces - de las especies asociadas, produciéndose así un mayor - reciclaje de elementos nutritivos, así como la recupera-- ción y puesta en los horizontes superiores, de nutrime-- tos localizados en horizontes profundos del suelo. --- Cuando las especies forestales son leguminosas u otras con organismos asociados capaces de fijar nitrógeno en sus raíces, es posible aumentar la fertilidad del sue-- lo; si el producto obtenido es la madera, se extraen - pocas cantidades de nutrimentos y al contrario se asegu-- ra el reciclaje de nutrimentos vía hojarasca y frutos - (20).

En algunas ocasiones la mezcla de árboles y pastizales contribuye al mejoramiento de los pastos, la producción de leña y eventualmente la producción de madera. Un beneficio adicional de la combinación de árboles con algunos cultivos ha sido la disminución de los riesgos de producción y puede ayudar a soportar la fluctuación de los precios del mercado. La introducción del componente forestal en cultivos anuales, perennes o en la ganadería puede favorecer el abandono del sistema de agricultura de subsistencia. - (20).

#### 2.1.1 Definición de Agroforestería:

A través de los años se han dado numerosas definiciones a cerca de agroforestería. Así se tiene que según Combe (7) es una técnica de manejo de tierras que implica la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería, o una combinación de ambos. Tal asociación puede ser escalonada en el tiempo y en el espacio, y tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie respetando siempre el principio del rendimiento sostenido.

Bene et al (1) definen como término agroforestal un sistema de ordenamiento de suelos, según el principio de rendimiento sostenido, el cual permite aumentar la producción total y combinar simultáneamente o de una manera escalonada los cultivos agrícolas, forestales y/o pecuarios aplicando las prácticas que son compatibles sin

las limitaciones culturales de la población local.

Douglas (10) considera a la agrosilvicultura en el sentido más amplio de la palabra, como todo cultivo de plantas y manejo de animales que forman parte de un solo ciclo biológico, considerando cada unidad de una explotación como un todo. El componente forestal debe estar integrado a la agricultura, a la ganadería y a la horticultura a fin de aumentar el rendimiento y optimizar la conservación de una superficie determinada.

Svanqvist (35) distingue dos técnicas que permiten la combinación de la agricultura con la silvicultura, y las resume bajo los términos de sistemas agrosilviculturales, tratándose de la ocurrencia del "tree farming" (cultivos forestales) y del sistema Taungya de repoblación.

Peck (27) llama "agrosilvicultura" a un sistema de producción de cultivos múltiples con especies de árboles, posibles de intercalar entre los cultivos agrícolas o pastoriles, con el objeto de optimizar la productividad de la utilización de la tierra.

Flinta (12) describe como "plantaciones en asociación con cultivos agrícolas" varias técnicas que tienen por objeto la producción simultánea sobre una misma superficie, de productos forestales y cultivos anuales o perennes. Incluye, igualmente, la posibilidad de producir el forraje dentro de las plantaciones forestales, pero no menciona el pastoreo en bosques.

Hesmer (15) analiza de una manera muy detallada lo que él llama "combinación de cultivos agrícolas y forestales". El define de esta manera todas las formas de utilización de la tierra en las cuales un cultivo agrícola y un cultivo forestal son prácticamente simultáneos sobre una misma superficie.

Finalmente, en un trabajo reciente Steinlin (39) utiliza el término traducido por Combe y Budowski (8) como "sistemas agroforestales de utilización de la tierra", para un sistema que permite simultáneamente un rendimiento en alimentos y/o en productos de consumo, así como en productos forestales, tales como madera para leña, madera de construcción, corteza, resina, y otros.

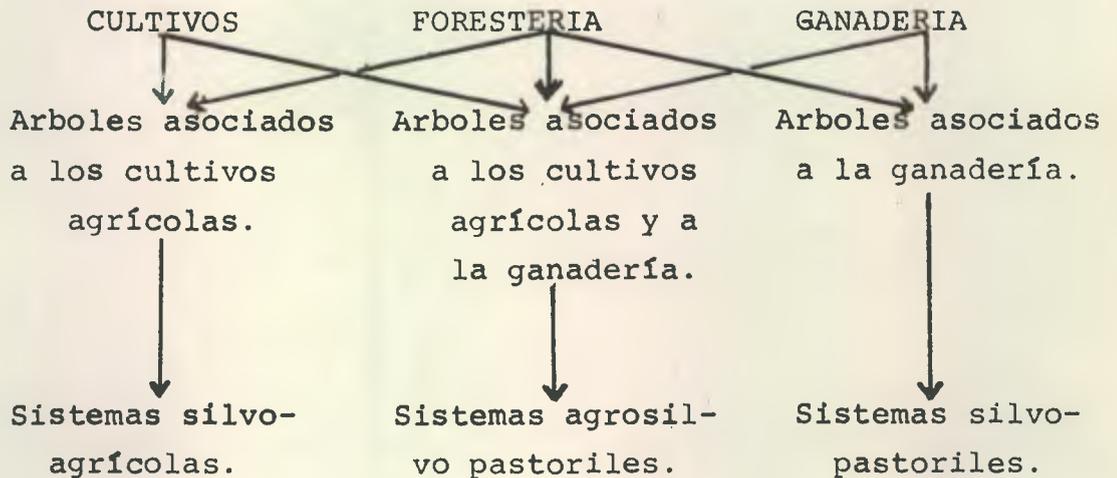
Existe, para las diferentes formas de la agricultura y ganadería una clasificación y una terminología universal: los sistemas de cultivos. No hay ninguna duda de que las técnicas agroforestales se sitúan entre los sistemas de cultivos, en vista de que ellas comprenden cultivos, ganadería o los dos (8).

2.1.2 Agroforestería y su Clasificación:

Combe y Budowski (8) proponen la siguiente clasificación para las técnicas agroforestales:

- A. Sistemas silvo agrícolas.
- B. Sistemas agrosilvopastoriles.
- C. Sistemas silvopastoriles.

El esquema siguiente, tomado de Combe y Budowski (8) permite determinar la relación de las técnicas agroforestales según los tipos de cultivos asociados.



El esquema propuesto permite la definición de las técnicas según la función principal del componente forestal; sin embargo, estas funciones son generalmente combinadas y pueden variar con el tiempo. Así mismo debe considerarse la posibilidad de encontrar sobre una misma superficie muchos tipos de componentes forestales cumpliendo funciones iguales o diferentes; por ejemplo cercos vivos y árboles de sombra sobre un pastizal; árboles de sombra y árboles de valor en un cultivo perenne; árboles en cercos vivos que proveen leña y forraje.

Así mismo es necesario tomar en cuenta la distribución espacial de los árboles entre los cultivos (regular e irregular) y la distribución en el tiempo aunque esto no influye en la definición del tipo de sistema (21).

Combe y Budowski (8) presentan una división de los sistemas arriba mencionados:

A. Sistema silvo agrícolas:

1. Agrosilvicultura ("método Taungya" o "Sistema Taungya").
2. Arboles de valor en cultivos.
3. Arboles frutales en los cultivos.
4. Arboles productores de sombra en los cultivos y/o mejoradores de la fertilidad del suelo.

5. Piscicultura en bosques de manglar.
6. Cercos vivos.
7. Cortavientos.
8. Arboles sobre bordes de estanques piscícolas.

B. Sistemas agrosilvo pastoriles:

1. Cultivos y ganadería simultánea en plantaciones.
2. Arboles asociados a los cultivos y ganadería.
3. Cercos vivos alrededor de las comunidades rurales.

C. Sistemas silvo pastoriles:

1. Pastoreo (o producción de forraje) en plantaciones forestales.
2. Pastoreo (o producción de forraje) en bosques secundarios.
3. Arboles de valor en pastizales.
4. Arboles de aserrío en pastizales, mejoradores de la fertilidad del suelo por la fijación del nitrógeno.
5. Arboles de sombra en pastizales, y/o mejoradores de la fertilidad del suelo.
6. Arboles productores de forraje.
7. Arboles frutales en los pastizales.
8. Cercos vivos.
9. Cortavientos.

### 2.1.3 Método Taungya:

Los términos utilizados para describir este método varían enormemente de país a país; sin embargo, en la mayoría de países se le conoce comúnmente como "agrosilvicultura", y por muchas -- personas es mayormente conocido como "Taungya" -- (16). "Taungya" es una palabra birmana que literalmente significa cultivo en colina (Taung -colina; ya =cultivo). y es un método que según King (16) permite el establecimiento de cultivos forestales en combinación con cultivos agrícolas, donde la utilización agrícola de la tierra no continúa generalmente durante todo el ciclo de plantación forestal, pues desde que crece la copa de -- los árboles, la luz se vuelve insuficiente para -- los cultivos agrícolas.

En Europa ésta fué una práctica general -- hasta los últimos años de la edad media, donde para utilizar tierras para cultivos botaban directamente los bosques, los quemaban y posteriormente sembraban cultivos anuales por varios períodos en las áreas aclaradas, plantando especies de árbo-- les bien fuera antes, durante o después de la --- siembra de dichos cultivos. Actualmente no aparece empleado este sistema en gran escala dentro de los esquemas de reforestación en Europa. No obstante, el método aún sigue siendo utilizado en pequeñas localidades distribuídas a través de este continente, como por ejemplo en Polonia o en Suiza (16).

El sistema "Taungya" fué introducido a la India en 1856, cuando V. Pan Hle estableció una plantación de Teca utilizando el método "Taungya". Posteriormente se propagó la idea y se empezó a utilizar el sistema en forma independiente en los trópicos, y hoy se lleva a cabo en un amplio rango de todas las regiones del mundo tropical (16).

Lamb, A. y Parry, M. Citados por Castañeda (8) indican que en varios países de Africa el sistema "Taungya" ha sido utilizado extensamente en trabajos de reforestación de varios millones de hectáreas; Combe, Vega y Verduzco, también citados por Castañeda(8) señalan que en Latinoamérica ha sido practicado en varios países, entre ellos: -- Antillas Francesas, Belice, Trinidad, Honduras, -- México y Surinam, puesto que una de las principales ventajas observadas en este sistema es la reducción de los costos de plantación, en comparación con plantaciones establecidas sin asociación con cultivos. En plantaciones realizadas en Turrialba, Costa Rica, se obtuvieron resultados ventajosas al asociar distintas especies forestales con cultivos agrícolas, durante el primer año de establecimiento de las plantaciones (8). Sin embargo, King (16), en su análisis del sistema "Taungya" concluye que se puede esperar la participación de los campesinos sólo donde hay una pobreza general, o donde los campesinos están desesperados por cualquier forma de acceso a la tierra (16).

Según Budowski (4) el sistema "Taungya" ha probado ser relativamente exitoso en el CATIE, aunque se aplica muy poco en Costa Rica, y probablemente se deba ésto a que se han previsto - muy pocos programas de extensión para transferir tecnologías.

Combe y Budowski (8) señalan que el sistema "Taungya" se ha utilizado, bien sea para transformar gradualmente la agricultura migratoria en una economía basada sobre plantaciones de especies forestales de rápido crecimiento, o, para reconstruir los bosques forestales deteriorados o considerados de naturaleza muy heterogénea.

Comarriba (31), citando a otros autores, indica que hasta el momento los sistemas tradicionales de reforestación han tenido una aceptación limitada debido a los elevados costos de establecimiento, a opciones de inversión orientadas hacia retornos cortos y a la elevada incertidumbre de los retornos forestales diferidos. En cambio cuando el mismo autor se refiere al método "Taungya", explica que la utilización de los sistemas agro-silvícolas puede reducir sustancialmente los costos de establecimiento de las plantaciones forestales y hacer más atractivos los programas de reforestación, porque los ingresos derivados de las cosechas agrícolas y la inexistencia de egresos por las prácticas de siembra y control de malezas del componente forestal, durante los primeros años, no se computan como costos sino, más -

bién se incluyen como beneficios dentro del balance económico.

#### 2.1.4 Aplicabilidad de la Agroforestería:

Actualmente, tal como han señalado algunos autores, principalmente Lundgren (18), "la agroforestería, como una forma de uso del suelo es considerada como el reemplazo deseable o el mejoramiento de los sistemas de uso de la tierra que están sucumbiendo ante la creciente presión de la densidad de población en áreas con inherente bajo potencial para agricultura intensiva", Además, - el mismo autor (19) señala que "los egresos nutricionales y económicos de la tierra no sólomente - deben sostenerse al bajo nivel actual sino que deben elevarse sustancialmente para cubrir los requerimientos de una población creciente así como demandas más apremiantes de desarrollo económico y social", esta generalización es válida desde -- luego para todas las prácticas agroforestales de bajo nivel de insumos en el mundo tropical.

Briscoe (2) basado en otros autores indica - que la agroforestería es practicada principalmente por campesinos pobres y están apareciendo estudios de casos en sistemas altamente productivos de pequeños granjeros. Después de todo el -- café, el té y el cacao, cuando se cultivan bajo - uno o varios estratos de árboles de sombra, pueden ser legítimamente considerados como sistemas

agroforestales, dando igual si se involucran propietarios grandes o pequeños.

Por lo tanto, es posible ver la agroforestería como una técnica de uso del suelo aplicable - tanto a sistemas agrícolas de bajo capital e insumos en los que el autoabastecimiento es el objetivo, como a combinaciones de elevado capital y nivel de insumos donde el objetivo es el rendimiento máximo posible a partir del subsidio de energía; ambos sistemas tienen en común el rendimiento sostenido, esto es, que deben mantener la productividad (3).

## 2.2 PLANTACIONES PARA LEÑA

Martínez (20) señala que aunque el mayor volumen de leña consumida actualmente en el país proviene de bosques naturales, hay que tomar en cuenta algunas características de estos bosques, que eventualmente limitan su utilización. Entre ellas sobresalen principalmente la inaccesibilidad, lejanía a los centros de consumo, limitaciones para la regeneración natural y bajos rendimientos por hectárea.

Ante los problemas mencionados surgen las plantaciones como una alternativa viable para la provisión de leña, dado que éstas podrán ser localizadas cerca de los centros de consumo, en áreas accesibles y con facilidades de transporte, concentrando la productividad del sitio en unas pocas especies cuidadosamente elegidas por su rendimiento, adaptabilidad y caracterís

ticas a las condiciones del lugar y a los requerimientos de los usuarios.

### 2.2.1 Criterios para la elección de especies:

Martínez (20) indica que las especies utilizables para producción de madera para combustible deben tener algunas características especiales:

- a) Rápido crecimiento y rotaciones cortas con alta productividad de madera por árbol o unidad de área y con habilidad para rebrotar.
- b) No deben producir, al quemarse, chispas, humo o gases tóxicos o causar alergias. Rapidez natural de secado es una propiedad deseable.
- c) La madera no debe tener grano entrecruzado o inclusiones de silicio; debe tener durabilidad natural para resistir almacenamientos prolongados.
- d) En silvicultura extensiva las especies deben ser resistentes a factores adversos del medio tales como textura pesada, salinidad y poca disponibilidad de nutrimentos en los suelos; resistentes a sequías, ataques de insectos y enfermedades.

Así mismo es deseable que sirva para controlar la erosión y mejorar o recuperar suelos degradados, y puedan plantarse por siembra directa o a raíz desnuda.

King (16) indica que es lógico asumir que si se siembran cultivos anuales conjuntamente con árboles y si el uso dominante de la tierra es para esta plantación, las especies de árboles que se han de escoger deberán manifestar las características silvícolas que les permitan competir efectivamente con los cultivos anuales. A priori se dice que los árboles deberían de presentar un rápido crecimiento, para que así puedan sobrepasar rápidamente a los cultivos, también deberán de ser capaces de ser plantados a espaciamientos cortos para permitir que cierren las copas, y tener habilidad para competir en períodos cortos por luz, agua y nutrientes, además no deben de tener un sistema radicular primario para que sus raíces no queden expuestas a los daños causados por los cultivadores. Por otro lado, las especies deben tener habilidad de autopoda, permitir el paso de luz y ser tolerantes a la sombra en caso de que no pudieran sobrepasar en altura al cultivo durante sus primeras etapas (16).

En general debe usarse como primera opción - especies indígenas, adaptadas al lugar y de las cuales se conozcan sus características silviculturales, tengan aceptabilidad entre los usuarios y haya disponibilidad de semilla (25).

Como segunda opción se presenta el uso de especies exóticas en un determinado lugar y ambiente (20).

Aunque el uso de exóticas produce siempre objeciones, hay algunas razones que pueden justificar su uso (11):

- a) Pueden poseer propiedades no disponibles en las especies indígenas, tales como altos rendimientos, rápido crecimiento, facilidad de reproducción, resistencia a plagas y enfermedades del lugar.
- b) Una vez de adaptan a un sitio y condiciones climatólogicas, las exóticas más conocidas presentan mayor rendimiento que las indígenas; además pueden no estar sujetas a los parásitos locales que afectan a las especies del lugar.
- c) Son de fácil manejo y se conoce su silvicultura ra.
- d) Pueden sembrarse en plantaciones puras, mientras que algunas especies que crecen bien en el bosque natural, no lo hacen en igual forma en plantación artificial (5).

Los cultivos agrícolas también deben de presentar ciertas características como no proyectar mucha sombra; no ser trepadores; si son rizomas deberán de tener la propiedad de no propagarse rápidamente; y su período de gestación y subsecuente producción no debe ser tan largo que compita -

con los árboles prolongadamente. Si fuera posible, los cultivos anuales deben de poseer ciertas cualidades positivas, como por ejemplo fijar nitrógeno en el suelo y conservar el agua (16).

### 2.3 DESCRIPCION DE LAS ESPECIES FORESTALES ELEGIDAS PARA ESTE ENSAYO

Las especies forestales elegidas para ser utilizadas en el presente ensayo fueron:

#### 2.3.1 *Caesalpinia velutina* (B & R) Standl.

##### A. Descripción:

Nombre botánico: *Caesalpinia velutina*  
(B & R) Standl.

Nombres comunes: Aripín, Palo colorado,  
Totoposte o Chaperno -  
blanco.

Familia: Leguminosae.

Sub-familia: *Caesalpinoideae*.

*C. velutina* es un árbol caducifolio que crece hasta 15 y 18 m., con fuste recto; ramificado y cuando no existe competencia, presenta copa ancha. El tronco se caracteriza por poseer placas de corteza desprendibles, conspicuas, en la edad madura; la corteza es lisa de color blanco grisáceo lenticelado, característica del árbol cuando joven; las

hojas son bipinnadas, alternas, sin espinas, de 15 a 20 cm. de longitud, con yemas axilares, cada hoja posee 4 pares de pinas, la pina posee de 6 a 7 pares de hojuelas opuestas, de 2 a 5 cm. de longitud y de 1 a 2 cm. de ancho, de forma oblonga y oblonga ovalada. Las hojuelas tiernas son pubescentes, especialmente en el envés. Los frutos son legumbres en racimos, persistentes, de color verde claro cuando inmaduros y café oscuro (casi negro) cuando maduros, las semillas son redondeadas y aplanadas, de 5 a 7 mm. de diámetro. La floración es abundante, de color amarillo, con alta producción de frutos, esta ocurre en los meses de noviembre, diciembre y enero. Su madera es amarillenta, dura y relativamente pesada, utilizada para horcones, postes, leña y en menor grado para la obtención de madera de pequeñas dimensiones. Esta especie es bastante resistente a la sequía y crece bien cuando se le cultiva asociada con maíz, beneficiándose de los cuidados culturales brindados al cultivo agrícola (22). Es sobresaliente en este árbol que al final de la estación lluviosa produce gran cantidad de vainas, las cuales permanecen colgadas en sus ramas durante la estación seca (hasta 7 meses), cayendo sus semillas al entrar el invierno, asegurándose así su sobrevivencia (32).

B. Distribución:

Arbol propio de zonas secas, se le encuentra en zonas de bosque seco subtropical y Monte espinoso subtropical de Guatemala, desde 50 hasta 950 m.s.n.m.; se le localiza en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Huehuetenango, también se puede encontrar en menor grado en la costa Pacífica principalmente en los parcelamientos "La Máquina" y "La Blanca", en donde se le conoce con el nombre de Palo colorado (22,37).

C. Requerimientos:

- Temperatura: Se le ha encontrado en zonas de altas temperaturas, no menores de 20 grados centígrados en promedio.
- Altitud: Del nivel del mar hasta 900 m.
- Precipitación: En zonas secas, posiblemente desde 300 hasta 1500 mm. anuales.
- Suelos: Se desarrolla en suelos pobres, moderadamente arcillosos, francos a franco arenosos, rocosos y de poca profundidad. Se han encontrado ejemplares creciendo sobre pequeñas porciones de tierra depositadas sobre rocas.
- Propagación: La viabilidad de la semilla es alta y pueden plantarse directamente en bolsas o a campo definitivo, recibiendo el mismo tratamiento que las

semillas de granos básicos (maíz) al -- sembrarse.

- Tratamiento a la semilla: No se requiere, aunque para acelerar la germinación se puede tratar con agua a 80 grados centígrados por 3 minutos y lavado con agua fría. La semilla germina al término de 5 días.
  
- Habilidad para competir con malezas: Requiere limpias constantes durante las -- primeras etapas de establecimiento por -- lo que la siembra asociada con cultivo -- agrícola es muy recomendable.
  
- Plagas y enfermedades: La semilla es -- muy apetecida por un coleóptero no identificado, por lo que cuando se almacena debe preservarse con algún producto químico.
  
- Especies relacionadas: *Caesalpinia coriaria* (Jacq) Will, con maderas utilizadas en ebanistería, vigas y con frutos taníferos; *C. platyloba* Wate, con calidades y aplicaciones iguales al aripín, utilizado por los Mayas en edificios precolombinos (22).

D. Uso de la leña:

En zonas secas (400 mm./año) crece -- hasta 1.5 metros/año en altura durante el primer año, en siembra de semilla directa al sitio definitivo. En zonas de 1000 mm. alcanza crecimientos de 3-4 m. en un año (22).

E. Otros usos:

Producción de horcones, madera de pequeñas dimensiones, protección de pequeñas -- fuentes de agua.

2.3.2 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

A. Descripción:

Nombre botánico: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Sinónimo: *Eucalyptus rostrata* - Schlecht.

Nombres comunes: Red river gum, red - gum, Murray red gum, river gum.

Familia: *Myrtaceae*.

*E. camaldulensis* se encuentra sobre casi -- toda Australia. En el trópico norte generalmente es un árbol de tronco delgado arriba de 25 m. de altura, con ramas eréctas o expandidas y corteza -- lisa que puede ser rosada, crema o blanca.

En la región subtropical es un árbol de tronco grueso (a veces con un diámetro de más de 2 m.)-arriba de 40 m. de altura con ramas anchas y expandidas, y corteza escamosa. Los árboles son generalmente torcidos (más que *E. grandis* y *E. globulus*) (25).

Sus hojas juveniles son aovadas y anchamente lanceoladas; peciolo cuadrangulares. Sus hojas adultas son pecioladas, lanceoladas, delgadas y pendientes. Su madera es roja, de textura cerrada, grano entrelazado u ondulado; dura, durable, resistente a termitas; tiende a torcerse con el secado; muy útil cuando se necesita en planos sólidos de grandes dimensiones (26).

#### B. Distribución:

Cerca de 5000,000 has. de *E. camaldulensis* han sido plantadas a través del mundo; este es el eucalipto dominante alrededor del Mediterráneo (por ejemplo España tiene 114,000 has. y Marruecos tiene 87,000 has). También se han hecho plantaciones en Argentina, Nigeria, Kenya, Pakistán y Tanzania. En Australia, es el más ampliamente distribuido de todos los eucaliptos y se encuentra a lo largo o cerca de casi todos los cursos de agua en zonas áridas y semi-áridas (25).

C. Requerimientos:

- **Temperatura:** A las especies de zonas septentrionales se les encuentra en los siguientes rangos de temperatura: temperatura máxima promedio del mes más cálido: 28 a 36 grados centígrados; temperatura mínima promedio del mes más frío: 10-22 grados centígrados. A las especies de procedencias meridionales se les encuentra en los siguientes rangos de temperatura: temperatura máxima promedio del mes más cálido: 22-30 grados centígrados; temperatura mínima promedio del mes más frío: 4-14 grados centígrados (35).
- **Altitud:** Del nivel del mar hasta arriba de 1200 m. (por ejemplo en Zimbawe) (25).
- **Precipitación:** En su habitat nativo las especies se encuentran tanto en áreas de baja como de alta precipitación (200-1250 mm.). El límite más bajo para plantaciones comerciales es de 400 mm. anuales de precipitación, aunque los árboles pueden crecer bien en áreas más secas si la tabla de agua está alta.

- Suelos: Se adaptan bien a una alta variedad de suelos, aunque es muy importante escoger la proveniencia. Por ejemplo, las semillas del norte y del sur de Australia toleran mejor los suelos calcáreos que los demás. La tolerancia a sales también varía con el origen de la semilla.
- Propagación: *E.camaldulensis* produce buenas cosechas de semilla cada uno o dos años. La germinación de la semilla es alta y de larga vida cuando se guarda seca y en un lugar frío. Generalmente se inicia plantándolo en cajas germinadoras. Cuando se transplanta al campo a 2 m. de distancia al cuadro es usado para leña.
- Tratamiento a la semilla: No es requerido.
- Habilidad para competir con malezas: - Pobre; es obligatorio quitar malezas.
- Pestes y enfermedades: Una ventaja es que sus hojas no son apetecidas por el ganado o animales salvajes.

Los árboles maduros son medianamente resistentes al fuego, aunque los jóvenes son suceptibles. Los árboles jóvenes y aquellos debilitados por la sequía pueden ser infectados por larvas de polilla, escarabajos del eucalipto, termitas y por el barrenador del eucalipto.

- Especies relacionadas: Especies similares con promesas para leña incluye - plantaciones de *Eucalyptus tereticornis*, para latitudes tropicales (25).

D. Uso de la leña:

Cuando la madera está completamente seca es excelente combustible, altamente apreciado - en Australia. Es moderadamente denso (gravedad es pecífica, 0.6), con un valor de 4,800 Kcal por Kg. Estas especies están siendo plantadas en proyectos de leña en Alto Volta y Senegal (25).

E. Otros usos:

E. *Camaldulensis* sirve para producción de madera, silos o trojes, miel y pulpa (25).

2.3.3 *Leucaena leucocephala*.

A. Descripción:

Nombre botánico: *Leucaena leucocephala*.

Nombres comunes: Yaje, Guaje, Motilla.

Sinónimo: *Leucaena glauca*.

Familia: Leguminosae.

Sub-familia: Mimosoideae.

Nombres comunes en otros países: Ipil-  
ipil (Filipinas), Lamtora (Indonesia), -  
Guaje, Yaje, Uaxín (América latina).

Dependiendo de la variedad *Leucaena* puede crecer hasta 20 m., o puede ser achaparrado con muchas ramas arbustivas y con menos de 5m. de altura. Este árbol tiene hojas plumosas, en grandes manojos, vainas de color café, a menudo casi transparentes y pequeñas flores blancas de forma de borla. De todas las leguminosas del trópico, *Leucaena* ofrece una gran variedad de usos. Por medio de sus muchas variedades, puede producir nutritivo forraje, leña, madera y rico fertilizante orgánico (25).

B. Distribución:

*Leucaena* es originada del sur de México y de Centro América, y ha sido introducida a varios países como Filipinas, Indonesia, Nueva Guinea, Malasia, este y oeste de Africa, actualmente es verdaderamente pantropical (25).

C. Requerimientos:

- Temperatura: *Leucaena* está restringida a los trópicos y subtrópicos; las heladas la matan.
- Altitud: Esta es una especie para las tierras bajas, principalmente debajo de los 500 m.s.n.m., la planta crece a elevaciones mayores pero sin el vigor de la tierra baja.

- Precipitación: La especie crece bien --- con una precipitación de 600 a 1700 mm., - sin embargo es la vegetación dominante -- en la zona de Diamond Head en Honolulu, -- donde la lluvia anual sólo llega a 250mm.
  
- Suelos: El sistema radicular de *Leucaena* le permite tolerar un amplio rango de suelos. Se le encuentra en suelos que va--- rían desde los rocosos a arcillosos pesados y suelos de coral. *Leucaena* crece -- bien sólomente en suelos neutros o alcalinos especialmente piedra caliza. Crece - pobremente en suelos ácidos y muchos de - los suelos tropicales son suelos latoso-- les ácidos, altos en aluminio y a menudo deficientes en molibdeno y zinc.
  
- Propagación: La viabilidad de la semilla es alta y puede ser sembrada exitosamente a mano o a máquina. Las plantitas de semilla son de crecimiento lento inicial, en vivero pueden ser reproducidas sembrando la semilla directamente a la bolsa o colocándola en cajas germinadoras y posteriormente repicándola a las bolsas; puede ser reproducida por estacas o por injerto pero con cierta dificultad. El 80% de germi-- nación puede conseguirse dentro de 8 -- días, tratado con agua caliente (80 gra-- dos centígrados) por 2 a 3 minutos. Me-- jores o iguales germinaciones pueden ob--- tenerse remojando la semilla por 2 a 3 días.

- Habilidad para competir con malezas:  
Para establecer *Leucaena* deben controlarse las malezas. Una vez establecida, la sombra que proyecta controla totalmente a las plantas adventicias.
- Plagas y enfermedades: Es altamente resistente a plagas y enfermedades, algunas pestes comunes son el gorgojo de la semilla, las termitas y los cortadores de la punta de las ramitas.
- Limitaciones: La *Leucaena* ha sufrido en su reputación en algunas áreas debido a que algunas variedades persistentes se han convertido en malezas. También porque su follaje contiene *mimosina* que es tóxico para los rumiantes al consumirla en cantidades excesivas.

D. Uso como leña:

La madera de *Leucaena* es un excelente combustible como leña o carbón. Este árbol ha sido usado grandemente para este propósito en las Filipinas, nuevas variedades han sido producidas y estas ya han sido plantadas para proveer combustible para generadores de electricidad, facilitando los procesos de la agricultura y fábricas. La madera tiene alta densidad y alto valor calorífico los cuales se consideran poco comunes en relación al rápido crecimiento del árbol y porque los tocónes rápidamente rebrotan. La planta podría llegar

a ser un recurso renovable de energía en áreas - situadas en donde se carece de leña. Su valor - calorífico es de 4200 a 4600 Kcal./Kg.

E. Otros usos:

Como forraje en Queensland, Australia, el ganado alimentado con *Leucaena* ha demostrado - ganancias de peso de los más altos logrados en el trópicos. Es apropiada principalmente para ganado bovino, búfalo de agua y cabras, el forraje de *Leucaena* es altamente palatable, digestivo y nutritivo. Tanto las vacas lecheras como el ganado de carne pueden vivir a expensas de *Leucaena sola* mente, hasta que ocurra la toxicidad de *mimosina*. Después de esto puede ser quitado o eliminado totalmente suplementando la dieta con otros forrajes. La rusticidad y tolerancia a la sequía de esta planta la hace un candidato promisorio para aumentar las producciones de leche, carne y otros en los trópicos secos.

Las recientes descubiertas variedades arbóreas de crecimiento rápido son productoras de madera para varios usos, madera rolliza y madera aserrable. La madera de *Leucaena* tiene el valor - potencial de ser una fuente para producción de pulpa de papel, madera rolliza y materiales de construcción.

En las Filipinas, plantaciones densas de *Leucaena* han producido las mayores cantidades anuales

de madera que cualquier otra especie medida. Incrementos de producción han sido medidos de 24 a sobre 100 m<sup>3</sup> por hectárea. El promedio anual de incremento sin embargo se ha esperado que sea entre 30 y 40m<sup>3</sup> por hectárea.

Este árbol es una leguminosa fijadora de nitrógeno, lo cual ayuda a enriquecer el suelo y favorece las plantas vecinas, su follaje es alto en contenido de nitrógeno y la caída de estas hojas al suelo hace que recupere tal elemento debajo de los árboles. Su sistema radicular agresivo, quiebra las capas impermeables del subsuelo mejorando la penetración de la humedad y evitando el escurrimiento del agua superficial. Su habilidad para progresar sobre colinas empinadas, suelos marginales y en áreas de zonas secas pronunciadas, - la hacen candidato preferencial para restaurar la cubierta forestal de cursos de agua, colinas y -- pastizales que han sido desnudados por el fuego o rozas excesivas (25).

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

##### 3.1.1 Localización:

El presente estudio se realizó en la parcela B-401 de la Línea B-6, Sector "B" del Parcelamiento La Máquina, propiedad del señor Abel Morataya. El Sector "B" se localiza en el departamento de Suchitepéquez, municipio de Cuyotenango (ver Fig. 1); colinda al norte con el Sector "A" del mismo Parcelamiento; al sur con el Microparcelamiento Los Encuentros; al este con Vado Hondo, Tecolote, El Pensamiento, Bracitos, Niza, Conacaste y Platanarcito; y al oeste con el Sector "C" del Parcelamiento La Máquina (ver Fig. 2). Las coordenadas geográficas del Sector "B" son, aproximadamente, latitud:  $14^{\circ}18'$  a  $14^{\circ}22''$  N ; longitud:  $91^{\circ}33'$  a  $91^{\circ}34'$  W.

La parcela B-401 se encuentra ubicada a una distancia de 208 kilómetros de la ciudad capital, tiene una elevación aproximada de 50 m.s.n.m. y ocupa un área de 20 hectáreas, de las cuales para montar el ensayo únicamente se utilizaron 0.63 hectáreas (ver Fig. 3).

El área donde se montó el ensayo cuenta con tres pendientes principales: la primera que está orientada de este a oeste, se inicia dentro del área del ensayo con 25% de pendiente hasta salir de la misma con 10%; la segunda que es de 12% y que va de oeste a este; y la tercera que es el inicio de una cárcava que se encuentra orientada de norte a sur con una pendiente de 5% hacia el sur.

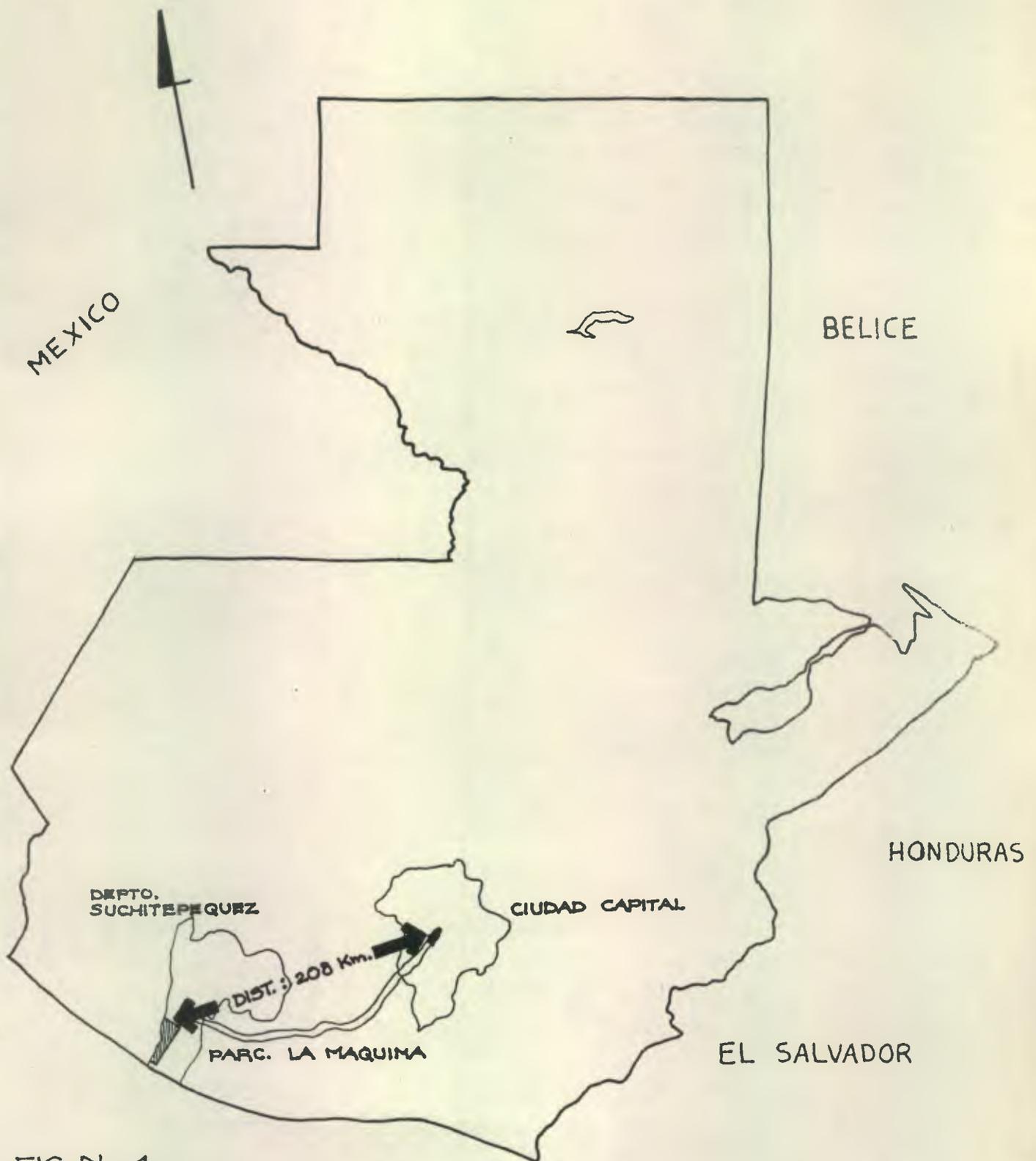


FIG No. 1  
LOCALIZACION DEL PARCE-  
LAMIENTO LA MAQUINA ..  
EN LA REPUBLICA DE ..  
GUATEMALA.

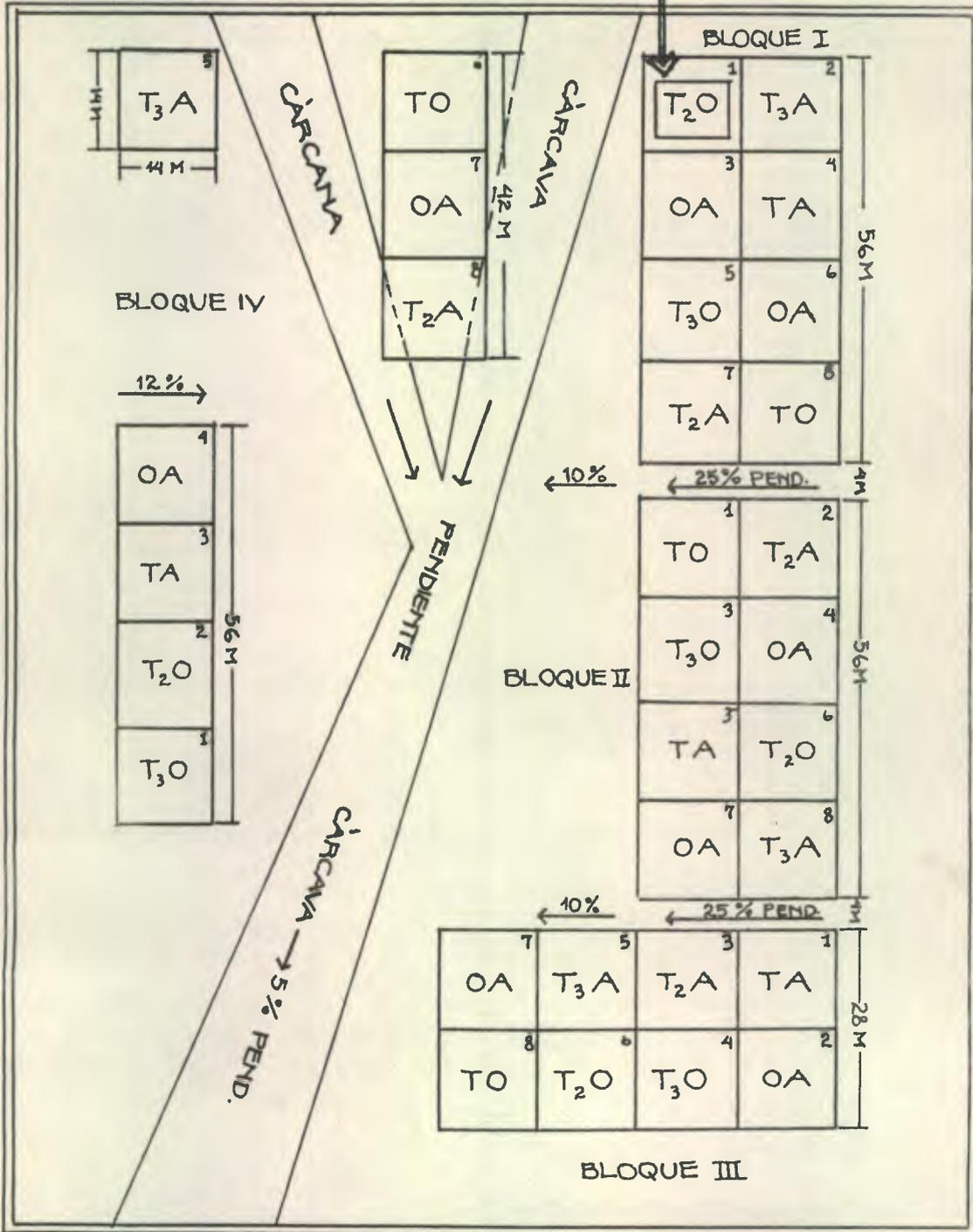


1	2	3	4	5
10	9	8	7	6
11	12	13	14	15
20	19	18	17	16
21	22	23	24	25

NUMERACION DE ARBOLES EN PARCELA NETA



AREA TOTAL DEL ENSAYO = 0.63 Has.  
 AREA TOTAL DEL ENSAYO CON MAIZ = 0.39 Has.



CALICATA →  CERCO ↑

T<sub>1</sub> = CAESALPINA V. T<sub>2</sub> EUCALYPTUS C. T<sub>3</sub> LEUCAINA L A = ASOCIO DE MAIZ  
 O = SIN ASOCIO: BIEN SEA DE MAIZ O DE ARBOLES

FIG. 3. DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

Los terrenos aledaños al área donde se realizó la investigación estuvieron cubiertos por pastos, maíz y ajonjolí durante el tiempo que duró la realización de la misma. El estudio se inició en la primera quincena del mes de junio de 1983 y finalizó en la primera quincena de enero de 1984.

### 3.1.2 Clima y Zona de Vida:

Según De la Cruz (9) el Sector "B" se encuentra comprendido en su mayor parte dentro de lo que es el bosque húmedo Subtropical (cálido) -bh-S(c)- y una pequeña fracción le corresponde al bosque muy húmedo Subtropical (cálido) -bmh-S(c)-.

Las temperaturas registradas en este Sector en el año de 1982 se reportan en el cuadro 1 (29); se puede ver que los meses más calurosos para ese año fueron los de marzo, abril, mayo y junio, habiendo sido el más caluroso de todos el mes de abril, que en promedio tuvo una temperatura máxima de 39 grados centígrados. El mes más frío fué el de enero, el cual reportó una temperatura mínima promedio de 21 grados centígrados.

Cuadro 1. TEMPERATURAS MENSUALES (EN GRADOS CENTIGRADOS)  
DEL SECTOR B DEL PARCELAMIENTO LA MAQUINA, 1982.

MESES	MINIMA	PROMEDIO	MAXIMA
Enero	21	26.5	32
Febrero	22	27.5	33
Marzo	23	30.0	37
Abril	24	31.5	39
Mayo	23	29.5	36
Junio	23	29.0	35
Julio	24	30.0	36
Agosto	23	29.0	35
Septiembre	24	29.0	34
Octubre	24	28.5	33
Noviembre	22	27.5	33
Diciembre	23	28.0	33
Total:	276	346.0	416
Promedio:	23	28.8	34.7

Fuentes: Reyes, M. et al (29).

REFERENCIAS:

TEMPERATURA MAXIMA = ———

TEMPERATURA MINIMA = - - - -

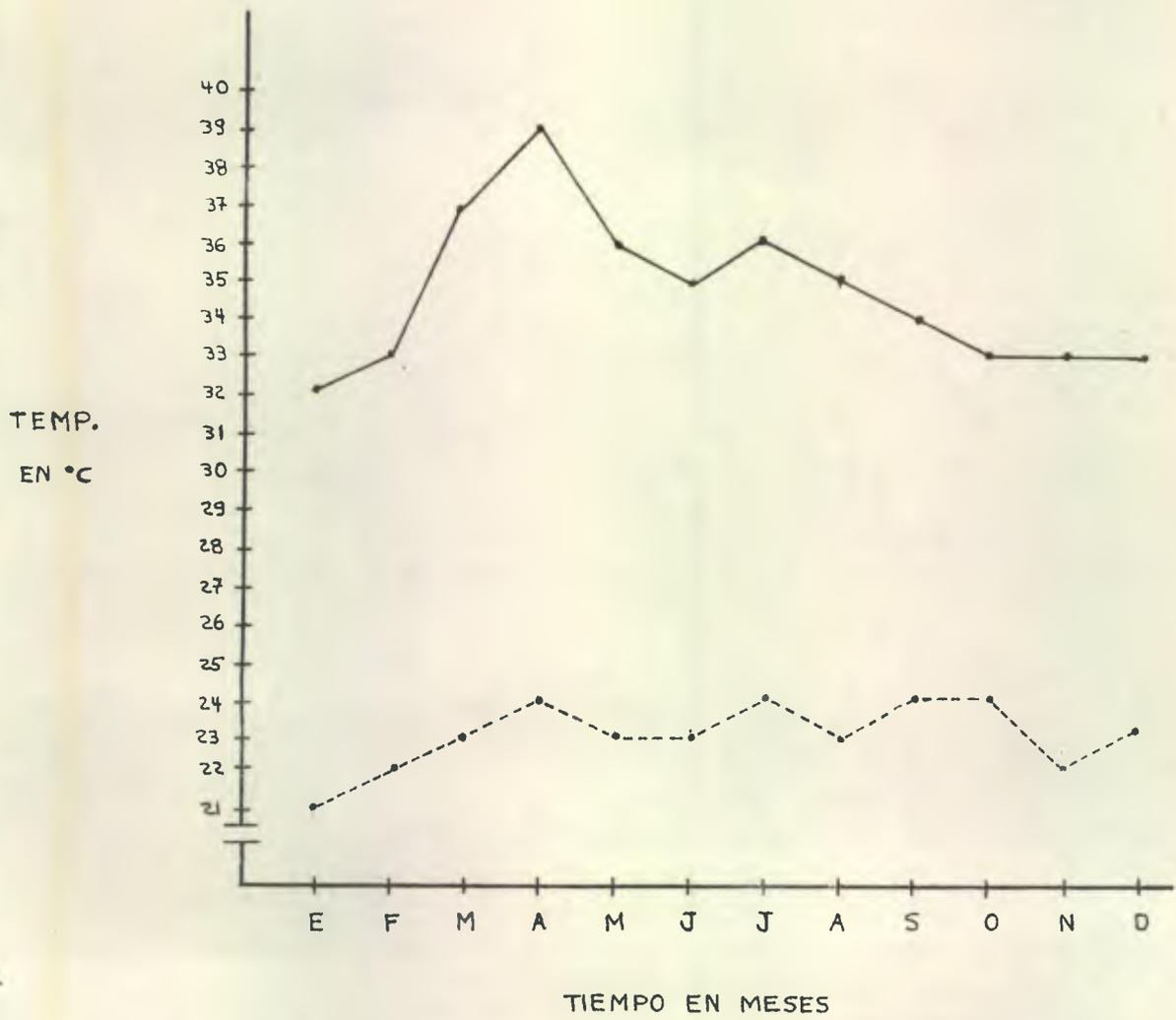


Fig. 4. Temperatura registrada en el Sector "B" del Parcelamiento La Máquina en 1982.-

La precipitación pluvial registrada en el Sector "B" en los años comprendidos entre 1980 y 1982, osciló entre 876 y 1422 mm. para los años de menor y mayor -- cantidad de lluvia, respectivamente. El período de -- lluvias según estos registros, se encuentra comprendido entre los meses de abril y noviembre (29); el cuadro 2 presenta los datos de precipitación para los años -- 1980 a 1982.

Cuadro 2. PRECIPITACION PLUVIAL DEL SECTOR B DEL PARCELAMIENTO LA MAQUINA EN 1980, 1981, 1982.  
(abril - noviembre, mm<sup>3</sup>)

MESES	AÑOS			PROMEDIO
	1980	1981	1981	
Abril	18.15	87.62	47.33	51.02
Mayo	60.05	317.58	190.92	189.52
Junio	290.30	302.50	152.33	248.38
Julio	198.67	207.08	51.41	152.39
Agosto	236.16	236.25	81.83	184.74
Septiembre	233.06	78.75	231.00	180.94
Octubre	155.70	172.50	93.84	140.68
Noviembre	---.--	20.50	27.92	16.14
Total:	1192.09 =====	1422.78 =====	876.58 =====	1163.82 =====

Fuente: Reyes, M. et al (29).

La media general para estos tres años de registro --  
fué de 1163.82 mm.

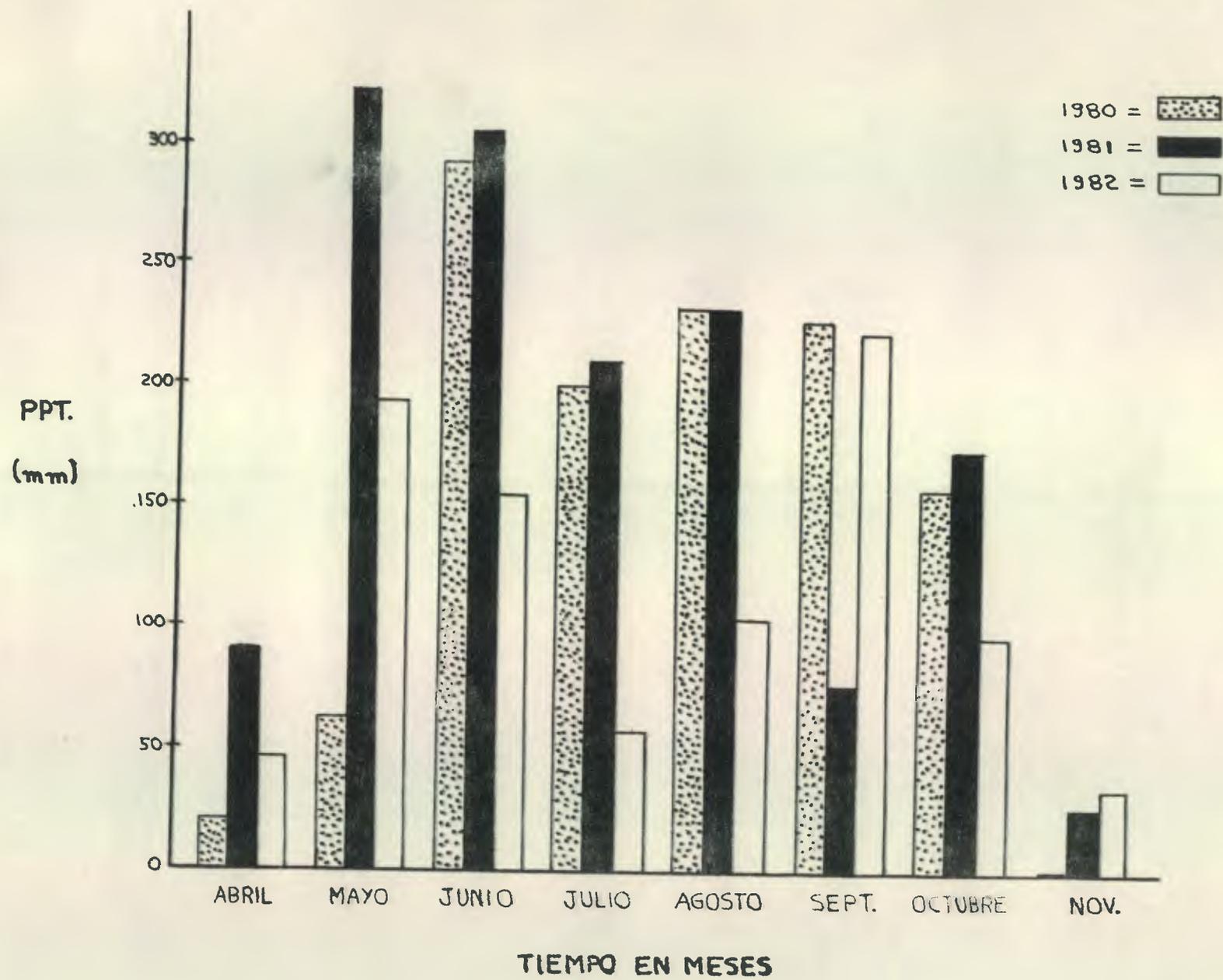


FIG. 5. PRECIPITACION PLUVIAL DEL SECTOR "B" DEL PARC. LA MAQUINA. 1980-1981-1982.

### 3.1.3 Suelos:

Según Simmons et al (30) los suelos pertenecen al grupo Litoral del Pacífico, sub-grupo "A", serie Ixtán-arcillosos (Ix), material madre ceniza volcánica cementada de color claro (aluvión) relieve casi plano, drenaje interno - regular, color café oscuro, el suelo superficial presenta textura arcillosa y consistencia plástica, espesor aproximado de 10 cm, el subsuelo presenta un color café oscuro, textura arcillosa, - consistencia plástica, espesor aproximado de 60 a 75 cm. La topografía es ondulada con una pendiente suave hacia la costa.

### 3.2 ANTECEDENTES DEL AREA EXPERIMENTAL

El área donde se realizó la investigación estuvo cultivada el año inmediatamente anterior con maíz de primera y segunda temporada; según reportó el dueño de la parcela, en esa ocasión, como es costumbre de los parcelarios de la región, no se aplicaron fertilizantes y en cambio sí utilizaron insecticidas para controlar plagas de insectos. El rendimiento promedio de cosecha obtenido durante ese año fué de 30 quintales por manzana, que equivale a 1948 Kg./Ha. La semilla que utilizaron fué de una variedad criolla de color amarillo. En los años anteriores a que se realizara dicho cultivo, - el área estuvo cubierta por pastos y sometida a pastoreo.

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico utilizado fué el de Bloques completos al azar con 4 repeticiones y 6 tratamientos, habiéndole agregado además a cada bloque 2 parcelas -- testigo de maíz sin asocio de árboles, a fin de poder comparar el rendimiento de este cultivo con el de los tratamientos asociados al mismo.

En cada bloque se distribuyeron 2 parcelas de cada especie forestal, para que quedaran tanto asociadas como no asociadas al cultivo del maíz. En las parcelas donde se colocaron especies forestales, estas se plantaron a una distancia de 2 metros al cuadro, de tal forma que se incluyeron 49 árboles por parcela. Cada parcela ocupó un área de 196 m<sup>2</sup> (14 m. X 14 m.), utilizándose parcelas netas de 25 árboles (los árboles centrales).

#### 3.3.1 Tratamientos:

Los tratamientos incluidos fueron los siguientes:

T<sub>1</sub>A = *Caesalpinia velutina* (aripín) asociado con maíz.

T<sub>1</sub>O = *Caesalpinia velutina* sin asocio de cultivo agrícola.

T<sub>2</sub>A = *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto) asociado con maíz.

T<sub>2</sub>O = *Eucalyptus camaldulensis* sin asocio de cultivo agrícola.

$T_3A$  = *Leucaena leucocephala* (yaje) asociado con maíz.

$T_3O$  = *Leucaena leucocephala* sin asocio de cultivo agrícola.

Además, como se dijo anteriormente, en cada bloque se tuvieron 2 parcelas testigo de maíz, las cuales se representaron con el siguiente símbolo:

O A = Parcela testigo de maíz.

### 3.3.2 Modelo Estadístico:

El modelo aditivo lineal utilizado en este diseño fué:

$$X_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:  $i = 1 \dots 6$  tratamientos.

$j = 1 \dots 4$  bloques.

$U$  = Media general

$T_i$  = Efecto de tratamiento.

$B_j$  = Efecto de bloque.

$E_{ij}$  = Error experimental.

### 3.3.3 Análisis Estadístico:

Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) para el experimento, y para determinar el mejor tratamiento se utilizó la prueba de significancia de Tuckey.

### 3.4 PERIODO EXPERIMENTAL.

Los trabajos de campo duraron 7 meses desde que se plantaron las especies forestales y el maíz, en la primera quincena de junio de 1983, hasta que se tomó el último dato de registro de las especies forestales en la primera quincena de enero de 1984. La duración del período experimental se puede apreciar en forma detallada en el cronograma del anexo A-15\*.

### 3.5 MATERIALES BASICOS.

Los materiales básicos de esta investigación fueron las especies forestales y el cultivo del maíz.

#### 3.5.1 Obtención de plántulas:

Las especies arbóreas se obtuvieron en el vivero forestal "La Máquina" del Proyecto Leña del -- Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP, instalado en la línea B-4 de este parcelamiento. Dichas especies se plantaron en campo definitivo en el mes de junio de 1983, cuando se estableció el invierno. Para esa época las plántulas tenían una altura promedio aproximada de 25 cm.

#### 3.5.2 Especies forestales a probar:

Aripín (testigo) - *Caesalpinia velutina*. - La semilla de esta especie fué recolectada en la zona donde se montó el ensayo. En este lugar se le conoce mayormente con el nombre de Palo Colorado.

---

(\*) La letra A se refiere a APENDICE.

Eucalipto - *Eucalyptus camaldulensis*. La semilla de esta especie provino del Banco Latinoamericano de semillas forestales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica.

Yaje - *Leucaena leucocephala*. La semilla de ésta especie provino del departamento de El Progreso, vivero Benque Viejo.

### 3.5.3 Elección del cultivo de asocio:

El cultivo que se eligió para asociarle a las especies forestales fue maíz, debido a que éste es el cultivo predominante de la zona. Para determinar la variedad de maíz a emplearse se hizo una encuesta de tipo cerrado en el Sector "B", que es el lugar donde se encuentra localizada la parcela donde se realizó el experimento. A través de esta encuesta se determinó que la mayoría de los parcelarios utilizan variedades mejoradas, encontrándose entre las más utilizadas las siguientes: ICTA B-1, H-A 44 y semilla mejorada de la Pioneer. En el experimento se utilizó maíz amarillo de la Pioneer, debido a que este fué el elegido por el dueño de la parcela.

### 3.6 TRABAJOS DE CAMPO.

En la realización de este estudio se efectuaron en el campo las siguientes labores:

### 3.6.1 Arado del suelo:

La preparación del suelo para la siembra - del cultivo y de las especies forestales, consistió en realizar un arado mecánico mediante la utilización de un tractor, en la primera quincena de junio de 1983.

### 3.6.2 Muestreo de suelos:

En los sitios donde se establecieron los - bloques del ensayo se tomaron varias muestras de suelo, las cuales se revolvieron, para luego tomar 4 represen<sup>u</sup>tativas del área (una por cada bloque), correspondiéndole al bloque III la muestra 1, al bloque II la mues<sup>u</sup>tra 2, al bloque I la muestra 1 y al bloque IV la mues<sup>u</sup>tra 4. Posteriormente se empaquetaron las muestras y fueron remitidas para su análisis a los laboratorios - del ICTA.

También se hizo un muestreo de suelos a -- distintas profundidades, para lo cual se elaboró una - calicata de 2 m. de largo, 1 m. de ancho y 0.9 m. de - profundidad. De esta calicata se obtuvieron tres mues<sup>u</sup>tras del suelo: la primera de 0 - 30 cm. de profundi<sup>u</sup>dad; la segunda de 30 - 60 cm.; y la tercera de 60 - 90 cm. Los análisis de estas muestras se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía.

### 3.6.3 Trazado del experimento y plantación de - las especies forestales y del cultivo:

El experimento se trazó después de haber - arado el terreno, y consistió en delimitar las 32 par-

celas del ensayo mediante un estaquillado, en forma perpendicular a la pendiente. Una vez trazadas las parcelas, se efectuó la siembra de las especies forestales a una distancia de 2m. al cuadro. Concluida esta labor, se procedió a realizar la siembra del cultivo (maíz), la cual se llevó a cabo en forma manual, utilizando 2 granos por postura y distancias de 1m entre surcos, y 0.3 m entre posturas, con lo cual se obtuvo una densidad de siembra aproximada de 66,700 plantas de maíz por hectárea.

#### 3.6.4 Labores culturales:

Las labores culturales que se le efectuaron al cultivo fueron: 2 limpiezas a mano, para contrarrestar la competencia de malezas; una aplicación de insecticida (Volatón granulado al 5%) para controlar los daños ocasionados por el gusano cogollero; luego, se efectuó la dobla, la cosecha y finalmente el desgrane de las mazorcas.

### 3.7 VARIABLES EVALUADAS EN EL ENSAYO.

#### 3.7.1 En la especie forestal:

Las variables que se midieron en las especies forestales fueron básicamente: sobrevivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa, para lo cual se hizo necesario utilizar una regla graduada y una microforcípula o calibre micrométrico. Las variables de sobrevivencia y altura fueron medidas durante todo el período experimental, haciendo 4 mediciones a

intervalo de 2 meses cada medición. Las variables: - diámetro basal y diámetro de copa se midieron únicamente 3 veces, a intervalo de 2 meses cada vez, a partir de la primera medición de sobrevivencia y altura.

### 3.7.2 En el cultivo del maíz:

En este cultivo únicamente se midió el rendimiento al obtener la cosecha, y finalmente se hicieron comparaciones de rendimiento entre parcelas.

### 3.8 ANALISIS ECONOMICO.

Como los salarios que pagan las instituciones del sector público son más altos que los que los que acostumbran a pagar en el Parcelamiento La Máquina en las distintas jornadas de campo en el cultivo del maíz, el análisis económico se hizo comparando los costos totales de inversión contra los ingresos que se obtuvieron con la cosecha del cultivo, tanto para los datos reales de campo (que fué la inversión que le representó esta investigación al "Proyecto Leña"), como para el capital que invierten los parcelarios de la región en este cultivo por unidad de área.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 ESPECIES FORESTALES.

En el cuadro 3 se presentan los promedios por tratamiento de las variables: porcentaje de sobrevivencia, -- crecimiento en altura, crecimiento en diámetro basal y crecimiento en diámetro de copa, para la duración del período experimental; los valores son expresados en centímetros.

Los tratamientos, presentados en forma abreviada, significan: T<sub>1</sub>O = *Caesalpinia velutina* sin asocio de maíz, T<sub>1</sub>A = *Caesalpinia velutina* asociado a este cultivo, T<sub>2</sub>O = *Eucalyptus camaldulensis* sin asocio, T<sub>2</sub>A = *E. Camaldulensis* asociado, T<sub>3</sub>O = *Leucaena leucocephala* sin asocio, y T<sub>3</sub>A = - *L. Leucocephala*, asociado.

En el cuadro 3 y en la figura 6 se puede observar que los porcentajes de sobrevivencia de los tratamientos -- *Caesalpinia velutina* sin asocio y *Eucalyptus camaldulensis* sin asocio se incrementaron, lo cual se debió a que un mes después de haber plantado las especies forestales, luego de tomar la primera lectura, se replantaron árboles en los lugares donde habían muerto, considerándose el replante dentro de la sobrevivencia.

También se incluyó el Incremento Medio Anual (IMA) en el cuadro 4, el cual se obtuvo mediante la diferencia entre la última y primera medición de las variables: creci--- miento en altura, diámetro basal y diámetro de copa; y dividiendo esta diferencia entre la fracción del período de tiempo transcurrido entre la realización de dichas mediciones.

Cuadro 3. VALORES PROMEDIO POR TRATAMIENTO DE LAS VARIABLES MEDIDAS EN LAS ESPECIES FORESTALES. (julio 1983 - enero 1984).

LECTURA	TRATAMIENTOS	% SOBREVIVENCIA.	ALTURA (cm)	DIAMETRO BASAL (cm)	DIAMETRO DE COPA (cm)
1ra. Julio 1983	T <sub>1</sub> O	98 N.S.	39	-	-
	T <sub>1</sub> A	98 N.S.	40	-	-
	T <sub>2</sub> O	99 N.S.	56	-	-
	T <sub>2</sub> A	100 N.S.	58	-	-
	T <sub>3</sub> O	100 N.S.	93**	-	-
	T <sub>3</sub> A	100 N.S.	93**	-	-
2da. Sept. 1983	T <sub>1</sub> O	99 N.S.	74	1.1 N.S.	54
	T <sub>1</sub> A	98 N.S.	55	0.8 N.S.	39
	T <sub>2</sub> O	100 N.S.	136**	1.2 N.S.	70
	T <sub>2</sub> A	99 N.S.	125**	0.7 N.S.	38
	T <sub>3</sub> O	98 N.S.	152**	1.5 N.S.	99**
	T <sub>3</sub> A	98 N.S.	136**	0.8 N.S.	55
3ra. Nov. 1983	T <sub>1</sub> O	97 N.S.	103	1.6	67
	T <sub>1</sub> A	98 N.S.	70	1.2	49
	T <sub>2</sub> O	100 N.S.	172	1.6	86
	T <sub>2</sub> A	99 N.S.	149	1.0	57
	T <sub>3</sub> O	98 N.S.	210**	2.4**	158**
	T <sub>3</sub> A	98 N.S.	173	1.4	100
4ta. Enero 1984.	T <sub>1</sub> O	97 N.S.	113	1.9	77
	T <sub>1</sub> A	97 N.S.	77	1.5	58
	T <sub>2</sub> O	100 N.S.	198	2.0	106
	T <sub>2</sub> A	99 N.S.	176	1.4	85
	T <sub>3</sub> O	98 N.S.	214**	2.4*	158**
	T <sub>3</sub> A	98 N.S.	184	1.6	114

\* = Significancia entre tratamientos al 95%

\*\* = Significancia entre tratamientos al 99%

N.S.- No Significativo

En los análisis de varianza se podrá notar que en general el bloque II fue el que presentó los menores incrementos en altura, diámetro basal y diámetro de copa, debido posiblemente a la presencia de un horizonte del suelo endurecido cerca de la superficie y a la erosión presente.

Cuadro 4. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) EN CENTIMETROS DE -  
LAS VARIABLES MEDIDAS EN LAS ESPECIES FORESTALES  
(CM.)

TRATAMIENTOS	IMA ( ALTURA )	IMA (DIAMETRO BASAL)	IMA (DIAMETRO-COPA)
T <sub>1</sub> O	148	2.42	70
T <sub>1</sub> A	74	2.12	58
T <sub>2</sub> O	284	2.42	109
T <sub>2</sub> A	236	2.12	142
T <sub>3</sub> O	242	2.73	179
T <sub>3</sub> A	182	2.42	179

#### 4.1.1 Sobrevivencia:

Al final del ensayo, todos los tratamien-  
tos mostraron sobrevivencias del 97% al 100%, lo cual se  
considera satisfactorio. En orden de mayor a menor sobre-  
vivencia, los resultados registrados fueron: *E.camaldulen-  
sis* sin asocio de maíz -100%; *E.camaldulensis* asociado ---  
99%; *L.leucocephala* sin asocio -98%; *L.leucocephala* aso-  
ciada -98%; *C.velutina* sin asocio -97% y *C.velutina* aso-  
ciada -97% (ver Fig. 6). En la figura 6 se puede obser-  
var que *C.velutina* y *L.leucocephala* con y sin asocio, ob-  
tuvieron al final del ensayo los mismos resultados de so-  
brevivencia por especie, sin importar el asocio del culti-  
vo; en dicha figura también se puede apreciar que *E. ca-  
maldulensis* mostró una pequeña variación entre los 2 tra-  
tamientos, la que probablemente se haya debido al efecto  
del replante.

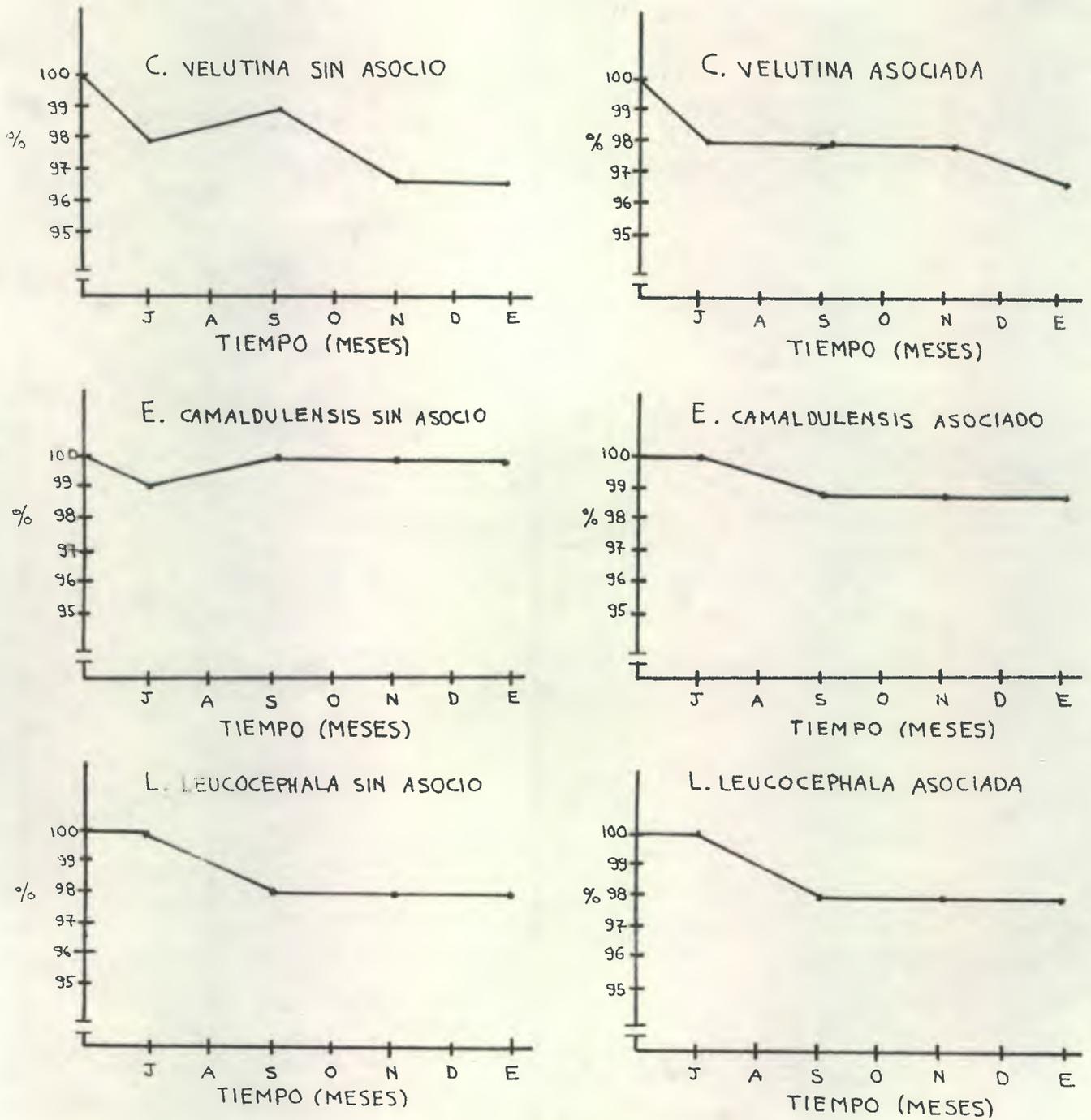


Fig. 6 Porcentaje de sobrevivencia de los 6 tratamientos.

El análisis de varianza mostró que las diferencias encontradas para sobrevivencia no son estadísticamente significativas, lo cual concuerda con lo reportado por King (16), quien realizó un experimento similar en la reserva forestal de Gambari en el oeste de Nigeria, utilizando teca (*Tectona sp.*) con y sin asocio de maíz, llegando a la conclusión de que al final de un año se notó que no hubo diferencia significativa entre el porcentaje de sobrevivencia de los distintos tratamientos. Cabe hacer notar que para realizar el análisis de varianza (ANDEVA), se tomó en cuenta que los valores de porcentaje no siguen el comportamiento de una distribución normal, por lo que a los porcentajes de sobrevivencia se les hizo la siguiente corrección:  $\sqrt{101 - x}$ , donde x representó a los valores promedio de porcentaje.

#### 4.1.2 Crecimiento en altura:

De acuerdo a los promedios finales para la variable de crecimiento en altura, el tratamiento *L.leucocephala* sin asocio presentó el mejor promedio con 214 cm.; siguiéndole en su orden, *Eucalyptus camaldulensis* sin asocio con 198 cm.; *L.leucocephala* asociado con 184 cm.; *E.camaldulensis* asociado con 176 cm.; *Caesalpinia velutina* sin asocio con 113 cm. y finalmente *C. velutina* asociado con 77 cm (ver Fig. 7). Sin embargo, como se puede observar en el cuadro 4, el tratamiento que presentó el mejor incremento en altura fue el de *Eucalyptus camaldulensis* sin asocio y en general las especies no asociadas presentaron mejor IMA en altura que las asociadas.

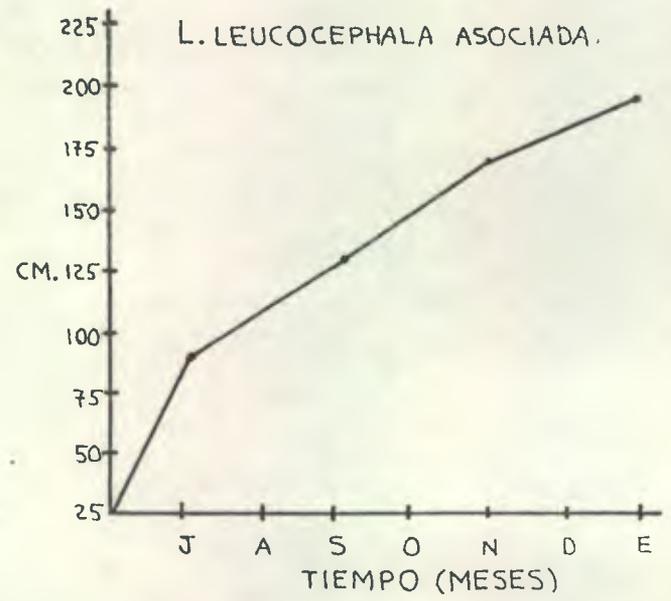
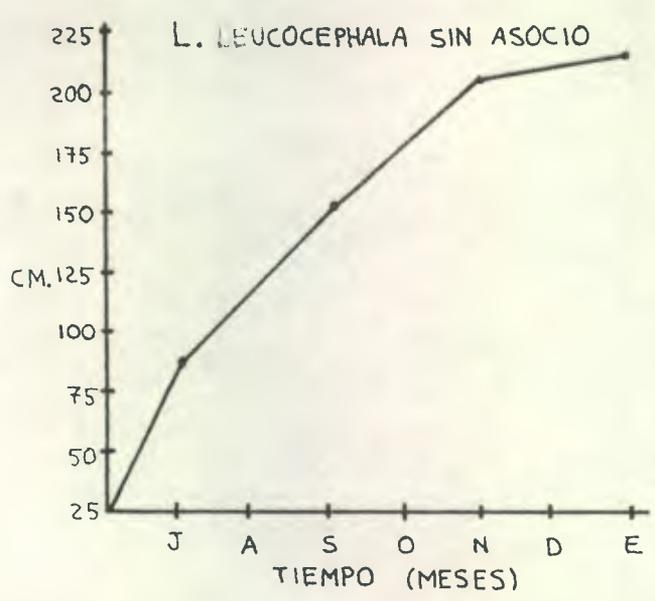
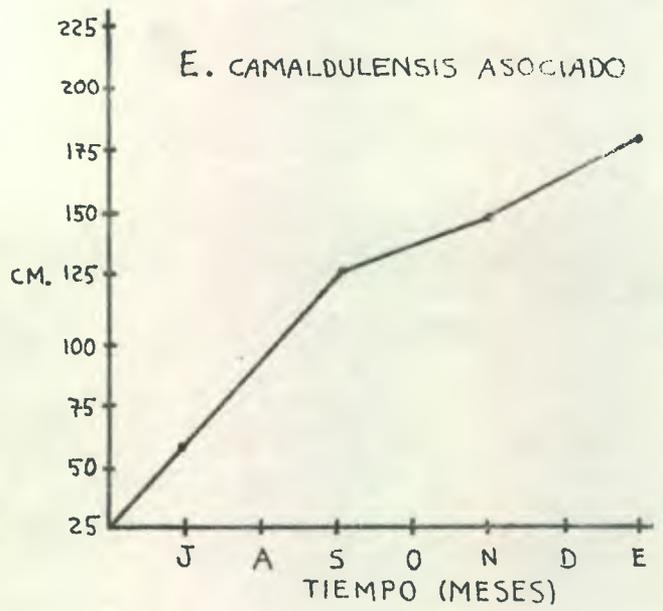
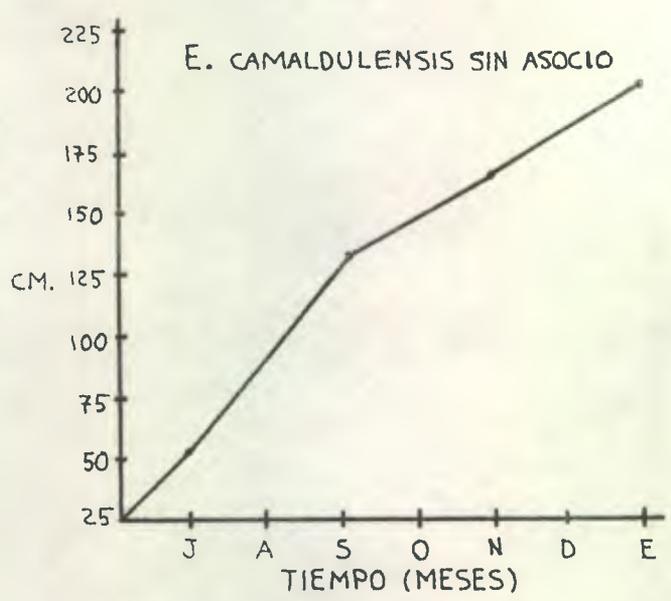
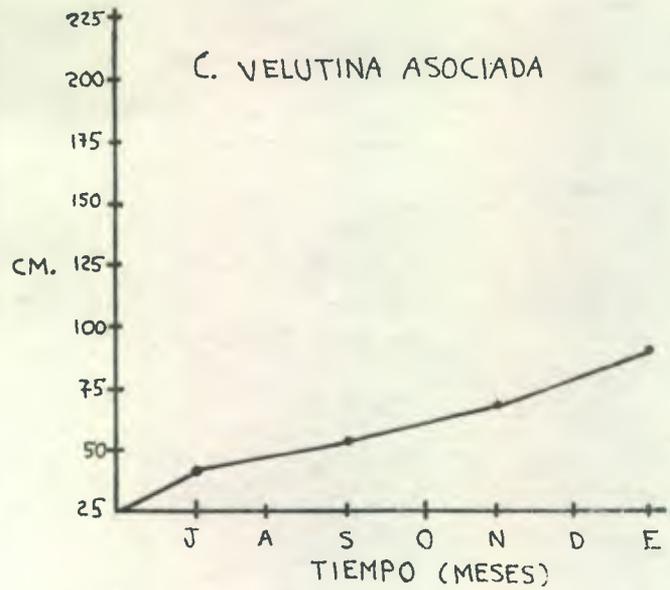
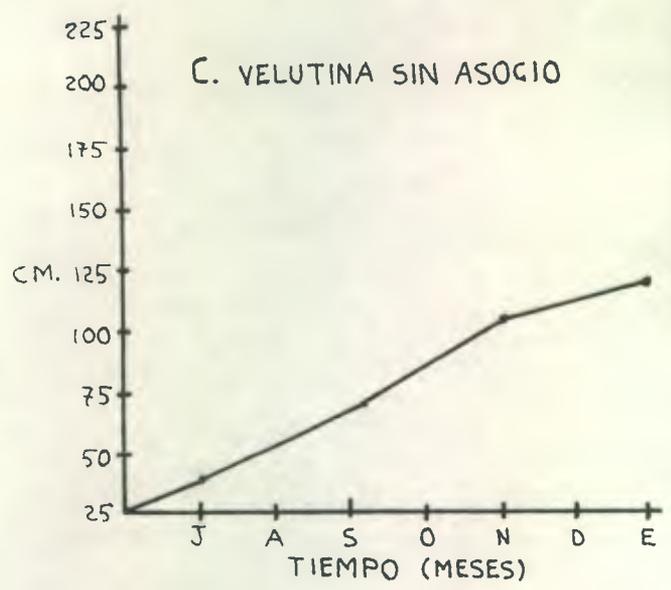


Fig. 7 Crecimiento en altura (cm.) de los 6 tratamientos.

En lo que respecta al análisis estadístico, en todas las épocas presentaron los tratamientos diferencias altamente significativas a niveles de 99% de probabilidad (ver Cuadros del A5 al A8). Al final del ensayo, tanto los tratamientos de *Leucaena* como los de *Eucalyptus* resultaron ser estadísticamente iguales y superiores a los tratamientos de *Caesalpinia*, habiendo superado en la mayoría de los casos las especies no asociadas a las asociadas, lo que concuerda con algunos autores como Griffith y Howland, citados por King (16), quienes concluyeron al finalizar el primer año de un ensayo en que el asocio del maíz redujo el crecimiento en altura de los árboles por alrededor del 10%.

La figura 7 muestra que en base a la última medición de altura efectuada en este estudio, las curvas de crecimiento de las especies *C. velutina* y *L. leucocephala* sin asocio de maíz tienden a disminuir su crecimiento en comparación al de estas mismas especies que estuvieron asociadas a dicho cultivo, lo que parece indicar que al haber eliminado la competencia del maíz, estimuló a las especies mencionadas a que incrementaran su crecimiento en cuanto a esta variable. En cambio al observar el comportamiento de *E. camaldulensis* tanto asociado como no asociado, se puede ver en esta figura que el crecimiento que presentó fue muy similar.

#### 4.1.3 Crecimiento en Diámetro Basal:

El tratamiento que presentó el mayor crecimiento e incremento medio al final del ensayo fué *L. leucocephala* sin asocio de maíz con 2.4 cm y 0.22 cm. respectivamente (ver Fig. 8 y Cuadro 4).

Los promedios finales de diámetro basal por tratamiento fueron los siguientes: *L. leucocephala* - sin asocio = 2.4 cm.; *E. camaldulensis* sin asocio = 2 cm.; *C. velutina* sin asocio = 1.9 cm.; *L. leucocephala* asociado = 1.6 cm.; *C. velutina* asociado = 1.5 cm.; *E. camaldulensis* asociado = 1.4 cm., de donde se deduce que las especies no asociadas obtuvieron mejores promedios de crecimiento en diámetro basal que las asociadas. Estos promedios son muy similares a los que se han obtenido en otros estudios en este parcelamiento, por ejemplo Zannotti (37) encontró que a los 6 meses *C. velutina* obtuvo en promedio un diámetro basal de 1.5 cm. y *L. leucocephala* un diámetro basal promedio de 2.7 cm.; Martínez, H. y Zannotti, R. (23) citan que en la máquina *E. camaldulensis* en una plantación de 1.42 años presentó un diámetro promedio de 5.2 cm., lo que permitiría asumir que esta plantación citada, a la edad de 0.58 años tenía en promedio un diámetro promedio de 2.12 cm., - lo cual es levemente superior al promedio presentado por *E. camaldulensis* sin asocio en este trabajo, debido a que el trabajo citado se refiere a diámetro de 1.3 m sobre el nivel del suelo.

En cuanto al incremento medio anual (IMA) respecto a esta variable, se podrá apreciar en el cuadro - 4 que hay una diferencia notable entre las especies forestales asociadas y las no asociadas, presentando en todos los casos mejor incremento las no asociadas.

En la Fig. 8 se puede observar que el -- crecimiento en diámetro basal para las especies: *C.velutina* y *E.camaldulensis* no tuvo muchas variaciones como en el caso de *L.leucocephala*, donde los árboles no asociados detuvieron su crecimiento en diámetro basal en la época de verano, mientras que los asociados, aunque disminuyeron el ritmo de crecimiento, continuaron creciendo.

En la primera medición de diámetro basal efectuada en septiembre de 1983, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, pero en la segunda y tercera medición que se efectuaron en noviembre de 1983 y enero de 1984 sí se presentaron diferencias significativas a niveles de 99% y 95% de probabilidad respectivamente (Ver Cuadros del A9 al A11), aunque no muy marcadas, por lo que estadísticamente daría igual que se utilizara uno u otro tratamiento.

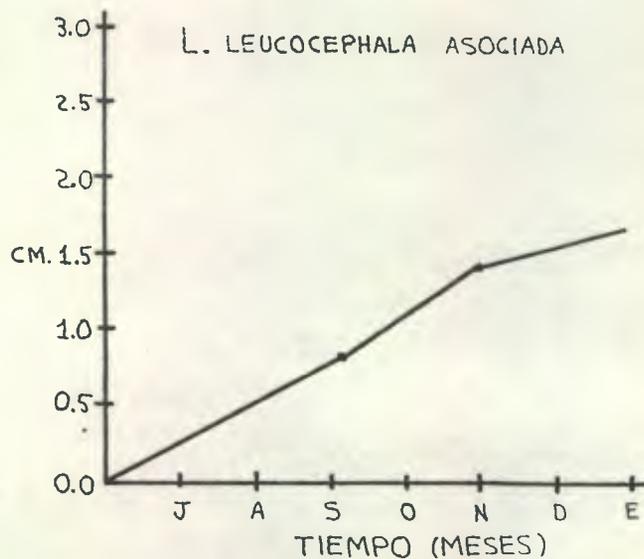
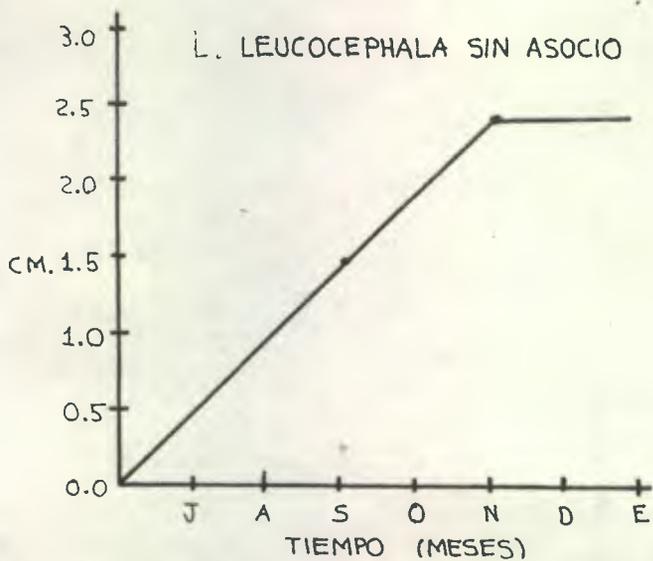
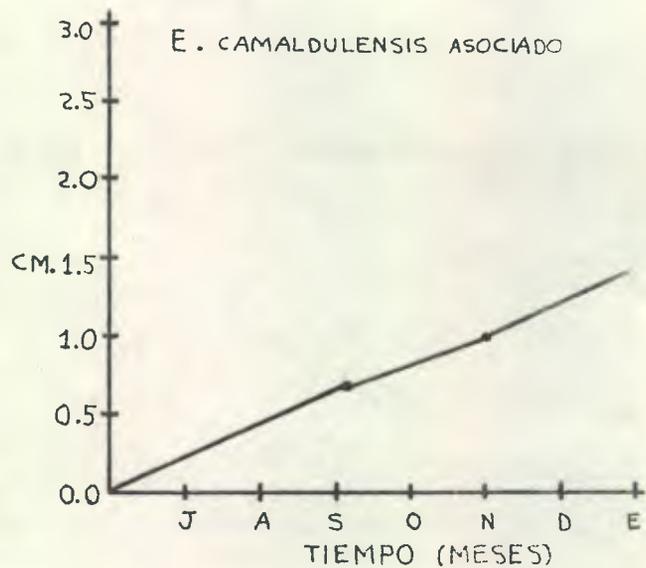
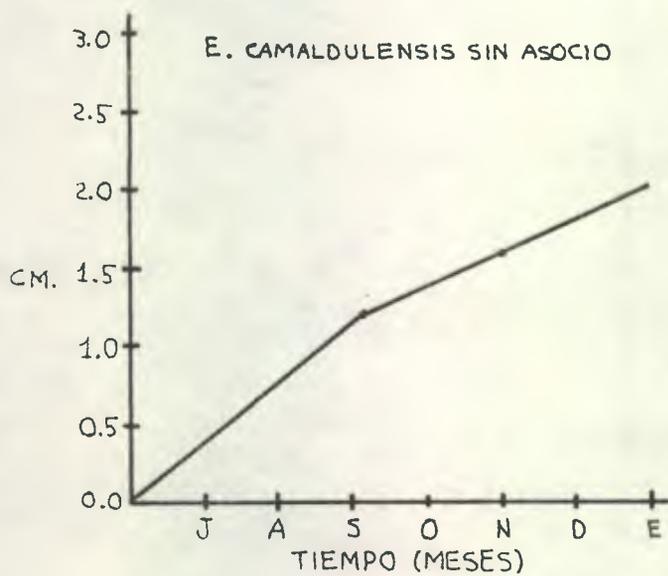
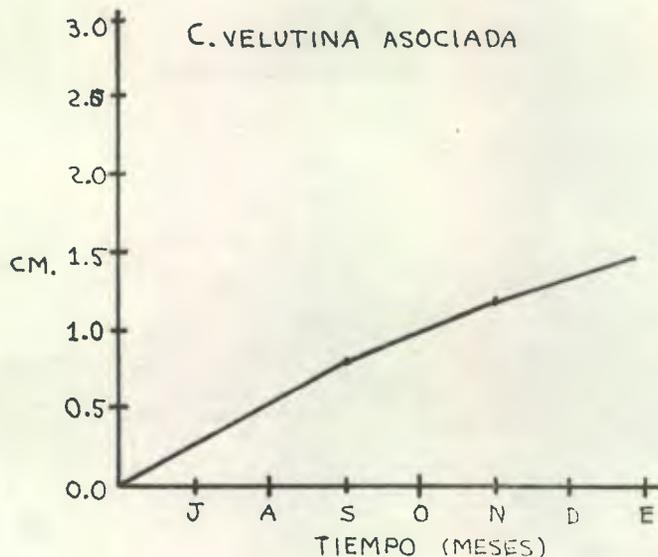
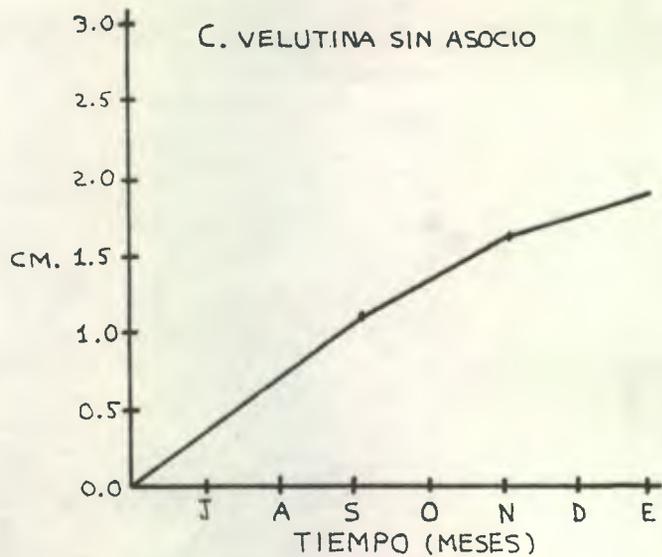


Fig. 8 Crecimiento en diámetro basal (cm.) de los 6 tratamientos.

#### 4.1.4 Crecimiento en diámetro de copa:

Aún sabiendo que los hábitos de crecimiento son diferentes entre las especies en esta investigación, el tratamiento que obtuvo el mejor promedio al tomar la última lectura de crecimiento en diámetro de copa, fué el de *L. leucocephala* sin asocio con 158 cm.; siguiéndole en el orden respectivo: *L. leucocephala* con asocio de maíz con -- 114 cm.; *E. camaldulensis* sin asocio con 106 cm.; *E. camaldulensis* con asocio con 85 cm.; *C. velutina* sin asocio con 77 cm.; y *C. velutina* con asocio con 58 cm. (ver Fig. 9). En cuanto al incremento medio de esta variable, *Leucaena leucocephala* tanto asociada como no asociada presentó los mejores resultados (ver Cuadro 4). Y se puede notar que -- no hubo mucha diferencia entre el asocio o no asocio al -- cultivo.

Cabe hacer notar que aunque el tratamiento de *L. leucocephala* sin asocio de maíz no incrementó en promedio su diámetro de copa en el período comprendido entre la segunda y tercera medición, aún así siguió siendo el mejor tratamiento en relación a esta variable (ver -- Fig. 9).

En las tres mediciones que se hicieron -- de diámetro de copa, el análisis de varianza mostró la -- existencia de diferencias altamente significativas a ni-- veles de 99% de probabilidad (ver Anexos del A-12 al A-14). En las tres oportunidades el mejor tratamiento resultó ser el de *L. leucocephala* sin asocio de maíz, aunque estadísticamente igual a otros tratamientos.

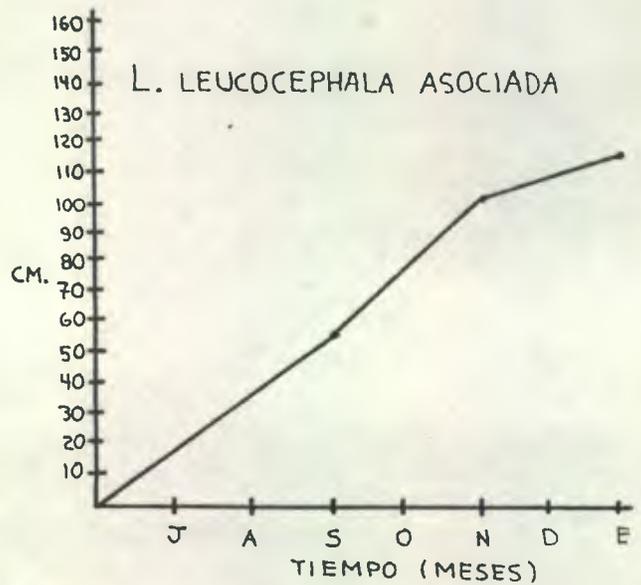
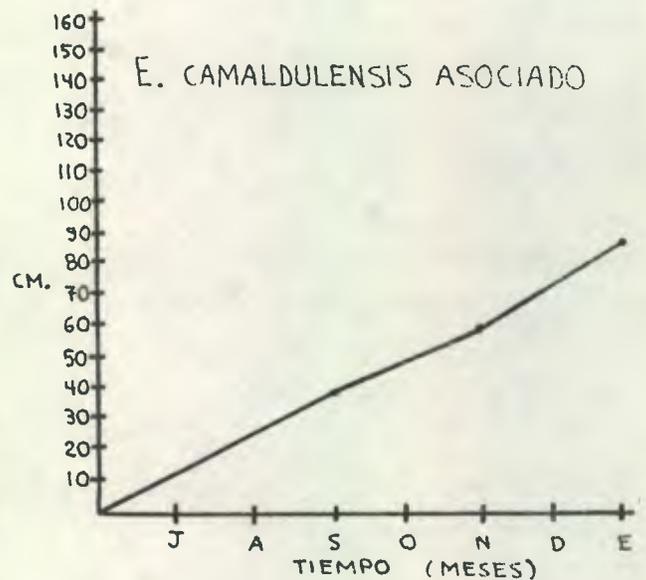
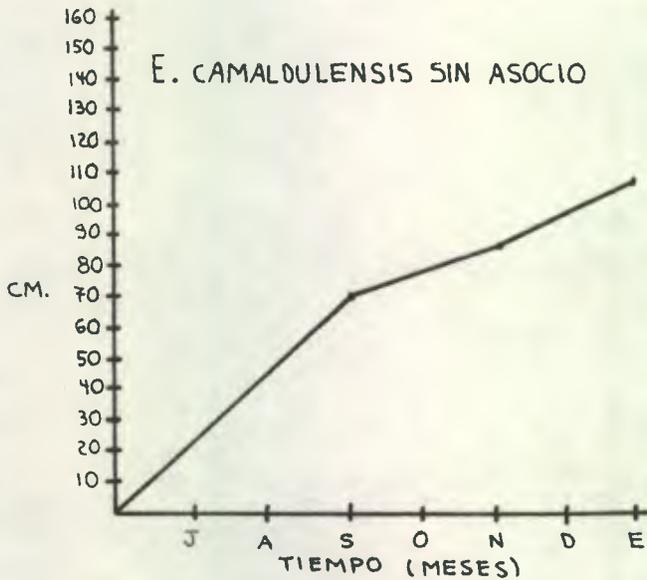
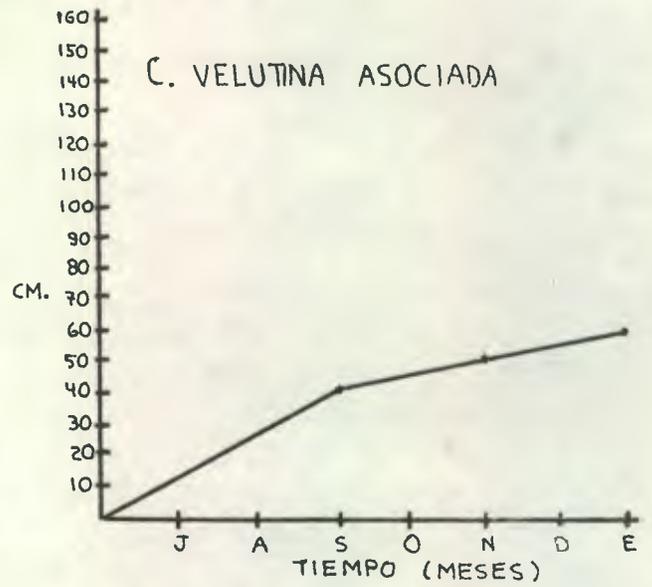
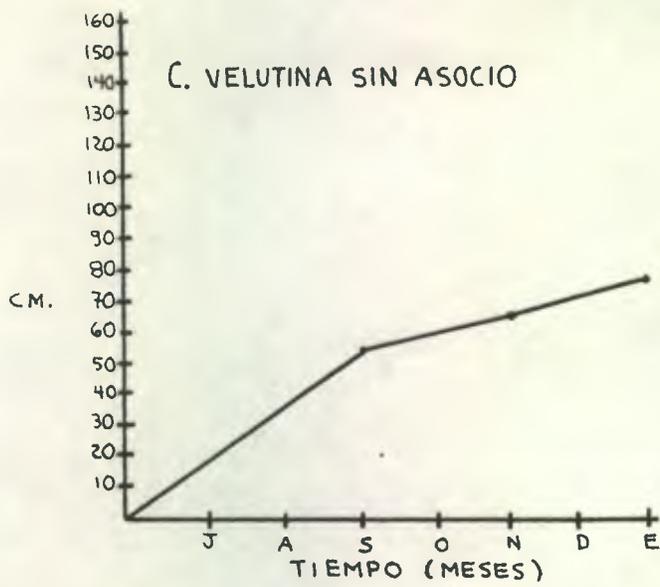


Fig. 9 Crecimiento en diámetro de copa (cm.) de los 6 tratamientos.

En general, existen pocos trabajos realizados respecto a crecimiento en diámetro de copa, considerados con especies forestales en asociación de cultivos. Esta variable de crecimiento, se consideró en la presente investigación debido a que la exposición foliar incrementa la actividad fotosintética de los árboles con lo cual se espera una mejor respuesta en altura. Esto tiende a tener mayor relevancia cuando el asocio es con cultivos anuales, que crecen rápido, con densidad alta y que pueden ser altamente competitivos por luz, espacio y nutrientes con las especies forestales en las primeras etapas de establecimiento.

#### 4.2 PRODUCCION DE MAIZ.

En la actualidad el maíz es el cultivo que ocupa el primer lugar en la producción agrícola del Parcelamiento La Máquina, siendo por lo tanto el que genera mayor ocupación e ingresos dentro de esa región. Algunos agricultores acostumbran a efectuar dos siembras de este cultivo al año; la siembra de segunda se practica en áreas muy pequeñas que no son de importancia, por lo que se puede generalizar en que sólo se practica siembra de primera. En lo que respecta a esta investigación, el cultivo del maíz se realizó siguiendo la tecnología típica empleada por los agricultores de la región, por lo que no se hizo ninguna aplicación de fertilizantes, con lo cual probablemente se hubiera incrementado la producción.

El rendimiento total que se obtuvo en el área experimental donde se cultivó maíz fué de 1734 libras en 0.39 hectáreas, lo que equivale a un rendimiento de ---- 2010.67 Kg./ha. Si se compara este rendimiento con el que el agricultor informó haber obtenido en la misma área el año anterior a que se realizara esta investigación, que fué de 30 quintales por manzana (1948 Kg./ha.), se podrá observar que los resultados son muy similares, y que el ligero incremento del 3% que se obtuvo en el rendimiento en esta oportunidad, no es lo suficientemente grande como para establecer de que el asocio de árboles le haya causado algún beneficio al cultivo.

En el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos por bloque, parcela y tratamiento, habiendo ocupado cada parcela un área de 196 m<sup>2</sup>. En dicho cuadro también se incluyó la equivalencia de los distintos rendimientos obtenidos por parcela, a rendimientos expresados en ---- Kg/ha. Como se puede apreciar en este cuadro, el rendimiento promedio del maíz en el bloque 2 fue menor al de los otros bloques, lo cual probablemente se deba a la presencia del horizonte endurecido cerca de la superficie y a la erosión.

Cuadro 5. PRODUCCION DE MAIZ OBTENIDA EN EL AREA EXPERIMENTAL POR BLOQUE, PARCELA Y TRATAMIENTO.

BLOQUE No.	PARCELA No.	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO EN LIBRAS POR PAR CELA.	RENDIMIENTO EX PRESADO EN --- Kg./ha.
I	2	T <sub>3</sub> A	57	1321.89
	3	O A*	64	1484.23
	4	T <sub>1</sub> A	76	1762.52
	6	O A	129	2991.65
	7	T <sub>2</sub> A	<u>58</u>	<u>1345.08</u>
		Total Bloque I:	384	8905.37
II	2	T <sub>2</sub> A	67	1553.80
	4	O A	75	1739.33
	5	T <sub>1</sub> A	68	1576.99
	7	O A	65	1507.42
	8	T <sub>3</sub> A	<u>66</u>	<u>1530.61</u>
		Total Bloque II:	341	7908.15
III	1	T <sub>1</sub> A	75	1739.33
	2	O A	136	3153.99
	3	T <sub>2</sub> A	125	2898.89
	5	T <sub>3</sub> A	111	2574.21
	7	O A	<u>109</u>	<u>2527.83</u>
		Total Bloque III:	556	12894.85
IV	3	T <sub>1</sub> A	94	2179.96
	4	O A	70	1623.38
	5	T <sub>3</sub> A	115	2666.98
	7	O A	87	2017.82
	8	T <sub>2</sub> A	<u>87</u>	<u>2017.82</u>
		Total Bloque IV:	<u>453</u>	<u>10505.96</u>
		TOTAL:	1734	40213.36
		PROMEDIO:	86.7	2010.67

\* Parcela testigo de maíz.-

En la literatura consultada no existe mucha evidencia respecto a la influencia de los árboles sobre el cultivo del maíz, pero de acuerdo a King (16) quien indagó al respecto, obtuvo las siguientes respuestas: 33% de los encuestados expresaron que no poseían la correspondiente información; 8% que los rendimientos del cultivo fueron incrementados; y 55% que fueron reducidos algún tiempo después del primer año. Como ninguna de esas respuestas fue sustentada por la evidencia experimental, King (16) señala que es tentativo creer que esos que afirman que pasado un tiempo se reduce la productividad del cultivo refleja únicamente "el sentido común" aproximado, puesto que la razón dada en todos los casos sobre la reducción de la productividad fue el cierre de las copas de los árboles.

#### 4.3 SUELOS.

Los resultados de los análisis de suelos de fertilidad se adjuntan en el Cuadro A17, de acuerdo a dichos resultados se observa que las muestras 1,2,3 y 4 que corresponden a los bloques III, I y IV respectivamente en general tienen un contenido adecuado de nutrimentos; el pH es neutro y los contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio se pueden considerar como altos para el cultivo del maíz en esa región, de acuerdo a experiencias de ensayo realizadas por el ICTA. Para la muestra 2 que le corresponde al bloque 2, el pH se puede considerar como ligeramente ácido, lo cual se correlaciona con el bajo contenido de fósforo y a su vez con el bajo rendimiento en el cultivo del maíz.

Los resultados del muestreo de suelos tomado -- a distintas profundidades de una calicata que se elaboró, puede dar una idea bastante general de la variación del -- contenido de nutrimentos a distintas profundidades. Es-- tos resultados se incluyeron en el Cuadro A18 y en base a los mismos se puede ver que el pH es ligeramente alcalino en los 3 horizontes, los cationes cambiables oscilan en-- tre normales o adecuados a ligeramente altos, la capaci-- dad de intercambio catiónico es adecuada y está estrecha-- mente relacionada con el contenido de M.O. El contenido de M.O. disminuyó en los estratos inferiores.

#### 4.4 ANALISIS ECONOMICO:

En lo que respecta a este renglón, en el pre-- sente estudio solo se consideraron los costos de mano de obra, maquinaria empleada, insumos utilizados durante el período experimental, y algunos costos fijos, tales como intereses de capital y gastos de administración. No se tomó en cuenta el alquiler del terreno, puesto que esta -- investigación va dirigida a los parcelarios de la región, quienes en su mayoría son propietarios de las parcelas.

En el Cuadro 6 se detallan las labores, prácti-- cas e insumos que se utilizaron en el cultivo del maíz du-- rante el período de tiempo comprendido entre junio y no-- viembre de 1983, de acuerdo a la inversión efectuada por el Proyecto Leña para realizar esta investigación, en la cual, dentro de los jornales pagados se cubrieron las pres-- taciones sociales exigidas por la ley laboral del país. -- Como estas prestaciones generalmente no son cubiertas por

los agricultores de este parcelamiento, en el Cuadro 7 se incluyó el costo de producción de este cultivo para el año de 1981, con la información proporcionada por el Departamento de Socioeconomía Rural del ICTA, a fin de tener una idea más clara de la inversión real que le representaría realizar este cultivo a dichos agricultores.

Cuadro 6. COSTO DE PRODUCCION DE MAIZ DE ACUERDO A LA IN-  
VERSION EFECTUADA POR EL PROYECTO LEÑA.  
(junio - noviembre, 1983)

LABORES	FORMA	*Q./196 m <sup>2</sup>	*Q./ha.
Aradura	Mecanizada	0.62	31.63
Siembra	Manual	0.73	37.24
1ra. Limpia	Manual	2.56	130.61
Aplicación insecticida	Manual	0.37	18.88
2da. Limpia	Manual	3.66	186.73
Dobla	Manual	0.73	37.24
Cosecha	Manual	1.10	56.12
Desgrane	Mecanizada	0.21	10.71
Total Costo-Labores :		9.98	509.16
<u>Insumos</u>	<u>Clase</u>		
Semilla	Pionner	0.70	35.71
Insecticida	Volatón granulado	0.15	7.65
Total Costo-Insumos :		0.85	43.36
Costos Directos:		10.83	552.52
Interés 8% S.C.D.:		0.87	44.20
Administración 10% S.C.D.:		1.08	55.25
COSTO TOTAL DE PRODUCCION:		12.78	651.97
		=====	=====

(\*) Q.1.00 = \$ 1.00

Es importante señalar que la diferencia que existe entre los costos de las limpias del cuadro anterior con las del cuadro 7, se debe a que dentro de esta actividad se incluyó la elaboración de algunas acequias de ladera, las cuales se hicieron con el fin de contrarestar la erosión.

Cuadro 7. COSTO DE PRODUCCION DE LA TECNOLOGIA TIPICA DEL MAIZ. LA MAQUINA, 1981.

LABOR	FORMA	Q./Mz.	Q./ha.
Chapeo	Mecanizada	9.76	13.94
Aradura	Mecanizada	19.91	28.44
Paso Rastra	Mecanizada	9.54	13.63
Siembra	Mecanizada	10.00	14.29
1ra. limpia	Manual	14.88	21.26
Aplicación insecticida	Manual	5.95	8.50
2da. limpia	Manual	17.02	24.31
Dobla	Manual	7.17	10.24
Tapixca	Manual	29.83	42.61
Desgrane	Mecanizada	<u>11.27</u>	<u>16.10</u>
Total Costo-Labores:		135.33	193.32
<u>Insumos</u>	<u>Clase</u>		
Semillas	ICTA*	11.12	15.89
Insecticida	Volatón gránula- do.	4.41	6.30
Total Costo-Insumos:		<u>15.53</u>	<u>22.19</u>
Costos Directos:		150.86	215.51
Interés 8% S.C.D.:		12.07	17.24
Administración 10% S.C.D.:		<u>15.08</u>	<u>21.55</u>
Costo Total de Producción:		178.01	254.30

No. de Colaboradores: 28      Area Total: 422.65 Mz.

(\*) Semilla constituida por cuatro diferentes clases: HA-44  
HB-33, ICTA B-1, La Máquina.

Fuente: Reyes, M. et al, 1981 (28).

En el Cuadro 8 se puede observar el costo que implicó la reforestación por área, utilizando el sistema de asocio de -- maíz y árboles (sistema "Taungya") con los precios pagados -- por el Proyecto Leña. En este cuadro el costo de las limpieas también se ve incrementado por la inclusión dentro del mismo del costo de la construcción de las acequias.

Cuadro 8 COSTO DE REFORESTACION UTILIZANDO EL SISTEMA ----  
TAUNGYA DE ACUERDO A LA INVERSION EFECTUADA POR --  
EL PROYECTO LEÑA (junio - noviembre, 1983).

LABORES	FORMA	Q./196 m <sup>2</sup>	Q./ha.
Aradura	Mecanizada	0.62	31.63
Siembra de árboles	Manual	0.73	37.24
Siembra de maíz	Manual	0.73	37.24
1ra. limpia	Manual	2.56	130.61
Aplicación insecticida	Manual	0.37	18.88
2da. limpia	Manual	3.66	186.73
Dobla	Manual	0.73	37.24
Cosecha	Manual	1.10	56.12
Desgrane	Mecanizada	0.21	10.71
Plateo de árboles efectuado después de la cosecha del maíz.	Manual	<u>1.52</u>	<u>77.55</u>
Total Costo Labores:		12.23	623.95
<u>Insumos</u>	<u>Clase</u>		
Semilla	Pionner	0.70	35.71
Insecticida	Volatón granulado.	<u>0.15</u>	<u>7.65</u>
Total Costo-Insumos:		0.85	43.36
Costos Directos:		13.08	667.31
Interés 8% S.C.D.:		1.05	53.38
Administración 10% S.D.C:		<u>1.30</u>	<u>66.73</u>
Costo Total de Producción:		15.43	787.42
		=====	=====

En el cuadro 9 se muestran los costos de reforestación sin asocio de maíz por área, con los precios pagados por el Proyecto Leña según la metodología que se siguió en esta investigación.

Cuadro 9. COSTO DE REFORESTACION SIN ASOCIO DE MAIZ DE --  
ACUERDO A LA METODOLOGIA SEGUIDA Y A LA INVER--  
SION EFECTUADA POR EL PROYECTO LEÑA.  
(junio-noviembre, 1983).

LABORES	FORMA	Q./196 m <sup>2</sup>	Q./ha.
Chapeo	Manual	0.27	13.78
Siembra de árboles	Manual	0.73	37.24
1er. plateo	Manual	1.22	62.24
2do. plateo y chapeo	Manual	5.49	280.10
3er. plateo	Manual	1.52	77.55
Costos Directos:		9.23	470.91
Interés 8% S.C.D.:		0.74	36.67
Administración 10% S.C.D.:		0.92	47.09
Costo Total de Reforestación:		10.89	554.67

En el Cuadro 10 se resumieron los costos totales de los cuadros 6 al 9, con el fin de comparar el costo del sistema Taungya con el del otro sistema de reforestación, y también con el costo del cultivo de maíz.

Cuadro 10. DIFERENCIA DE COSTOS TOTALES UTILIZANDO AL SISTEMA TAUNGYA COMO COMPARADOR.

	SISTEMA TAUNGYA	REFORESTACION SIN MAIZ	CULTIVO DE MAIZ PROYECTO/TEC.TIP	
Costo Total	787.42	554.67	651.97	254.30
por ha. (Q).				
Diferencia	-	232.75	135.45	533.12

De acuerdo al Cuadro 10, se puede derivar que el costo de reforestación sin maíz únicamente se redujo en 29.56% comparado con el costo de inversión que se hizo en el sistema "Taungya", y que en el cultivo de maíz se redujo en 17.20%, lo que nos indica que las diferencias son relativamente bajas. Pero si se considera el ingreso del producto total de la cosecha del maíz, que fué de Q.138.72 en 0.39 hectáreas, lo cual equivale a Q.355.69 por hectárea, se deduce fácilmente como se muestra en el cuadro 11 que el costo de inversión para el sistema "Ta-nyga" queda reducido a Q.431.73, lo que representa una disminución del 45.17% de la inversión inicial; y si a la vez se compara este valor reducido del sistema "Taungya", con la inversión de la reforestación sin maíz, se puede establecer que la inversión de "Taungya" representa una disminución de 22.16% respecto al sistema de reforestación mencionado.

Cuadro 11. REDUCCION EN LOS COSTOS DE INVERSION DEBIDO AL INGRESO OBTENIDO EN LA COSECHA DEL MAIZ.

CONCEPTO	SISTEMA	CULTIVO DE MAIZ	
	TAUNGYA	INVERSION (PROYECTO)	TECNOLOGIA TIP. (AGRICULTORES)
Costo Total de Inversión en Q./Ha.	787.42	651.97	254.30
Ingresos por cosecha en Q./Ha.	355.69	355.69	355.69
Inversión reducida en Q./Ha.	431.73	296.28	--
% reducción.	45.17	54.56	--
Ganancia.	-----	-----	101.39

Al considerar el ingreso del producto de la cosecha se puede observar en el Cuadro 11 que según la inversión realizada por el Proyecto Leña en el cultivo del maíz, no se compensaron los gastos, pero esto se debe a que como se explicó anteriormente, en este experimento se cubrieron algunas prestaciones sociales dentro de los jornales pagados que generalmente los agricultores del parcelamiento no acostumbra a pagar. En cambio si se compara con el costo de la tecnología típica del cultivo en la región, se podrá observar que existe una ganancia de Q.101.39 por hectárea.

Somarriba (31) señala que es posible reconocer, a partir de los datos existentes, que la aportación económica del componente agrícola en modelos de Taungya es significativa. En muchos casos el valor de las cosechas sobrepasa el valor de establecimiento al inicio del turno forestal. Fernández, citado por Somarriba (31), encontró que la cosecha agrícola podía generar ingresos casi cuatro veces mayores que el costo de plantación para el mismo período, (9189.40 contra 2897.20). Otros autores también citados por Somarriba (31), indican que se puede cubrir más del 60% del costo de establecimiento de la plantación (costo: 5471.00 frente a ingresos: 3727.00.) En Honduras Británica (Belice) se encontraron valores positivos en el balance económico (costo: US \$261.33 contra ingresos: US \$538.40).

## 5. CONCLUSIONES

5.1 A pesar de que *Eucalyptus camaldulensis* presentó el mayor índice de sobrevivencia, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre tratamientos, lo cual indica que las tres especies se adaptan de igual forma, bien sea asociada o no asociada con maíz.

5.2 Tanto los tratamientos de *Eucalyptus camaldulensis* como los de *Leucaena leucocephala*, asociados y no asociados con maíz, presentaron mejor crecimiento en altura que los tratamientos de *Caesalpinia velutina* durante el presente ensayo. Esto se debe al comportamiento inicial de las especies.

5.3 El tratamiento que presentó el mejor crecimiento en diámetro basal fué el de *Eucalyptus camaldulensis* sin asocio de maíz.

5.4 *Leucaena leucocephala* asociada y no asociada con maíz fué la que mostró el mejor crecimiento en diámetro de copa, debido al hábito de esta especie.

5.5 El crecimiento de las especies forestales no asociadas con maíz no superó en gran escala al de las especies forestales asociadas a este cultivo, a pesar de que se les hizo un estricto control de malezas.

5.6 La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles (2130 Kg./Ha.) presentó una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde sí hubo asocio (1930 Kg./Ha.)

5.7 En el sistema "Taungya" evaluado durante este período experimental, el valor total de la inversión se redujo en 45.17%, lo que equivale a una disminución de 22.16% respecto a la inversión realizada en el sistema de reforestación sin asocio de maíz.

5.8 Al comparar el costo de la tecnología típica del maíz que emplean los agricultores de la región, con los ingresos adquiridos por la cosecha de este cultivo durante el presente ensayo, se llegó a la conclusión de que se habría obtenido una ganancia de Q.101.39 por hectárea, lo que permite asumir que la inversión real para los agricultores del Parcelamiento La Máquina que adopten el sistema "Taungya" de reforestación, podrán obtener resultados más beneficiosos de los que se obtuvieron en esta investigación.

6.. RECOMENDACIONES

6.1 El asocio de maíz y árboles para leña es recomendable que sea contemplado en trabajos de reforestación, para que los agricultores recuperen a corto plazo parte de la inversión efectuada en la siembra de árboles y las especies arbóreas se beneficien de los cuidados que se le brindan al cultivo.

6.2 Se sugiere que se realicen más investigaciones sobre el sistema "Taungya" en diversas regiones del país, con especies forestales de rápido crecimiento y cultivos anuales que resulten económicamente más rentables que el maíz, para que la reforestación resulte más atractiva para los agricultores y se evite de esta manera que los suelos se sigan degradando.

6.3 Evaluar ensayos de esta naturaleza en períodos de tiempo no menores de un año y que impliquen análisis completos del suelo.

BIBLIOGRAFIA

1. BENE, J. et al. Trees, food and people; land management in the tropics. Ottawa, Canadá, IDRC, 1977.
2. BRISCOE, C. B. Integrated forestry-agriculture--live-stock at Jari. s.n.t. 5 p. (presentado en el ICRAF's Consultative Meeting on Plant - Research and Agroforestry. Nairobi, Kenya, - 1981.)
3. BUDOWSKI, G. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 8 p.
4. \_\_\_\_\_ . Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controladas en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 26 p.
5. BURLEY, J. Selection of species for fuelwood plantations. Commonwealth Forestry Review. 59 - (2): 133-147. 1980.
6. CASTAÑEDA, L. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* A. Chev. asociada con cultivos anuales y perennes en su segundo año de crecimiento. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR---CATIE, 1981. 116 p.

7. COMBE, J. Conceptos sobre la investigación de técnicas agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UNU, 1979. 226 p.
8. COMBE, J. y BUDOWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, 1979. Actas. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UNU, 1979. 226 p.
9. CRUZ, J.R. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. 24 p.
10. DOUGLAS, J. S. and HART de J., R. A. Forest farming; towards a solution to problems of world hunger and conservation. London, Robinson L. Watkins, 1976. 197 p.
11. DYSON, W. G. y BUDOWSKI, G. Notes on species suitable for inclusion in wood fuel production trials. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 23 p.
12. FLINTA, C. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma, FAO, 1960. 497 p.
13. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censo de vivienda 1964, II. Viviendas particulares. Guatemala, 1972. V. 2 pp. 282-312.

14. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censo de Habitación 1973, III; república: hogares y viviendas colectivas. Guatemala, -- 1976. V. 2. pp. 630-632.
15. HESMER, H. Der kombinierte lan-und fostwirtschaftliche Anbau. Tropisches Afrika. Stuttgart, Ernst Klett Verlag, 1966. 150 p.
16. KING, K. F. S. Agro-silviculture (The Taungya - System). Nigeria, University of Ibadan, Department of Forestry. Bulletin No.1. 1968. 109 p.
17. LEIVA, J.M. Crecimiento inicial de *Cordia allio-*  
*dora* (R & P) Oken, en plantación a campo a--  
abierto y bajo dos tipos de cubierta de bosque  
secundario tropical, en Siquirres, Costa Rica.  
Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR---  
CATIE, 1982. 81 p.
18. LUNDGREN, B. Agroforestry in West Africa; an a--  
ppraisal of some IDRC-supported research ---  
research projects in Ghana and Nigeria. Nai  
robi, Kenya, ICRAF, 1978. 42 p.
19. \_\_\_\_\_ . Research strategy for soils in agrofo-  
restry. In Expert Consultation on Soils --  
Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya, -  
ICRAF, 1979.

20. MARTINEZ, H. El cultivo de árboles para producción de energía. Guatemala, CATIE/INAFOR, - 1983. 12 p.
21.           . Los sistemas agroforestales. Guatemala, CATIE/INAFOR, 1983. 16 p.
22. MARTINEZ, H. y ZANNOTTI, R. Informe anual Proyecto Leña. Guatemala, INAFOR/CATIE, 1982. pp. 21-22.
23.           . Informe Anual Proyecto Leña. Guatemala, INAFOR/CATIE, 1983. pp. 24.
24. MARTINEZ, H. et al Curso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña. Actas. Guatemala, CATIE/INAFOR, 1982. 169 p.
25. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Firewood Crops. -- Shrub and tree species for energy production. Washington, D.C., 1980. 237 p.
26. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION. Los eucaliptos en la repoblación forestal. FAO, Forestry and Forest Products Studies No.11; 1982. 403 p.
27. PECK, R.B. Sistemas agrosilvopastoriles como una alternativa para la reforestación en los trópicos americanos. Bogotá, Colombia, CONIF, 1977. pp. 73-84.

28. REYES, M. et al. Registros económicos de producción. La Máquina: Maíz, Arroz y Ajonjolí. Guatemala, SER/ICTA, 1981.
29. \_\_\_\_\_ . Registros económicos de producción. La Máquina: Maíz, Arroz y Ajonjolí. Guatemala, SER/ICTA, 1982.
30. SIMMONS, C., TARANO, J.M. y PINTO, H.J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
31. SOMARRIBA, E. Sistema Taungya: Tecnología apropiada de repoblación forestal. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 25 p.
32. STANDLEY, P.C. y STEYERMARK, J.A. Flora of Guatemala, Fieldiana; Botany. 24 (5): 103-104. - 1946.
33. STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw-Hill, 1960. pp. 132-160.
34. STEINLIN, H. Bessere Ernährung durch agro-forstliche Land-nutzungssysteme in den feuchten tropen. Greiburg, i. Br., Albert-Ludwin Universität. 1978. 26 p.

35. SVANQVIST, N. Employment opportunities in the - tropical moist forest under alternative silvicultural systems, including agrosilvicultural techniques. Comm. on For. Devpt. in the tropics No. FO-FDT/76/16 (b) Add. 1:107. 1976.
36. WEBB, D.B. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, Overseas Development Administration, 1980. 275 p.
37. ZANNOTTI, R. Ensayo de 6 especies leguminosas forestales para producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía, 1983. 72 p.



*Vol. 30*  
*[Handwritten signature]*

8. ANEXOS

ANEXO A1

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA SOBREVIVENCIA DE 3 ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ.<sup>+</sup>

% SOBREVIVENCIA, MES DE JULIO.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	100	100	96	100	100	100	596	99.33
II	100	96	100	100	100	100	596	99.33
III	100	96	100	100	100	100	596	99.33
IV	92	100	100	100	100	100	592	98.67
Total Trat.	392	392	396	400	400	400	2380	396.66
Prom. Trat.	98	98	99	100	100	100		

+ Para convertir el % de sobrevivencia a una distribución normal, a los valores reales de porcentaje se les hizo la corrección  $\sqrt{101-X}$

Fuentes de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F. Tabulada.
Bloques	3	2.00	0.67	0.13 N.S.	<u>0.05</u> <u>0.01</u>
Tratamientos	5	19.33	3.87	0.78 N.S.	3.29 5.42
Error	15	74.00	4.93	-----	-----
TOTAL	23	95.33			

C.V. = 2.24%

N.S. = No significativo

\* = Significancia al 95% de probabilidad

\*\* = Significancia al 99% de probabilidad.

ANEXO A2

% SOBREVIVENCIA, MES DE SEPTIEMBRE

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques
I	100	100	100	96	100	100	596	99.33
II	100	100	100	100	96	100	596	99.33
III	100	92	100	100	96	100	588	98.00
IV	96	100	100	100	100	92	588	98.00
Total Trat.	396	392	400	396	392	392	2368	394.66
Prom. Trat.	99	98	100	99	98	98		

Fuentes de Variabilidad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab.
Bloques	3	10.67	3.55	0.43 N.S.	3.29 5.42
Tratamientos	5	13.33	2.67	0.32 N.S.	
Error	15	125.34	8.36		
Total	23	149.34			

C.V. = 2.93%

ANEXO A3

% SOBREVIVENCIA, MES DE NOVIEMBRE.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	96	100	100	96	100	100	592	98.67
II	100	100	100	100	96	100	596	99.33
III	100	92	100	100	96	100	588	98.00
IV	92	100	100	100	100	92	584	97.33
Total Trat.	388	392	400	396	392	392	2360	
Prom. Trat.	97	98	100	99	98	98		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" 0.05	Tab. 0.01
Bloques	3	13.33	4.44	0.43 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	21.33	4.27	0.41 N.S.		
Error	15	154.67	10.31			
Total	23	189.33				

C.V. = 3.27%

ANEXO A4

% SOBREVIVENCIA, MES DE ENERO.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques
I	96	100	100	96	100	100	592	98.67
II	100	96	100	100	96	100	592	98.67
III	100	92	100	100	96	100	588	98.00
IV	92	100	100	100	100	92	584	
Total Trat.	388	388	400	396	392	392	2356	392.67
Prom. Trat.	97	97	100	99	98	98		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab. 0.05 0.01
Bloques	3	7.33	2.44	0.23 N. S.	3.29 5.42
Tratamientos	5	27.33	5.47	0.52 N. S.	
Error	15	156.67	10.44		
Total	23	191.33			

C.V. = 3.29%

ANEXO A5

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE CRECIMIENTO EN ALTURA DE 3 ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ.

CRECIMIENTO EN ALTURA (cm.), MES DE JULIO.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques
I	38	47	53	55	93	92	378	63.00
II	39	40	55	56	89	99	378	63.00
III	35	40	56	59	99	88	377	63.00
IV	43	34	59	62	93	95	386	64.00
Total Trat.	155	161	223	232	374	374		
Prom. Trat.	39	40	56	58	93	93		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" 0.05	Tab. 0.01
Bloques	3	8.80	2.93	0.16 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	12172.71	2434.54	133.54**		
Error	15	273.45	18.23			
Total	23	12454.96				

C.V. = 6.75%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 99%.

q (n, GLe) = 5.80     $\bar{S}\bar{X}$  = 2.13    WP = 12.35

INTERPRETACION:

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>2</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>1</sub> O
Promedios:	93	93	58	56	40	39
	a	a	b	b	c	c

ANEXO A6

CRECIMIENTO EN ALTURA (cm.), MES DE SEPTIEMBRE

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques
I	61	59	148	116	149	110	643	107.17
II	56	46	127	112	152	163	656	109.33
III	87	68	149	132	169	128	733	122.17
IV	92	46	119	139	137	143	676	112.67
Total Trat.	296	219	543	499	607	544		
Prom. Trat.	74	55	136	125	152	136		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	"F" Calculada	"F" 0.05	Tab. 0.01
Bloques	3	789.00	263.00	1.049 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	30400.35	6080.07	24.24 **		
Error	15	3762.00	250.80			
Total	23	34951.35				

C.V. = 14.04%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS PARA EL ANDEVA AL 99%.

$q(n, GL_e) = 5.80$   $S\bar{x} = 7.92$   $WP = 45.94$

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A
Promedios:	152	136	136	125	74	55
	a	a	a	a	b	b

ANEXO A7

CRECIMIENTO EN ALTURA (cm.), MES DE NOVIEMBRE.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	83	88	196	140	211	160	878	146.33
II	65	55	164	131	215	193	823	137.17
III	107	85	189	155	223	161	920	153.33
IV	158	51	139	170	190	178	886	147.67
Total Trat.	413	279	688	596	839	692		
Prom. Trat.	103	70	172	149	210	173		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab. 0.05	"F" Tab. 0.01
Bloques	3	807.78	269.26	0.43 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	52478.38	10495.68	16.67 **		
Error	15	9444.47	629.63			
Total	23	62730.63				

C.V. = 17.17%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 99%.

$q(n, GLe) = 5.80$   $\bar{Sx} = 12.55$   $WP = 72.77$

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A
Promedios:	210	173	172	149	103	70
	a	a	a			
		b	b	b		
				c	c	c

ANEXO A8

CRECIMIENTO EN ALTURA (cm.), MES DE ENERO.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	95	98	220	160	215	169	957	159.50
II	69	58	187	144	218	208	884	147.33
III	115	95	222	181	231	173	1017	169.50
IV	173	57	162	220	193	188	993	165.50
Total Trat.	452	308	791	705	857	738		
Prom. Trat.	113	77	198	176	214	184		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" 0.05	Tab. 0.01
Bloques	3	1682.12	560.71	0.64 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	57316.69	11463.34	13.12 **		
Error	15	13109.13	873.94			
Total	23	72107.94				

C.V. = 18.42%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 99%.

q (n, GLe) = 5.80     $\bar{X}$  = 14.78    WP = 85.72

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>2</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>2</sub> A	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A
Promedios:	214	198	184	176	113	77
	a	a	a	a	b	
		b	b	b	b	
			c	c	c	

ANEXO A9

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE EL CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL DE 3 ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ.

CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL (cm.), MES DE SEPTIEMBRE.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	1.0	0.8	1.3	0.6	1.4	0.7	5.8	0.97
II	1.0	0.8	1.0	0.6	1.5	1.0	5.9	0.98
III	1.2	0.9	1.3	0.7	1.9	0.8	6.8	1.13
IV	1.3	0.8	1.1	0.9	1.4	0.9	6.4	1.07
Total Trat.	4.5	3.3	4.7	2.8	6.2	3.4		
Prom. Trat.	1.12	0.83	1.17	0.70	1.55	0.85		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab. 0.05	"F" Tab. 0.01
Bloques	3	0.11	3.60	1.72 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	1.93	0.39	0.18 N.S.		
Error	15	0.31	2.10			
Total	23	2.35				

C.V. = 13.96%.

ANEXO A10

CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL (cm.), MES DE NOVIEMBRE.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	1.5	1.3	1.8	0.9	2.4	1.3	9.2	1.53
II	1.2	1.0	1.5	0.9	2.3	1.7	8.6	1.43
III	1.5	1.5	1.8	1.0	2.7	1.4	9.9	1.60
IV	2.1	0.9	1.2	1.4	2.1	1.4	9.1	1.52
Total Trat.	6.3	4.7	6.3	4.2	9.5	5.8		
Prom. Trat.	1.57	1.17	1.58	1.05	2.38	1.45		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab. 0.05	"F" Tab. 0.01
Bloques	3	0.14	0.05	0.59 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	4.32	0.86	10.75 **		
Error	15	1.21	0.08			
Total	23	5.67				

C.V. = 18.50%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 99%.

$q(n, GL_e) = 5.80$   $S\bar{x} = 0.14$   $WP = 0.81$

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>2</sub> O	T <sub>1</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> A
Promedios:	2.38	1.58	1.57	1.45	1.17	1.05
	a	a	a	b	b	b
		b	b	b	b	b

ANEXO A11

CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL (cm.), MES DE ENERO.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	1.8	1.8	2.3	1.2	2.4	1.5	11.0	1.83
II	1.5	1.2	2.0	1.1	2.3	1.9	10.0	1.67
III	1.7	1.8	2.2	1.4	2.6	1.6	11.3	1.88
IV	2.5	1.1	1.5	1.9	2.2	1.6	10.8	1.80
Total Trat.	7.5	5.9	8.0	5.6	9.5	6.6		
Prom. Trat.	1.87	1.47	2.00	1.40	2.37	1.65		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab. 0.05	"F" Tab. 0.01
Bloques	3	0.15	5.15	0.43 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	2.66	0.53	4.48 *		
Error	15	1.78	0.12			
Total	23	4.59				

C.V. = 19.17%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 95%

$q(n, GL_e) = 4.60$   $S\bar{X} = 0.17$   $WP = 0.79$

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>2</sub> O	T <sub>1</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> A
Promedios:	2.37	2.00	1.87	1.65	1.47	1.40
	a	a	a	a		
		b	b	b	b	b

ANEXO A12

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE EL CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA DE 3 -  
ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ.

CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA (cm.), MES DE SEPTIEMBRE.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques
I	49	36	71	34	90	52	322	55.33
II	44	33	63	28	94	62	324	54.00
III	61	57	89	34	124	51	416	69.33
IV	64	32	57	56	88	56	353	58.83
Total Trat.	218	158	280	152	396	221		
Prom. Trat.	54.5	39.5	70.0	38.0	99.0	55.2		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab. 0.05	Tab. 0.01
Bloques	3	868.12	289.37	2.43 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	10302.88	2060.57	17.32 **		
Error	15	1784.62	118.97			
Total	23	12955.63				

C.V. = 18.37%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 99%

$q(n, GLe) = 5.80$   $S\bar{x} = 5.45$   $WP = 31.61$

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>2</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> A
Promedios:	99.0	70.0	55.2	54.5	39.5	38.0
	a	a	b	b	b	b
		b	b	b	b	b
			c	c	c	c

ANEXO A13

CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA (cm.), MES DE NOVIEMBRE.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques
I	62	53	91	54	155	100	515	85.83
II	48	41	81	43	155	108	476	79.33
III	66	61	102	53	181	89	552	92.00
IV	93	42	69	79	143	102	528	88.00
Total Trat.	269	197	343	229	634	399		
Prom. Trat.	67.2	49.2	86.0	57.2	158.5	100.0		

Fuentes de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" Tab. 0.05	Tab. 0.01
Bloques	3	504.78	168.26	0.82 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	31894.20	6378.84	30.97 **		
Error	15	3089.97	205.99			
Total	23	35488.95				

C.V. = 16.63%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 99%.

$$q(n, GL_e) = 5.86 \quad \bar{Sx} = 7.18 \quad WP = 41.64$$

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>1</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>1</sub> A
Promedios:	158.5	100.0	86.0	67.2	57.2	49.2
	a	b	b	b	c	c
			c	c	c	c

ANEXO A14

CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA (cm.), MES DE ENERO.

No. Bloque	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	Total Bloques	Prom. Bloques.
I	74	66	110	81	144	112	587	97.83
II	58	47	103	67	142	124	541	90.17
III	77	72	126	89	169	107	640	106.67
IV	101	48	87	102	147	112	597	99.50
Total Trat.	310	233	426	339	602	455		
Prom. Trat.	77.5	58.2	106.5	85.0	150.5	114.0		

Fuente de Variabilidad	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	"F" Calculada	"F" 0.05	Tab. 0.01
Bloques	3	825.45	275.15	1.55 N.S.	3.29	5.42
Tratamientos	5	21002.70	4200.54	23.72**		
Error	15	2655.80	177.05			
Total	23	24483.95				

C.V. = 13.5%

COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS (TUKEY) PARA EL ANDEVA AL 99%.

$q(n, GL_e) = 5.80$      $S\bar{x} = 6.65$      $WP = 38.57$

INTERPRETACION.

Tratamientos:	T <sub>3</sub> O	T <sub>3</sub> A	T <sub>2</sub> O	T <sub>2</sub> A	T <sub>1</sub> O	T <sub>1</sub> A
Promedios:	150.5	114.0	106.5	85.0	77.5	58.2
	a	a				
		b	b	b	b	
				c	c	c

ANEXO A15

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PERIODO EXPERIMENTAL

ACTIVIDAD:	FECHA:
Elaboración de calicata y muestreo de suelos.	2da. quincena de mayo de 1983.
Arado del terreno.	1ra. quincena de junio de 1983.
Trazo del experimento, siembra de especies forestales y del cultivo.	1ra. quincena de junio de 1983.
Labores culturales del cultivo.	De junio a septiembre de 1983.
Primera limpia del maíz.	1ra. semana de julio de 1983.
Aplicación de insecticida.	1ra. semana de julio de 1983.
Primer plateo de árboles.	2da. semana de julio de 1983.
Segunda limpia del maíz.	3ra. semana de julio de 1983.
Chapeo de parcelas y plateo de árboles.	1ra. semana de agosto de 1983.
Dobla del maíz.	4ta. semana de agosto de 1983.
Chapeo de parcelas y plateo de árboles.	4ta. semana de septiembre 1983.
Cosecha del maíz.	4ta. semana de octubre de 1983.

Desgrane de mazorcas.

4ta. semana de octubre de  
1983.

Mediciones de crecimiento en las  
especies forestales:

Primera medición de sobrevivencia y  
altura.

1ra. quincena de julio de  
1983.

Segunda medición de sobrevivencia y  
altura y primera de diámetro basal  
y diámetro de copa.

1ra. quincena de septiem-  
bre de 1983.

Tercera medición de sobrevivencia y  
altura y segunda de diámetro basal  
y diámetro de copa.

1ra. quincena de noviembre  
1983.

Cuarta medición de sobrevivencia y  
altura y tercera de diámetro basal  
y diámetro de copa.

1ra. quincena de enero de  
1984.

Sector Público Agrícola  
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS  
PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS  
RECOMENDACIONES PARA FERTILIZACION DE MAIZ  
EN LA COSTA SUR, ORIENTE Y NOR-ORIENTE.

ANEXO A16

---

<u>No. 1</u> (N,P y K deficientes) <u>Requerimiento:</u> (115-45-45) Lbs/Mz. el que podría llenarse aplicando: 3 qq de (15-15-15) MS; y 1.5 qq de (46-0-0) DS*	<u>No. 2</u> (N y P deficientes) <u>Requerimiento:</u> (115-45-0) Lbs/Mz. el que podría llenarse aplicando: 2.5 qq de (20-20-0) MS; y 1.5 qq de (46-0-0) DS*
<u>No. 3</u> (N y K deficientes) <u>Requerimiento:</u> (115-0-45) Lbs/Mz. el que podría llenarse aplicando: 1 qq de (46-0-0) MS; 0.75 qq de (0-0-60) MS; y 1.5 qq de (46-0-0) DS*	<u>No. 4</u> (N deficiente) <u>Requerimiento:</u> (115-0-0) Lbs/Mz. el que podría llenarse aplicando: 1 qq de (46-0-0) DS** ; y 1.5 qq de (46-0-0) DS*

---

EPOCA Y FORMA DE APLICACION

MS: Aplicar el fertilizante al momento de la siembra, ya sea en banda o por postura, tratando de que quede situado 5 cm abajo y 5 cm a un lado de la semilla y nunca en contacto con ella.

DS: Aplicar el fertilizante después de la siembra.

\*: Al inicio del candealeo, ya sea en banda o por mata en la superficie del suelo y a un lado de las matas.

\*\* : 10 días después de la siembra, ya sea en banda o por postura en la superficie del suelo y aun lado de las matas.

NOTA: Estas recomendaciones serán válidas si las muestras de suelo fueron bien tomadas y si son atendidos correctamente los otros factores de rendimiento tales como la calidad de la semilla, la preparación del suelo, el control de maleza, enfermedades y plagas, etc.

Guatemala, abril de 1981.

Sector Público Agrícola  
 INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLA  
 DISCIPLINA DE MANEJO DE SUELOS  
 7a. Av. 3-67, Zona 13, La Aurora, Tel. 63942

(500)

16-5-83

Nombre de la Finca \_\_\_\_\_  
 Aldea más cercana \_\_\_\_\_  
 Municipio CUYOTENANGO  
 Departamento SUCHITEPEQUEZ  
 Agricultor ABEL MORATAYA

DIRECCION A DONDE SE ENVIARAN LOS RESULTADOS

Nombre ABEL MORATAYA  
 Dirección LÍNEA B-6 LA MÁQUINA

NOTA: Use una casilla para cada muestra, llenando original y copia

Campo No.	1	1	1	1						
Muestra No.	1	2	3	4						
Area que representa cada muestra	1/4 MZ.	1/4 MZ	1/4 MZ	1/4 MZ						
Cultivo Anterior	PASTOS	PASTOS	PASTOS	PASTOS						
Fertilizante usado (fórmula)	—	—	—	—						
Cuántos quintales usó por manzana	—	—	—	—						
Rendimiento que obtuvo	—	—	—	—						
Para que cultivo desea recomendación	MAÍZ	MAÍZ	MAÍZ	MAÍZ						
Mes que sembrará	MAYO	MAYO	MAYO	MAYO						
Edad si son cultivos perennes										

PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO.

Muestra No.	Laboratorio	pH	Microgramos / ml.			Meq / 100 ml de Suelo			Recomendación Número
			P	K	Ca+Mg/K	Ca	Mg	Co/Mg.	
1	4714	7.0	12.00	295	27:1	16.71	3.69	4.53	4
2	4715	6.6	3.00	265	23:1	12.09	3.33	3.63	2
3	4716	7.0	10.83	318	21:1	14.70	2.28	6.45	4
4	4717	7.0	15.83	150	46:1	14.34	3.48	4.12	4

OBSERVACIONES

ANEXO A17

RESULTADOS DEL MUESTREO DE SUELOS EFECTUADO A 3 DISTINTAS PROFUNDIDADES.

Muestra No.	Profundidad (cm.)	Cationes = Meg./100gr.						Base %	
		pH	C.I.C.	Ca	Mg.	Na.	K.	Seca	M.O.
1	0 - 30	7.6 <sup>+</sup>	22.5 <sup>N</sup>	15.21 <sup>+</sup>	3.33 <sup>+</sup>	0.14 <sup>N</sup>	1.3 <sup>+</sup>	8.69	5.28
2	30 - 60	7.6 <sup>+</sup>	20.5 <sup>N</sup>	14.34 <sup>+</sup>	4.23 <sup>+</sup>	0.14 <sup>N</sup>	1.2 <sup>+</sup>	7.53	2.0 <sup>-</sup>
3	60 - 90	7.9 <sup>+</sup>	21.5 <sup>N</sup>	11.22 <sup>N</sup>	5.84 <sup>+</sup>	0.13 <sup>N</sup>	0.8 <sup>N</sup>	7.53	2.0 <sup>-</sup>

+ = Alto.

N = Normal ó Adecuado.

- = Bajo.



Referencia .....
Asunto .....
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA  
 Ciudad Universitaria, Zona 12.  
 Apartado Postal No. 1545  
 GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

PROHIBIDA LA REPRODUCCION  
 DE ESTE DOCUMENTO SIN  
 EL CONSENTIMIENTO DEL  
 AUTOR



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.  
 DECANO