

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**"COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES  
BAJO DOS METODOS DE REFORESTACION, EN SAN ANDRES  
ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA.**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva



En el grado académico de

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

Guatemala, Enero de 1986.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**Biblioteca Central**

D. L.  
01  
T(66)  
C. 3

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**RECTOR**

**Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

DECANO:	Ing. Agr. César Castañeda S.
VOCAL I.	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
VOCAL II.	Ing. Agr. Jorge E. Sandoval.
VOCAL III.	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio.
VOCAL IV.	P.A. Leopoldo Jordán Z.
VOCAL V.	P.A. Axel Gómez Ch.
SECRETARIO;	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda

**TRIBUNAL EXAMINADOR QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO.**

DECANO:	Ing. Agr. César Castañeda S.
EXAMINADOR.	Ing. Agr. Juan González.
EXAMINADOR.	Ing. Agr. Fredy Hernández Ola.
EXAMINADOR.	Ing. Agr. Domingo Amador.
SECRETARIO.	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

25 de noviembre de 1985

Ingeniero  
César Castañeda S., Decano  
Facultad de Agronomía  
Presente


Señor Decano:

Por este medio tengo el gusto de informarle que he concluido la asesoría de la tesis del estudiante Luis Ernesto Barrera Garavito; titulada: "COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES BAJO DOS METODOS DE REFORESTACION, EN SAN ANDRES ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA".

Dicho trabajo constituye un valioso aporte para la investigación en Silvicultura de especies forestales de rápido crecimiento, por lo cual considero que llena los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía para que el señor Barrera Garavito pueda optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Agr. José Miguel Leiva P.  
ASESOR

Guatemala,  
Noviembre de 1985.

Honorable Junta Directiva.  
Honorable Tribunal Examinador.

En cumplimiento con lo establecido en las normas de la -  
Universidad de San Carlos, tengo el agrado de presentar a su-  
consideración el trabajo de tesis titulado "COMPORTAMIENTO --  
INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES, BAJO DOS METODOS DE REFO-  
RESTACION, EN SAN ANDRES ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA". -  
Como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo  
en el grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,

Prof: Luis Ernesto Barrera Garavito.



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

*Señor Dame la Sabiduría, que reina junto  
a tí, y no me excluyas del número de tus  
hijos. Sab. 9:4.*

A LA MEMORIA DE MI PADRE:

*Manuel Barrera Salazar.  
Q.E.P.D.*

A MI MADRE:

*Ernestina Garavito V. de Barrera.*

A MI ESPOSA:

*Edith Arcell Custodio de Barrera.*

A MIS HIJOS:

*Luis Manuel  
Hugo Alejandro  
Jorge Mario*

A MIS HERMANOS:

*Hugo César  
Alma Nineth  
Lusby Viviana*

A MIS TIOS:

*Rita Pereira Salazar  
Francisco Barrera Salazar.*

## AGRADECIMIENTOS

*Dejo constancia de mi agradecimiento hacia las siguientes personas e instituciones.*

*A mis asesores: Ing. Agr. Mag. Sc. José Miguel Leiva e Ing. Ftal. Mag. Sc. Héctor A. Martínez H., por sus enseñanzas y correcta dirección en la elaboración del presente estudio.*

*A la Sub-Area de Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (E.P.S.A.), en especial, al Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, por su amistad y enseñanza brindada durante el transcurso de esta investigación.*

*Al Instituto de Investigación de la Facultad de Agronomía por su aporte brindado en esta investigación.*

*Al Proyecto Leña del Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP, por haber financiado las labores de campo y la publicación de esta investigación.*

*En forma especial al Ing. Agr. Rudy Herrera por su enseñanza y amistad brindada durante el transcurso de esta investigación.*

*Al Agr. Carlos Estrada, por su colaboración brindada durante la investigación.*

*Al Licenciado Edgar Rosemundo por sus enseñanzas brindadas para la culminación de este estudio.*

*Al Ing. Agr. Aroldo Fajardo por su colaboración prestada en la etapa de establecimiento del presente estudio.*

## CONTENIDO

	PAGINA No.
I. INTRODUCCION.	1
II. HIPOTESIS.	3
III. OBJETIVOS.	4
3.1 Objetivo general.	4
3.2 Objetivos específicos.	4
IV. REVISION DE LITERATURA.	5
4.1 Agroforestería.	5
4.2 Características de los componentes en sistemas agroforestales.	6
4.3 Agroforestería y su clasificación.	6
4.4 Clasificación de las principales técnicas agroforestales.	7
4.5 Ventajas y desventajas de sistemas agroforestales en comparación con monocultivos no arboreos.	8
4.5.1 Aspectos biológicos.	8
4.5.2 Aspectos económicos y sociales.	10
4.6 Método Taungya.	12
4.7 Aplicabilidad de los sistemas Agroforestales.	14
4.8 Consideraciones para selección de especies para producción de combustible.	15
4.9 Descripción de especies forestales.	16
4.9.1 <i>Alnus acuminata</i> O. Ktze.	16
4.9.2 <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	19
4.9.3 <i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.	21
V. MATERIALES Y METODOS	24
5.1 Descripción del área experimental.	24
5.1.1 Localización.	24
5.1.2 Condiciones climáticas y zona de vida.	27
5.1.3 Suelos.	30
5.1.4 Antecedentes del área.	30
5.2 Diseño experimental.	32

	<b>PAGINA No.</b>	
5.2.1	Modelo estadístico.	31
5.2.2	Análisis estadístico.	33
5.2.3	Trazado del experimento, plantación de las especies forestales, de los cultivos y manejo del ensayo.	33
5.3	Período del experimento.	33
5.4	Variables medidas.	
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION.	34
6.1	Sobrevivencia.	34
6.2	Crecimiento en altura.	38
6.3	Crecimiento en diámetro basal.	38
6.4	Crecimiento en diámetro de copa.	40
6.5	Correlación entre variables.	43
6.6	Producción de Maíz y Frijol	52
6.7	Análisis económico.	54
6.8	Suelos.	62
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	63
VIII.	BIBLIOGRAFIA	67
IX.	APENDICE.	70

## LISTA DE CUADROS

CUADRO No. EN EL TEXTO	PAG. No.
1. Clasificación de las principales técnicas agroforestales según su función.	7
2. Valores de las medias por tratamiento de las variables medidas en las especies forestales. Junio 1984 a mayo 1985.	42
3. Incremento Medio Anual en (cm) de las variables medidas en las especies forestales.	42
4. Producción de maíz y frijol obtenida en el área experimental por bloque, parcela y tratamiento.	53
5. Costo de producción de maíz y frijol de acuerdo a la inversión efectuada por el Proyecto Leña. mayo 1984 a junio 1985.	55
6. Costos de producción de maíz y frijol de acuerdo a la Inversión efectuada por el agricultor.	56
7. Costos de reforestación utilizando el sistema Taungya de acuerdo a la inversión efectuada por el Proyecto Leña mayo. 1984 junio 1985.	57
8. Costos de reforestación utilizando el sistema Taungya de acuerdo a la inversión efectuada por el agricultor.	58
9. Costos de reforestación sin asocio de maíz y frijol de acuerdo a la inversión y metodología efectuada por el Proyecto Leña. mayo 1984 a junio 1985.	59
10. Costos de reforestación sin asocio de maíz y frijol de acuerdo a la inversión efectuada por el agricultor. mayo 1984 a junio 1985.	59
11. Diferencias de costos de totales utilizando el sistema Taungya como comparador, Inversión Proyecto Leña.	60

**CUADRO No.****EN EL TEXTO****PAG. No.**

- |     |  |    |
|-----|--|----|
| 12. | Diferencia de costos totales utilizando el sistema Taungya como comparador. Inversión agricultor.                        | 60 |
| 13. | Reducción en los costos de inversión debido al ingreso obtenido en la cosecha de maíz y frijol. Inversión Proyecto Leña. | 61 |
| 14. | Reducción en los costos de inversión debido al ingreso obtenida en la cosecha de maíz y frijol. Inversión agricultor.    | 61 |

**EN EL APENDICE:**

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 1. | Temperaturas mensuales (°C) en San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Período junio 1984 a mayo 1985.                            | 71 |
| 2. | Precipitación Pluvial de San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Período junio 1984 a mayo 1985.                                  | 72 |
| 3. | Valores promedio por tratamiento de las variables medidas en las especies forestales. Julio 1984 a Mayo 1985.               | 73 |
| 4. | Análisis de varianza de sobrevivencia total de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol.         | 74 |
| 5. | Análisis de varianza total de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol (crecimiento en altura)   | 75 |
| 6. | Análisis de varianza de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol (crecimiento en diámetro basal) | 76 |

## CUADRO No.

## EN EL APENDICE

## PAG. No.

7.	Análisis de varianza de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol (crecimiento en diámetro de copa)	77
8.	Modelo de crecimiento para cada uno de los tratamientos según el análisis de Regresión de dos variables.	78
9.	Regresión de variables para <i>Eucalyptus citriodora</i> de Brasil con asocio.	82
10.	Regresión de variables para <i>Eucalyptus citriodora</i> de Brasil sin asocio.	83
11.	Regresión de variables para <i>Eucalyptus citriodora</i> de Guatemala con asocio.	84
12.	Regresión de variables para <i>Eucalyptus citriodora</i> de Guatemala con asocio.	85
13.	Regresión de variables para <i>Grevillea robusta</i> con asocio.	86
14.	Regresión de variables para <i>Grevillea robusta</i> sin asocio.	87
15.	Regresión de variables para <i>Alnus acuminata</i> con asocio.	88
16.	Regresión de variables para <i>Alnus acuminata</i> sin asocio.	89
17.	Resultados de fertilidad de suelo.	90
18.	Análisis de varianza sobre el rendimiento de maíz asociado con tres especies forestales.	91
19.	Análisis de varianza sobre el rendimiento de frijol asociado con tres especies forestales.	92

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.	PAG. No.
1. Localización del Municipio de San Andrés Itzapa en la República de Guatemala.	25
2. Localización del Municipio de San Andrés Itzapa en el Departamento de Chimaltenango.	26
3. Temperaturas registradas en San Andrés Itzapa.	28
4. Precipitación Pluvial registrada en San Andrés Itzapa.	29
5. Disposición del Diseño Experimental en el campo.	32
6. Crecimiento Altura (dm) No. de mediciones.	37
7. Crecimiento Diámetro Basal (mm) / No. de mediciones.	39
8. Crecimiento Diámetro de Copa (dm) / No. de mediciones.	41
9. Regresión diámetro basal (mm) / edad en meses, de <i>Eucalyptus citriodora</i> Brasil.	44
10. Regresiones Altura (dm) edad en meses, de <i>Eucalyptus citriodora</i> Brasil.	44
11. Regresión diámetro de copa (dm) / Diámetro basal, <i>Eucalyptus citriodora</i> Brasil.	45
12. Regresión Altura (dm) / Diámetro basal (mm), <i>Eucalyptus citriodora</i> Brasil.	45
13. Regresión diámetro basal (mm) / edad en meses, <i>Eucalyptus citriodora</i> Guatemala.	46
14. Regresión Altura (dm) / edad en meses, de <i>Eucalyptus citriodora</i> Guatemala.	46
15. Regresión diámetro de copa (dm) / Diámetro basal, <i>Eucalyptus citriodora</i> Guatemala.	47

FIGURA No.		PAG. No.
16.	Regresión Altura (dm) / Diámetro basal (mm), <i>Eucalyptus citriodora</i> Guatemala.	47
17.	Regresión diámetro basal (mm) / edad en meses de <i>Grevillea robusta</i> .	48
18.	Regresión Altura (dm) / edad en meses <i>Grevillea robusta</i> .	48
19.	Regresión diámetro de copa (dm) / Diámetro basal, <i>Grevillea robusta</i> .	49
20.	Regresión Altura (dm) / Diámetro basal (mm), <i>G. robusta</i> .	49
21.	Regresión Diámetro basal / edad en meses <i>A. acuminata</i> .	50
22.	Regresión Altura (dm) / edad en meses. <i>A. acuminata</i> .	50
23.	Regresión Diámetro de copa (dm) Diámetro basal, <i>Alnus acuminata</i> .	51
24.	Regresión Diámetro Altura (dm) / Diámetro basal (mm) <i>A. acuminata</i> .	51

El presente trabajo de investigación se realizó con la participación del Sub-Programa de Silvicultura del Instituto de investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y el Proyecto Leña del convenio Instituto Nacional Forestal y el Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza. (INAFOR-CATIE/ROCAP.)

## RESUMEN

La extracción excesiva de productos del bosque se ha incrementado en todas las regiones de nuestro país, específicamente en la región Centro-Occidental, situación que ha contribuido a la degradación de los suelos por efecto de la erosión.

La producción de especies forestales de rápido crecimiento combinadas con cultivos agrícolas anuales o permanentes, podrían ayudar a solucionar la problemática descrita anteriormente, al propiciar mayores beneficios económicos, ecológicos y edáficos por unidad de área.

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. En el experimento se compararon dos sistemas de reforestación; el Sistema Taungya en el que se combinó la siembra de maíz y frijol con especies forestales de rápido crecimiento *Eucalyptus citriodora* procedencia Brasil, *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala, *Grevillea robusta* y *Alnus acuminata*, para producción de leña y el sistema tradicional de reforestación o sea de plantación sola.

Para la evaluación del comportamiento inicial de las especies forestales se utilizó un diseño de Bloques al azar, con 8 tratamientos y 4 repeticiones; además se incluyó dentro de cada bloque una parcela testigo de maíz y frijol con el propósito de comparar el rendimiento de los cultivos asociados y no asociados a las especies forestales.

La siembra del cultivo de maíz se realizó en la primera quincena de mayo de 1984 al inicio de la estación lluviosa, utilizando semilla criolla, sembrando 4 granos por postura y distanciamientos de 1 m entre surcos y 0.5 m entre posturas, para una densidad aproximada de 80 000 plantas por hectáreas. Mientras que los árboles se plantaron al finalizar la segunda quincena del mes de mayo de 1984, a espaciamiento de 2 metros al cuadro, comprendiendo parcelas de 25 árboles, para una densidad de 2 500 árboles por hectárea. La siembra del cultivo de frijol se realizó en la segunda quincena del mes de julio de 1984, utilizando semilla criolla, sembrando 3 granos por postura e igual distanciamiento que en el cultivo de maíz, para una densidad de 60 000 plantas por hectárea.

El área experimental ocupó 4 140 m<sup>2</sup>, equivalente a 0.41 hectáreas con un total de 36 parcelas, habiéndose plantado 200 árboles por especie, haciendo un total de 800 árboles.

Los datos de campo en cuanto a las especies forestales, se tomaron en 5 ocasiones durante 12 meses desde junio de 1984 hasta mayo de 1985, de la siguiente manera: al mes de haber plantado los árboles se hicieron mediciones de sobrevivencia, crecimiento en altura,

crecimiento en diámetro de copa y crecimiento en diámetro basal; a partir de la primera lectura, las siguientes tres lecturas se hicieron a cada 3 meses, mientras que la 5ta lectura se hizo a los dos meses de haberse realizado la 4ta lectura, habiéndose realizado la medición de 4 variables en cada medición.

Al final del ensayo todos los tratamientos mostraron sobrevivencia del 97 al 100 o/o, lo cual se considera satisfactorio; el análisis de varianza mostró que las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas.

La especie **Eucalyptus citriodora** procedencia Guatemala sin asocio presentó la mejor media con 1.6 m en altura; siguiéndole **Eucalyptus citriodora** procedencia Brasil sin asocio con 1.5 m, **Grevillea robusta** sin asocio con 1.3 m, **Alnus acuminata** con asocio con 1.3 m, y **Alnus acuminata** sin asocio con 1.2 m y **Eucalyptus citriodora** procedencia Guatemala asociada con 1.1 m.

En cuanto al Incremento Medio Anual, respecto a la variable altura las especies no asociadas **E. citriodora** procedencia Brasil, **E. citriodora** procedencia Guatemala y **Grevillea robusta** presentaron mejor incremento que las especies asociadas, mientras que **Alnus acuminata** asociada obtuvo mayor incremento que **Alnus acuminata** sin asocio.

La especie que obtuvo el mayor crecimiento de diámetro basal fue **E citriodora** procedencia Brasil sin asocio con 24 mm, al mismo tiempo esta especie sin asocio obtuvo el mayor crecimiento de diámetro de copa con 1.1 m

Para todas las especies asociadas hubo poca correlación entre altura y edad (meses), esto pudo estar influenciado por el asocio con los cultivos o a la poca edad. Sólo es relativamente notable en caso de **Eucalyptus citriodora** procedencia Guatemala con regular ajuste.

La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles (2847.04 kg/ha) fué estadísticamente no significativa en relación a la producción de maíz en las parcelas donde hubo asocio (2936.01 kg/ha).

La producción de frijol en las parcelas no asociadas con árboles (264.04 kg/ha) fué estadísticamente no significativa en relación a la producción de frijol en las parcelas donde hubo asocio (243.95 kg/ha).

Se determinó que según la inversión realizada por el Proyecto leña en el sistema Taungya no se compensaron los costos, debido a que en este ensayo se cubrieron prestacio-

nes sociales dentro de los jornales pagados y se construyeron acequias de ladera; pero el sistema Taungya registró una reducción en la inversión equivalente al 59.22 o/o respecto al sistema de reforestación sin asocio de maíz y frijol. En cambio se determinó que según la inversión realizada por el agricultor el sistema TAUNGYA registró una ganancia de Q. 26.36 /ha equivalente a una rentabilidad del 3.54 o/o. (Ingresos 770.50 egresos 744.13)

## SUMMARY

Soil erosion and degradation have been created during the last decades in the central and west high lands of Guatemala, due to an immoderate extraction of timber and forest products from the forests.

Fast growing trees inter planted with traditional crops could be a solution to the problem, providing edafic, ecologic and economic benefits.

This work have been conducted in San Andres Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. Were practiced two reforestation sistemas, Taungya sistem, plantig fast growing trees **Eucalyptus citriodora** Hook from Brasil, **Eucalyptus citriodora** Hook from Guatemala, **Grevillea robusta** A. Cunn. and **Alnus acuminata** O. Ktze inter planted with corn **Zea mays** and black benas **Phaseolus vulgaris** and the sistem of planting trees without crops.

The design was in randomized blocks with 8 treatments and 4 repetitions, on each block were a witness planted with crops for evaluation of the crop production interplanted with trees and planted without trees.

The corn was planted in may 1984 at the begining of the rainy season sowin 4 grains 1 m x 0.50 m giving a density of 80 000 plants by the hectar. The trees were planted at the end of may 1984 at 2 x 2 m in 25 trees by parcel.

The black beans were planted in july 1984 at 1 m x 0.50 m.

The experimental area was 4 140 m<sup>2</sup> with 36 parcels, 200 trees of each species giving 800 trees in total.

The evaluations were made in this form: at a month of planted the trees were evaluated in survivency, height, crown and basal diameter. And the rest of evaluations were made every three months.

At the end of the trial all treatments were 97 - 100o/o survivency.

**Eucalyptus citriodora** from Guatemala without crops had the best medium grow with 1.6 m in height, following **Eucalyptus citriodora** from Brasil without crops interplanted with 1.5 m, **Grevillea robusta** without crops with 1.3 m, **Alnus acuminata** with 1.3 m and **A. acuminata** without crops with 1.2 m and **Eucalyptus citriodora** from Guatemala with crops 1.1 m.

The yearly medium increase in height was higher in the species **E. citriodora** Brasil, **E. citriodora** Guatemala and **Grevillea robusta** without crops associated, while the associated species **A. acuminata** obtain bigger increments than **A. acuminata** Without Crops.

**E. citriodora** Brasil, without crops obtained the biggest increase in diameter with 24 mm and the same species obtained the best crown diameter with 1.1 m.

Corn production in blocks with trees or without trees was no statistically significant 2 847 kg/ha and 2 936 Kg/ha.

Black beans production in blocks with or without trees was no statistically significant 264 Kg/ha and 243 Kg./ha.

Was determined that Taungya sistem produces a superavit of 3.54 o/o when related with the other sistem.

## I. INTRODUCCION.

La extracción excesiva de productos del bosque se ha incrementado en todas las regiones de nuestro país, específicamente en la región Centro-Occidental, situación que ha contribuido a la degradación de los suelos por efecto de la erosión.

La tala de los bosques para combustible, la incorporación de nuevas tierras a la producción agrícola, la extracción de madera, el pastoreo de animales y el incremento acelerado de la población en el altiplano occidental son los principales factores que han contribuido a destruir prácticamente parte de la vegetación original en estos habitats; y como consecuencia se ha aumentado la erosión, el secamiento de algunas fuentes de agua, el azolvamiento de los ríos, la sequedad del ambiente, y por consiguiente el desequilibrio ecológico.

Hay un porcentaje elevado de la población rural (90- o/o) que utiliza leña para la cocción de sus alimentos, y por la falta de mayores ingresos económicos no les es posible cambiar de combustible (29); además los habitantes de la ciudad se están desplazando más y más hacia el campo en busca de leña, a medida que todas las áreas a su alrededor se ven despojadas de árboles y arbustos; debido a que muchos ambientes boscosos se ven destruidos para construir viviendas.

El consumo de madera con fines energéticos es alto (81 o/o), (20) y por ello es necesario planificar y ejecutar programas agroforestales, utilizando especies forestales de rápido crecimiento que puedan ser aprovechados para leña o madera en poco tiempo, y ser producidos conjuntamente con cultivos agrícolas, con los cuales se puede contribuir a evitar la destrucción de bosques naturales, y aumentar las fuentes de trabajo e ingreso económico para el agricultor.

En la restauración de los bosques por medio de plantaciones no se ha logrado un éxito favorable, puesto que las áreas que se han reforestado con los métodos convencionales, requieren un mantenimiento periódico que no se ha llevado a cabo por los gastos elevados que estos métodos conllevan, así como el largo período que lleva para recuperar la inversión.

El Sistema Taungya, que consiste en el establecimiento de especies forestales en combinación con cultivos agrícolas durante los primeros años, es una de las técnicas agrosil-

vícolas que más se ha utilizado en el mundo en regiones tropicales y subtropicales desde el siglo pasado como método de reforestación en la incorporación de nuevas tierras para bosques.

La producción de especies forestales de rápido crecimiento combinadas con cultivos agrícolas anuales o permanentes, podrían ayudar a solucionar la problemática descrita anteriormente, al propiciar mayores beneficios económicos, ecológicos y edáficos por unidad de área. Para definir con precisión las prácticas a utilizar es necesario seleccionar y evaluar las especies forestales que puedan proporcionar las mejores respuestas para éste fin, así como los distintos métodos que se han diseñado.

En la presente investigación se evaluó el comportamiento inicial de **Eucalyptus citriodora** Hook., procedencia Guatemala; **Eucalyptus citriodora** Hook. procedencia Brasil; **Alnus acuminata** O. Ktze. y **Grevillea robusta** A. Cunn., empleando el método tradicional de reforestación y el método Taungya, en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

Se evaluó el crecimiento inicial de tres especies forestales asociadas y no asociadas con los cultivos de maíz y frijol, en el momento de su establecimiento, midiendo supervivencia, altura, diámetro de copa, diámetro basal y a los doce meses de plantado se determinó que el crecimiento de las especies forestales sin asocio obtuvieron los mayores crecimientos de sus variables medidas, y el rendimiento de los cultivos agrícolas asociados y no asociados no presentaron diferencias significativas. Además con el análisis económico realizado se determinó el 3.5o/o de rentabilidad que representó la producción de los cultivos de maíz y frijol con ésta opción.

## II. HIPOTESIS.

Hipótesis alternativa; Ho

- a. El maíz y frijol sin asociado con especies forestales obtendrá mayor rendimiento que el asociado a dichas especies.
- b. Las especies forestales no asociadas con maíz y frijol presentarán mejor desarrollo que las asociadas.
- c. Por lo menos una de las especies forestales bajo estudio presentará al final del ensayo diferencias en diámetro basal, diámetro de copa, crecimiento en altura y sobrevivencia con respecto a las demás.

### **III. OBJETIVOS.**

#### **3.1 OBJETIVOS GENERAL.**

Determinar en forma general la conveniencia de adoptar el Sistema Taungya para producir especies forestales y agrícolas en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- a. Evaluar el crecimiento inicial de tres especies forestales asociadas con maíz y frijol y en plantación sola.
- b. Establecer el índice de sobrevivencia de tres especies forestales al tercer mes de plantación y al final del ensayo.
- c. Comparar el rendimiento del maíz asociado con las especies forestales con el maíz cultivado sin asocio.
- d. Comparar el rendimiento del frijol asociado con las especies forestales con el frijol cultivado sin asocio.
- e. Evaluar la adaptabilidad, por comparación entre las especies forestales, utilizando como parámetros el desarrollo en altura, diámetro basal y diámetro de copa.
- f. Evaluar los costos de establecimiento de las especies forestales en plantación sola, comparadas con los tratamientos en donde habrá cultivo asociado, así como los costos de establecimiento de las especies forestales asociadas con maíz y frijol y compararlas con los tratamientos donde únicamente se cultiva maíz y frijol.

#### IV. REVISION DE LITERATURA.

##### 4.1 AGROFORESTERIA.

Combe (9) Agroforestería se define como 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 principal optimizar la producción por unidad de superficie respetando siempre el principio de rendimiento sostenido.

Martínez (21) la agroforestería es el conjunto de 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 aumentando así la eficiencia de uso de la energía solar incidente por unidad de superficie, utilizada en la producción de biomasa con valor comercial actual debido a la estratificación vertical de las plantas que intervienen en las asociaciones. Asimismo, 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 recuperación y puesta en los horizontes superiores, de nutrimentos localizados en horizontes profundos del suelo (21).

Cuando las especies forestales son leguminosas u otras con organismo asociados capaces de fijar nitrógeno en sus raíces, es posible aumentar la fertilidad del suelo si el producto obtenido es la manera, se extraen pocas cantidades de nutrimentos y al contrario se asegura el reciclaje de nutrimentos vía hojarasca y frutos (21).

En algunas ocasiones la mezcla de árboles y pastizales contribuyen 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. (21).

La introducción del componente forestal en cultivos anuales perennes o en la gana-

dería puede favorecer el abandono del sistema de agricultura de subsistencia (21).

#### 4.2 CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES EN SISTEMAS AGROFORESTALES.

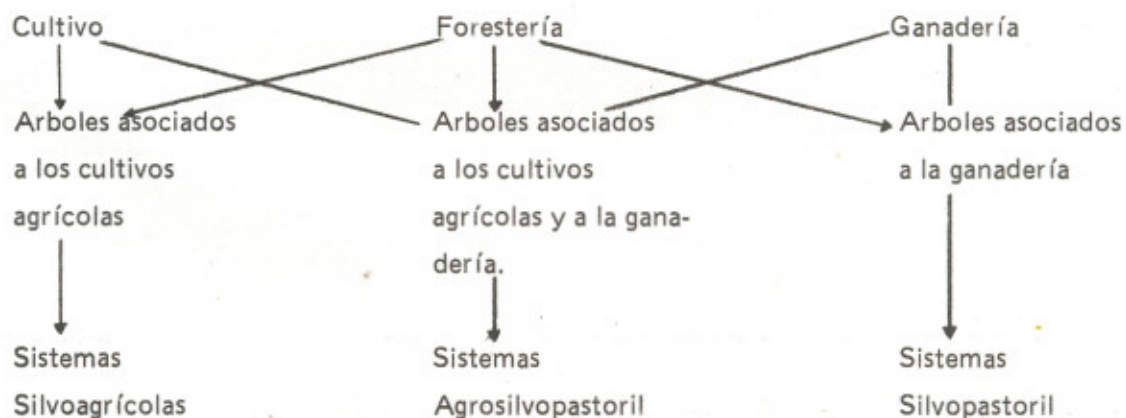
Tanto las especies agrícolas como las forestales deben reunir características compatibles para el aprovechamiento de los nutrimentos, agua y luz. (23).

Las características del componente forestal dependen del tipo de producto deseado. Algunas de estas pueden ser: rápido crecimiento, copa poca densa, sistema radicular profundo y poco extendido; capacidad de fijación de nitrógeno, alta producción de madera; que el mantillo producido no altere la reacción del suelo y que tenga autopoda, que no ocurran efectos alelopáticos. (23).

Los cultivos agrícolas con árboles dependerán de las necesidades alimenticias y las preferencias del agricultor, así como las características anatómicas, fisiológicas y culturales de los cultivos, evitando combinaciones que puedan perjudicar la asociación como tal. (23).

#### 4.3 AGROFORESTERIA Y SU CLASIFICACION.

Combe y Budowski (10) consideran como combinaciones posibles en los sistemas agroforestales, los silvoagrícolas, agrosilvopastoriles y silvopastoriles, como se muestra en el esquema número 1.



Budowski (4) 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. Asimismo debe considerarse la posibilidad de encontrar sobre una misma superficie muchos tipos de componentes forestales cumpliendo funciones iguales o diferentes como cercos vivos, árboles de sombra y árboles de valor en un cultivo perenne, árboles en cercos vivos que proveen leña y forraje.

#### 4.4 CLASIFICACION DE LAS PRINCIPALES TECNICAS AGROFORESTALES SEGUN SUS FUNCIONES.

Cuadro No. 1: Clasificación de las principales técnicas agroforestales según sus funciones (10).

Función Principal.	SISTEMAS SILVOAGRICOLAS		SISTEMAS SILVOPASTORILES	
	Producción	Protección y Servicios	Producción	Protección y Servicios
	Agrosilvicultura (Método-Taungya)	Cercos Vivos	Pastoreo en bosque	Cercos Vivos
	Arboles de valor asociados a los cultivos	Cortavientos	Pastoreo en las repoblaciones forestales jóvenes.	Cortavientos
	Arboles frutales asociados a los cultivos	Arboles de sombra en los cultivos	Arboles de valor asociados con los pastizales	Arboles de sombra en los pastoreos.
	Piscicultura en los manglares	Arboles para la conservación y el mejoramiento del suelo (del clima, del agua, etc.)	Arboles frutales asociados con los pastizales	Arboles para la conservación y el mejoramiento del suelo (del clima, del agua, etc.)
		Arboles sobre discos de estanques piscícolas.	Arboles forrajeros.	

El cuadro No. 1 tiene anotaciones importantes. según Combe y Budowaki. (10)

1. Los sistemas agrosilvopastoriles no se mencionan. Esto se debe al hecho que estos sistemas son muchos más complejos que los sistemas de dos componentes. El gran número de combinaciones posibles hacen difícil su evaluación.

De manera general, estos sistemas están caracterizados por estrecha combinación productora como protectora.

2. Ordenamos las técnicas agroforestales según la función principal de la componente forestal, conscientes de que estas funciones son generalmente combinadas y varían con el tiempo. Teniendo en cuenta estas variaciones hemos unido con flechas horizontales las dos funciones destacadas.

3. Por último, siempre es posible observar sobre una misma superficie muchos tipos de componentes forestales, suponiendo las funciones iguales o distintas. Ejemplo: Cercos vivos y árboles de sombra sobre un pastizal; árboles de sombra y árboles de valor en un cultivo perenne. Teniendo en cuenta estas combinaciones, hemos puesto flechas verticales uniendo las técnicas de cada sistema. (10)

#### **4.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN COMPARACION CON MONOCULTIVOS NO ARBOREOS.**

##### **5.5.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS**

###### **a. Ventajas.**

Se promueve una mejor utilización del espacio vertical y se estimulan (hasta cierto punto) modelos ecológicos encontrados en la naturaleza en cuanto a estructura y formas de vida.

Se captura más eficiente la energía solar.

Hay mayor resistencia contra condiciones adversas de variabilidad en las lluvias en las lluvias (escasez o excesos en comparación con promedios). (6)

Se mitigan los extremos de temperaturas (máximas más bajas y mínimas más altas) particularmente para los cultivos o plantas forrajeras cerca del suelo.

Se reduce el efecto dañino por fuertes vientos o el impacto de gotas de lluvias con alta energía cinética.

Hay menor proliferación de malas hierbas debido a la menor llegada de luz hasta el suelo y la competencia de raíces de árboles por agua.

Una mayor cantidad de biomasa regresa al sistema en forma de materia orgánica y ésta puede considerarse de mejor calidad para el suelo (como soporte y proveedor de nutrimentos para las plantas).

Hay mayor eficiencia en recircular nutrimentos gracias a la red adicional de raíces de árboles que capturan los nutrimentos que se mueven dentro del suelo (hacia abajo o los lados, fuera del alcance de los cultivos o plantas forrajeras).

Hay un efecto de bombeo de nutrimentos liberados por la roca madre de los horizontes inferiores del suelo, a través de las raíces más profundas de los árboles que llegan a estas profundidades.

En el caso de muchos árboles de las leguminosas, se fija Nitrógeno del aire a través de actividades en las raíces, aportando cantidades adicionales de este elemento al suelo. Igual ocurre con algunas otras especies arbóreas no leguminosas con otros microorganismos asociados en sus raíces para llenar funciones parecidas.

Los árboles tienden a mejorar la estructura del suelo, produciendo mayor cantidad de agregados estables y evitando una capa endurecida ("had pan").

La presencia de árboles favorece un mejor drenaje y reduce el encharcamiento etc.  
(6)

#### **b. Desventajas.**

Los árboles compiten por luz y pueden perjudicar los cultivos alimenticios y plantas forrajeras, tanto en cantidad como calidad.

Los árboles compiten por espacio radicular y aéreo.

Los árboles compiten por nutrimentos y los hacen inaccesibles a los cultivos o plantas forrajeras cuando los almacenan en sus troncos.

Los árboles retienen parte de la lluvia en sus copas.

La cosecha de árboles puede causar daños a los cultivos.

Hay pérdidas o exportación de nutrimentos cuando se cosecha la madera y se lleva fuera del área (por ejemplo los troncos para el aserradero o la leña) sobre todo cuando las rotaciones de especies arbóreas son relativamente cortas.

Los árboles compiten por agua del suelo, particularmente si hay períodos fuertes de sequía o cuando conservan sus hojas en períodos (aún breves) de sequías.

La mecanización de los cultivos es más difícil o imposible.

Los árboles pueden producir influencias alelopáticas.

En algunos casos puede haber una proliferación de especies animales dañinos (6).

#### 4.5.2 ASPECTOS ECONOMICOS Y SOCIALES.

##### a. Ventajas.

Los campesinos satisfacen, por lo menos en parte, sus necesidades para leña, postes, pilotes, madera de aserrio, alimentos, flores para miel, productos medicinales, etc., y no necesitan gastar dinero y pedir al vecino para conseguir estos productos.

Los árboles constituyen un "Capital en pie", un seguro, para satisfacer emergencias o necesidades en el caso de que hay necesidad inmediata de caja, ya que siempre se pueden vender. (6)

Se evita la dependencia en un solo cultivo y se mitigan los traumas asociados con lluvias irregulares, fluctuaciones de mercado, dependencia de productos importados (pesticidas, fertilizantes, maquinaria, etc.) incidencia de epidemias.

Hay menos necesidades de "importar" energía y/o de pagar por productos elaborados y acarreados desde fuera del área.

Se reducen las inversiones económicas para reforestar (como un Taungya) y se obtienen beneficios continuos de los árboles (raleos, leña) en intervalos regulares.

La presencia de árboles reduce los costos de deshierbe.

Se puede considerar que la diversidad y la naturaleza interdisciplinaria del sistema constituyen aspectos positivos en cuanto a calidad de vida.

Se promueve la cohesión social y el trabajo en equipo.

Los árboles pueden servir para marcar linderos de propiedad y constituyen una protección contra intentos de usurpar la tierra.

Se puede cambiar gradualmente de prácticas destructivas de la tierra hacia sistemas más estables y sin destruir la productividad.

Hay más flexibilidad para distribuir el trabajo durante el año.

Se favorece la fauna silvestre y en algunos casos esto puede constituir una fuente de proteína animal. (6).

#### **b. Desventajas.**

En algunos casos y sobre una superficie igual, los rendimientos de cultivos o plantas forrajeras son más bajos cuando asociados con árboles, en comparación con monocultivos.

El sistema puede requerir más mano de obra, particularmente cuando los monoculti-

vos son mecanizados.

El sistema es a menudo asociado con práctica de gente pobre de pocos recursos.

Se argumenta que algunas prácticas agro-forestales no estimulan a los campesinos en salirse de su actual *statu quo* socio-económico asociado con pobreza y nivel de subsistencia.

La recuperación económica a corto plazo después de un período de pobreza (malas cosechas, desastre natural, etc.) puede tomar más tiempo que en monocultivos, debido al lapso requerido para derivar ingresos económicos de los árboles.

Debido a las complejidades inherentes de las operaciones involucradas para su funcionamiento efectivo, el sistema es a menudo considerado como complicado y por ende poco efectivo.

De las técnicas agroforestales, que han sido más ampliamente difundidas a través de publicaciones de servicios forestales de diversos lugares del mundo sobresalen el sistema o método Taungya del manejo silvopastoril. (6)

Para fines de esta investigación únicamente se harán referencias sobre lo que es el sistema o método Taungya.

#### **4.6 METODO TAUNGYA.**

King (19) "TAUNGYA" es una palabra Birmana que literalmente significa cultivo en colina (Taung = colina; Ya = cultivo).

Es un método que 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 la plantación forestal, pues desde que crece la copa de los árboles, la luz se vuelve insuficiente para los cultivos agrícolas (19).

Budowski (5) define: El Sistema Taungya es el uso de actividades agrícolas con

plantaciones de especies forestales (hasta que los árboles cierren el dosel). Permite una mayor y mejor utilización del espacio, a la vez que se reduce el costo y la limpieza inicial de las plantaciones cuando se compara el sistema con plantaciones establecidas sin agricultura. Aunque antiguamente implicaba esquemas gubernamentales con el concurso de agricultores, hoy implica todo tipo de asociación temporaria, cualquiera que sea la relación propietario-campesino.

Castañeda (8) cita que en varios países de Africa el Sistema Taungya ha sido extensamente utilizado en trabajos de reforestación de varios millones de hectáreas; en Latinoamérica se ha practicado en Antillas Francesas, Belice, Trinidad, Honduras, México y Surinam. El mismo autor cita que en Costa Rica (Turrialba) se obtuvieron en plantaciones experimentales resultados ventajosos al asociar distintas especies forestales con cultivos agrícolas durante el primer año de establecimiento de la plantación.

Budowski (4) señala que el Sistema Taunya ha tenido una larga historia en la región Centroamericana y del Caribe particularmente en: Trinidad con Teca (*Tectona grandis*) y *Pinnus caribaea*; Belice con Teca, *P. caribaea* y *Gmelina arborea*, además 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 tecnología.

Detlefsen (12) señala que en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala se hicieron comparaciones de costo 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 22.16o/o respecto a la inversión efectuada en el sistema de reforestación sin socio de maíz.

Aguirre C. A. Citado por Combe y Budowski (10) indica que el sistema Taungya ha sido estudiado en ensayos efectuados en Costa Rica (CATIE, Turrialba): utilizando las especies forestales: *Cordia allidora*, *Cupressus lusitanica*, *Swietenia humilis*, *Tectona grandis*; asociadas con los cultivos: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, *Cucumis sativum*, *Manihot esculenta*, *Coriandrum sativum*, *Cucurbita* *Sechium edule*.

Flinta, C. Citado por Combe y Budowski (10) indica que el sistema Taungya ha sido

estudiado asociando las especies forestales: **Swietenia macrophylla** y **Tectona grandis** con **Zea mays**.

Martínez (21) señala que en Huité, Zacapa, Guatemala se evaluó el rendimiento de **Zea mays** asociado con **Caesalpinia velutina** habiéndose obtenido rendimiento que fluctuaron entre 16 - 24 qq/ha. aproximadamente.

Poshen (24) cita que en las faldas del valle central de Costa Rica se estudió a **Alnus acuminata** asociado con **Pennisetum clandestinum**. El **Alnus acuminata** (jaul) se mostró como especie muy prometedora tanto ecológica como económicamente, es una especie de crecimiento muy rápido (incremento total medio anual en sitios buenos  $27 \text{ m}^3/\text{ha}$ .)

Según Beer (3) la combinación de jaúl (**Alnus acuminata**) con pasto principalmente **Pennisetum clandestinum** ha sido practicada tradicionalmente en las zonas altas de Costa Rica por lo menos desde 1950, y que se han obtenido aproximadamente  $10 \text{ m}^3/\text{ha/año}$  de producción de madera.

Según Fournier (14) bajo las condiciones del cafetal de San Antonio de Coronado (Costa Rica), los árboles de jaúl crecen todo el año, aunque durante la estación seca (observaciones de mayo), el crecimiento disminuye. El incremento diametral observado en esta población de jaúl supera en forma sustancial al de todas las coníferas exóticas estudiadas por Otárola Roscano en la Región de Juna Viñas (Costa Rica).

Según Rodríguez (25) menciona que la fijación de Nitrógeno por **Alnus acuminata** sea una ventaja indirecta, que beneficie a la producción de forraje con el cual está asociado. De este punto de vista los efectos positivos serían entre otros; el aporte de material orgánico, el reciclaje del nitrógeno contenido en la hojarasca de los jaúl y la regulación de la humedad del suelo.

#### 4.7 APLICABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.

Según Budowski (4) es posible ver la agroforestería como 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 insumo 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.

La agroforestería como todas las prácticas de manejo de suelos en el mundo tiene sus grandes defensores y también sus detractores (13).

Entre los primeros podrían citarse a los que, por falta de una base científica, argumentan que la agroforestería es la panacea que cura todos los males del uso de la tierra y que los árboles tienen poderes milagrosos sobre la superficie del suelo. (13)

Si bien es cierto que la agroforestería tiene un inmenso campo de aplicación y puede practicarse desde el latifundio agroexportador hasta el minifundista, es el agricultor de mediana baja o baja capacidad económica el llamado a interesarse en su aplicación; debido a que el agroexportador no está directamente, afectado por la crisis energética domiciliaria, ya que él radica en pueblos grandes o ciudades y la crisis que le afecta directamente es la crisis del petróleo, no la de la leña. (13)

En segundo lugar el minifundista no puede dedicar una parte de su tierra al cultivo de especies forestales dedicadas a producir la leña que él mismo consume, porque la cantidad de tierra arable que posee le es inadecuada para su autoconsumo de subsistencia, y no podrá dedicarla a la producción de leña. (13)

#### **4.8 CONSIDERACIONES PARA SELECCION DE ESPECIES PARA PRODUCCION DE COMBUSTIBLES.**

Según la FAO y la National Academy of Science citados por Martínez (23) en general deben usarse como primera opción especies indígenas, adaptadas al lugar y de las cuales se conozcan algunas de sus características silviculturales, tengan aceptabilidad entre los consumidores y haya disponibilidad de semilla.

Como segunda opción, se presenta el uso de especies exóticas en un determinado lugar y ambiente, de las cuales se conoce su silvicultura (23). Según Martínez. (23) Las especies que se utilicen para la producción de leña, deben tener las siguientes características:

a.

a. Supervivencia; robustez; Implica resistencia a factores adversos del medio como textura pesada, salinidad y poca disponibilidad de nutrientes de los suelos, habilidad para crecer en un amplio rango de condiciones ambientales, resistencia a sequía ataques de insectos y enfermedades, ramoneo o pastoreo de animales, fuego, daños producidos por el hombre o mal manejo.

b. Rápido crecimiento: rotaciones cortas son deseables, con alta productividad de madera por unidad de área, o por árbol.

c. Disponibilidad de semilla.

d. Propiedades de la madera: la densidad es usada comunmente como un indicador de la capacidad calórica que a su vez está relacionada con el contenido de lignina o la composición de los carbohidratos y la presencia de extractivos (resinas y gomas).

La velocidad de quemado es una propiedad importante, así como la producción o no de chispas, humo o gases tóxicos o causar alergias.

La densidad comunmente presenta una correlación negativa con la rapidez de crecimiento, pero la producción de grandes volúmenes puede obviar esta dificultad.

e. Otras características: Es conveniente que las especies utilizadas presenten habilidad para control de erosión y conservación de suelos enriquezcan el suelo, especialmente por la habilidad de fijar Nitrógeno, es igualmente deseable que las hojas y/o los frutos puedan utilizar en alimentación o como forraje, que puedan crecer asociadas con cultivos agrícolas, es decir que tengan potencial agroforestal y que además tenga la habilidad de producir rebrotes. (23)

#### 4.9 DESCRIPCION DE LAS ESPECIES FORESTALES A PROBAR.

##### 4.9.1 *Alnus acuminata* O. Ktze.

###### a. Descripción:

Nombre botánico: *Alnus acuminata* O. Ktze.

Nombres comunes: Ilamo, Aliso, Alder, Ramram, Lambran, Jaul.

Sinónimo: *Alnus jorullensis* H.B.K.

Familia: Betulaceae.

**Alnus acuminata** es un árbol, cuya altura fluctúa entre los 15 y 30 m en condiciones naturales, puede alcanzar 40 m en plantaciones, tiene un amplio sistema radicular entendido cercano a la superficie del suelo. Su corteza es de color gris claro, a veces plateado, tiene conos lignificados y amentos de flores masculinas y femeninas. Las semillas son aladas y se esparcen fácilmente con el viento. Es un árbol caducifolio. (28, 1, 27)

**b. Cualidades Principales.**

**Alnus acuminata** es un árbol de rápido crecimiento, cuya madera arde bien. Crece bien en laderas montañosas muy inclinadas y, debido a que fija el Nitrógeno del aire, sirve para reforestación y recuperación del suelo. Se reproduce en forma natural en suelos desnudos. (27)

**c. Distribución.**

**Alnus acuminata** es nativa de América Central y América del Sur. Se encuentra generalmente a una altitud entre mediana y alta, en laderas y al lado de quebradas, caminos y ríos en las montañas y cordilleras que se extienden desde México hasta Argentina. Se cultiva extensivamente en plantaciones a lo largo de la cordillera central de Costa Rica, Colombia, Bolivia y Perú. Se ha introducido con éxito en el sur de Chile (Provincia de Valdivia) y en South Island (Isla del Sur), Nueva Zelanda. (7,27)

**d. Usos.**

La madera de **Alnus acuminata** tiene un peso específico de 0.5 a 0.6. Arde muy bien en forma pareja y ha sido utilizado para leña en su región nativa desde hace mucho tiempo. Sus principales usos para aserrío, embalaje, construcción y abanistería. Los árboles rebrotan en forma natural pero se desconoce si los cultivos pueden reproducirse sistemáticamente por este método. (7,27)

**e. Rendimiento.**

**Alnus acuminata** es una especie de rápido crecimiento; en plantaciones puede al-

canzar 25 m de altura (con 20 cm de diámetro) en 10 años. En rotaciones de alrededor de 20 años, el rendimiento anual de madera para leña y uso industrial es de 10 a 15 M<sup>3</sup> por Ha. (27)

**f. Requerimientos ecológicos.**

Esta especie ha dado los mejores resultados en las laderas montañosas húmedas de las latitudes tropicales.

Temperatura: *Alnus acuminata* ocurre donde el rango de temperatura media es de 4° a 27°C. (27)

Puede soportar temperaturas que bajan temporalmente 0°C. (27)

Altitud: Esta especie se encuentra en los flancos húmedos de las montañas, entre 1,200 a 3,200 m. (27)

Precipitación: En su hábitat natural se encuentra junto a caminos, quebradas y arroyuelos, donde hay luz y humedad adecuadas. La precipitación anual total en estas áreas es de 1000 a 3000 mm. mayor. (27)

Suelos: Generalmente se encuentra en suelos profundos, bien drenados, limosos o limo-arenosos de origen aluvial. Estos generalmente constituyen los mejores suelos para agricultura y *Alnus acuminata* (una buena especie agroforestal). (27)

**g. Establecimiento.**

*Alnus acuminata* se reproduce fácilmente por semilla. Generalmente se produce en el vivero y se trasplanta al campo después de 1 a 2 años. El cultivo normal en plantaciones se efectúa trasplantando las plántulas del vivero cuando alcanzan una altura de 0.6 m. Las estacas también se utilizan con éxito. (27)

**h. Plagas y Enfermedades.**

De muchos países se ha informado que el árbol muere o detiene su crecimiento aproximadamente a los 10 años, especialmente en sitios secos. En Puerto Rico los árboles han sido infectados por cochinillas. (27).

#### 4.9.2. *Eucalyptus citriodora* Hook.

##### a. Descripción.

Nombre botánico: ***Eucalyptus citriodora*** Hook.

Nombres comunes: Spotted gum lemon-scented gum, aromático.

Familia: Myrtaceae.

***Eucalyptus citriodora*** es un árbol de buen porte, con corteza blanca, roja o azul tenue. Alcanza hasta 45m de altura, tiene un tronco blanco recto cuyo diámetro mide alrededor de 1.3m y una copa abierta de follaje angosto y pendular. (1,27,28).

##### b. Cualidades Principales.

Esta especie adaptable se cultiva cada vez más debido a su rápido crecimiento, excelente forma del fuste y buena calidad de la madera. Varios híbridos entre ***Eucalyptus citriodora*** y otras especies de *Eucalyptus* se han probado con buen resultado y ameritan ser considerados para plantaciones de leña. Por ejemplo, el híbrido obtenido con ***Eucalyptus-torelliana*** ha demostrado considerables promesas en Nigeria. (27)

##### c. Distribución.

***Eucalyptus citriodora*** es un árbol de buen porte, con corteza blanca, roja o azul tenue. Ocurre en forma natural solamente en dos lugares las costas centrales y las costas norteñas de Queensland, en Australia. Sin embargo, se ha adaptado al cultivo de varios países que tienen muy diferentes climas y tipos de suelos. Se han obtenido buenos resultados en Portugal y en muchas partes de Africa; también en Brasil, India y Hawai. (27)

##### d. Usos.

***Eucalyptus citriodora*** se ha usado para leña en Australia durante largo tiempo. La madera dura y pesada (peso específico 0.75-1.1) arde en forma constante. El carbón tiene un contenido de ceniza de 1 a 2o/o. Esta es la principal especie utilizada en Brasil para producir el carbón que se usa en la industria del acero. (27)

**e. Rendimiento.**

Es una especie de rápido crecimiento, que típicamente tiene un incremento en altura de 3m por año durante los primeros años y crece aún más rápido en los mejores sitios. Algunas plantaciones de Tanzania produjeron 15 m<sup>3</sup>/ha por año. Cosechadas en rotaciones de rebrote de 8 años. (27)

**f. Requerimientos ecológicos.**

**Temperatura:** El clima de Queensland, Australia que es su hábitat natural, varía entre tropical y subtropical. Los árboles soportan altas temperaturas (media mensual máxima entre 29° y 35°C) y heladas ligeras. Sin embargo, las plántulas son delicadas y sensibles a las heladas. (27)

**Altitud:** En su hábitat natural, Queensland, la especie ocurre desde el nivel del mar hasta 900 msnm, pero en Sri Lanka se ha plantado a altitudes hasta de 2000 m.

**Precipitación:** En su hábitat nativo tolera de 5 a 7 meses de sequía. La precipitación mínima requerida es de 600 mm/año, pero para lograr mejor crecimiento es preferible una precipitación mayor de 900 mm/año.

**Suelos:** en su hábitat nativo este árbol ocurre en terrenos ondulados, donde los suelos son generalmente pobres y pedregosos, incluyendo podsoles residuales de origen laterítico y arcillas infértiles. Parece tener preferencia por los suelos bien drenados. (27)

**g. Establecimiento.**

La mayoría de los reforestadores producen las plántulas en el vivero para transplantarlas luego, pero en Zimbabwe la semilla se ha sembrado con éxito en las cenizas de un terreno recientemente quemado. A pesar de que los árboles jóvenes necesitan protección, las plántulas de 0.3 a 0.5 m de altura en sitios húmedos en Hawaii han suprimido casi toda competencia con malezas. (27)

#### 4.9.3 *Grevillea robusta* A. Cunn.

##### a. Descripción.

Nombre botánico: ***Grevillea robusta*** A. Cunn.

Nombres comunes: Gravilea, Silk oak, silver oak, roble de seda.

Familia: Proteaceae.

***Grevillea robusta*** es un bello árbol australiano que alcanza 35 m de altura, tiene forma muy atractiva, es elegante y ornamental, con densos racimos de flores amarillas doradas y un follaje finamente aserrado. Es caducifolio por un breve período, al final del invierno: algunas veces las hojas nuevas se van desarrollando conforme las viejas van cayendo. Sus hojas son verdes en la cara superior y plateadas en el envés, cubiertas con una pelusa gris asedada. (27-28).

##### b. Cualidades Principales

Cultivado en plantaciones para madera este árbol es muy valioso, pero si se cultiva con poco espaciamiento o en situaciones no forestales puede también ser valioso para leña. Es necesario que se realicen ensayos con este propósito. Para ser un árbol tan grande crece rápidamente y tiene mucho éxito en un amplio rango de condiciones climáticas y edáficas. (27)

##### c. Distribución.

***Grevillea robusta*** es nativa de las áreas costeras subtropicales de Nueva Gales del Sur y Queensland y ha sido cultivada con éxito para sombra o madera en climas semiáridos, templados y subtropicales en India, Sri Lanka, Kenia, Mauricio, Zambia, Zimbabwe, Tanzania, Uganda, Sudáfrica, Hawai y Jamaica. (27)

##### d. Usos.

La madera es resistente, elástica y moderadamente densa (pero específico 0.57). En Sri Lanka se usa para leña. El árbol no rebrota bien de cepa pero puede rebrotar cuando se corta la copa del árbol y también se reproduce fácilmente por semilla. (27)

**e. Otros Usos.**

**Madera:** El duramen color rosa pálido castaño se asemeja al del roble. Tiene una bonita veta, es fuerte, durable y excelente para ebanistería. La madera también se utiliza para durmientes de ferrocarril, paneles de madera contrachapada, cajas para carga aérea y muebles. (24)

**Ornamentación:** Debido a su altura, atractiva forma y bellas flores, se utiliza para ornamentación de calles. (27)

**Miel:** Las flores amarillas doradas atraen a las abejas, lo que la convierte en una importante planta productora de néctar para miel. Además se utiliza para proporcionar sombra liviana a las plantaciones de café y té. (24)

**f. Requerimientos Ecológicos.**

**Temperatura:** Prefiere Temperaturas cálidas. de templadas a subtropicales, con una temperatura media anual alrededor de 20°C. (27)

Las plantas adultas pueden soportar una ligera helada ocasional (10°C), pero las plantas jóvenes son sensibles a las heladas. (24)

**Altitud:** Crece en un amplio rango de altitudes, desde el nivel del mar hasta 2300 m. (27).

**Precipitación:** La precipitación anual en su hábitat natural es 700 a más de 1500 mm, la mayor parte de la cual ocurre en el verano. Sin embargo, la especie ha sido introducida en muchas áreas con una precipitación de sólo 400 a 600 mm, 6 a 8 meses secos. Además puede crecer en áreas que reciben hasta 2500 mm de precipitación anual. (27)

**Suelos:** Crece bien en muchos tipos de suelos, incluyendo suelos arenosos, francos, de mediana fertilidad y ácidos, Prefiere suelos profundos ya que su sistema radicular tiende a ser profundo. No tolera la saturación de agua en el suelo. (27)

**g. Establecimiento.**

Esta especie se propaga con facilidad por la gran cantidad de semillas que produce (aunque las semillas no se recolectan con facilidad, debido a la dimensión de los árboles) desde los 10 años de edad. Se regenera en forma natural. En condiciones normales de almacenamiento las semillas sólo permanecen viables durante pocos meses después de recolectarlas, pero las semillas que se secan y se almacenan en refrigeración se han preservado hasta un período de dos años. El cultivo normal en plantaciones se efectúa trasplantando las plántulas del vivero cuando alcanzan una altura cerca de 0.6 m. Las estacas también se utilizan con éxito. (27)

**h. Plagas y Enfermedades.**

De muchos países se ha informado que el árbol muere o detiene su crecimiento aproximadamente a los 20 años, especialmente en suelos secos. En Puerto Rico los árboles han sido infestados por cochinilla. (27)

## **V. MATERIALES Y METODOS.**

### **5.1 Descripción del Area Experimental.**

#### **5.1.1 Localización.**

El estudio se realizó en el terreno denominado San Luis, propiedad de la señora Ernestina de Barrera, localizado en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango; a 60 km. al Oeste de la Ciudad Capital de Guatemala. San Andrés Itzapa colinda al Norte con los municipios de Patzicía, Zaragoza y el departamento de Chimaltenango, al Sur con el municipio de Parramos y el departamento de Sacatepéquez, al Este con el departamento de Chimaltenango y la Finca La Alameda, al Oeste con el municipio de Acatenango. Las coordenadas geográficas del municipio son aproximadamente, Latitud Norte  $14^{\circ} 37' 24''$  y Longitud Oeste  $90^{\circ} 50' 36''$ .

En las figuras 1 y 2 se observa la localización del municipio de San Andrés Itzapa en la República de Guatemala y en el Departamento de Chimaltenango, respectivamente.



Fig. 1. Localización del Municipio de San Andrés Itzapa en la República de Guatemala

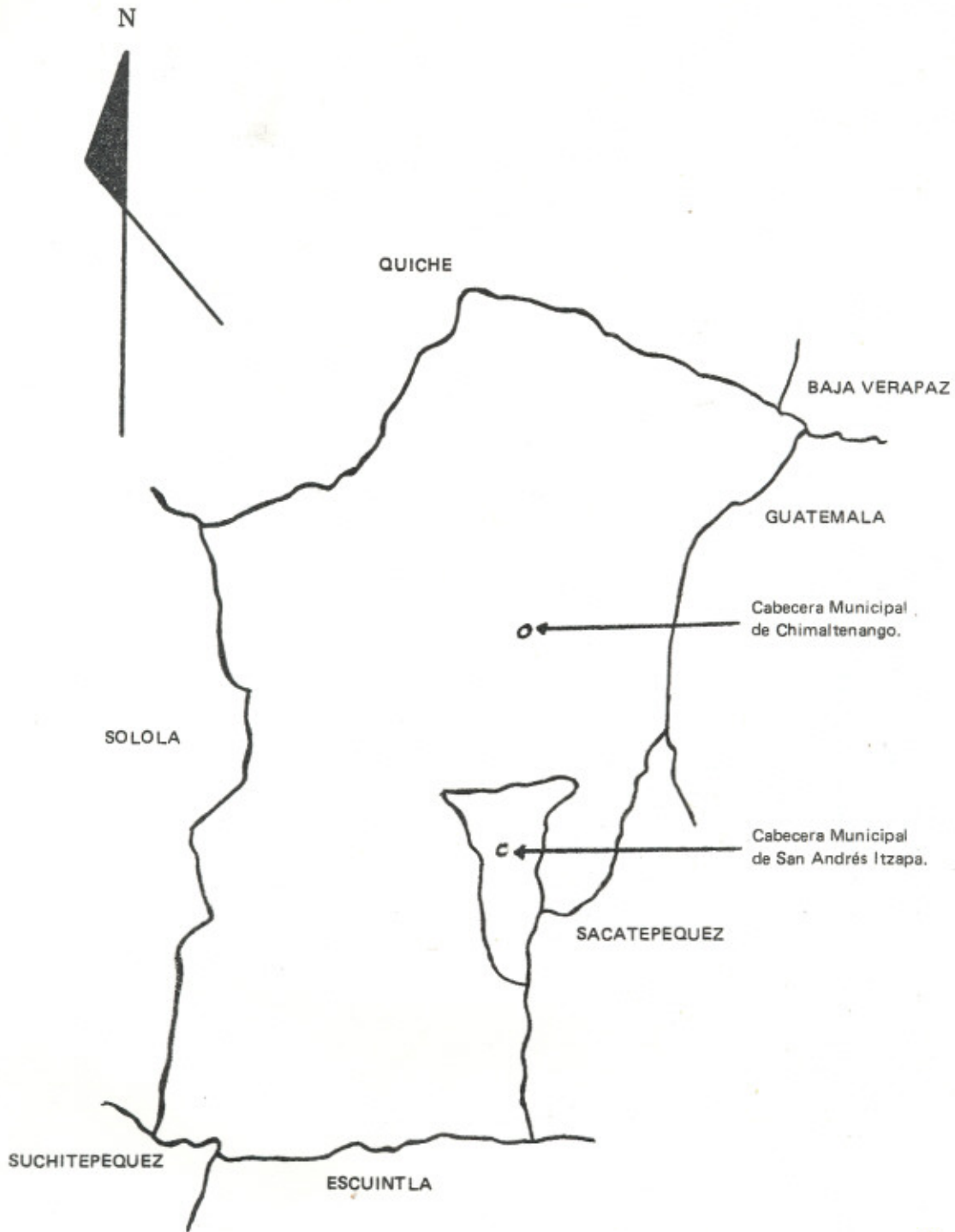


Fig. 2 Localización del Municipio de San Andrés Itzapa en el Departamento de Chimaltenango.

El terreno se encuentra a una elevación aproximada de 1850 m. snm, con una pendiente de 20o/o y orientada de Norte a Sur, ocupa una área de 28,000 m<sup>2</sup>, que equivalen a 2.8 ha. en el ensayo únicamente se utilizaron 4,130 m<sup>2</sup>, que equivalen a 0.413 ha.

### **5.1.2 Condiciones Climáticas y Zona de Vida.**

Según de la Cruz (11) el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango se encuentra comprendido en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Los datos de temperaturas registradas en esta región en el año de 1983 fueron de 26.0°C de temperatura máxima promedio mensual y de 6.0°C de temperatura mínima promedio mensual, registradas en el mes de mayo y enero respectivamente, y se obtuvieron 22.0°C de temperatura máxima promedio anual y 9.0°C de temperatura mínima promedio anual; mientras que en el período experimental (Junio 84 - Mayo 85) la temperatura máxima promedio mensual fue de 23.0°C registrada en el mes mayo, y la temperatura mínima promedio mensual fue de 6.0°C registrado en el mes de enero. (ver figura 4 y apéndice 1)

Los datos de precipitación pluvial registrada en la Estación No. 3.1.2 localizada a 4 km. del ensayo en la Alameda ICTA, Aposentos, Chimaltenango en los años 1981, 1982, 1983 y 1984 fueron de 1156.0, 714.0, 950.0 y 917.0 mm anuales respectivamente; mientras que los datos de precipitación pluvial registrados en el período experimental (Junio 84 - mayo 85) fueron de 769.0 mm anuales. (ver figura 5 y apéndice 2)

$T^{\circ}$  máximo promedio 83-84 = 22.77  
 $T^{\circ}$  mínimo promedio 83-84 = 10.32  
 $T^{\circ}$  máximo promedio 84-85 = 24.25  
 $T^{\circ}$  mínimo promedio 84-85 = 10.43

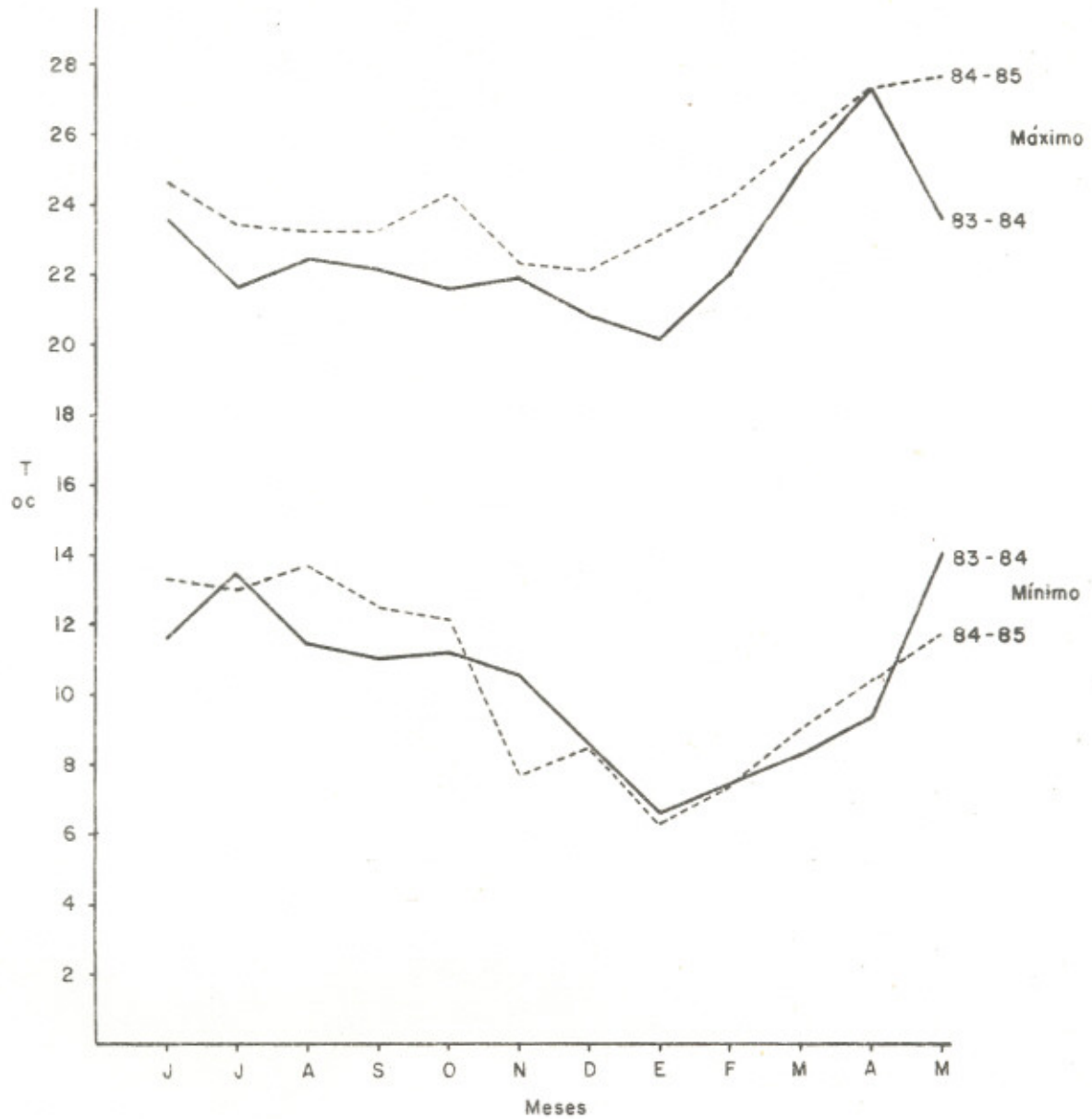


Fig.3 Temperaturas del periodo experimental.(Junio 84 - Mayo 85)

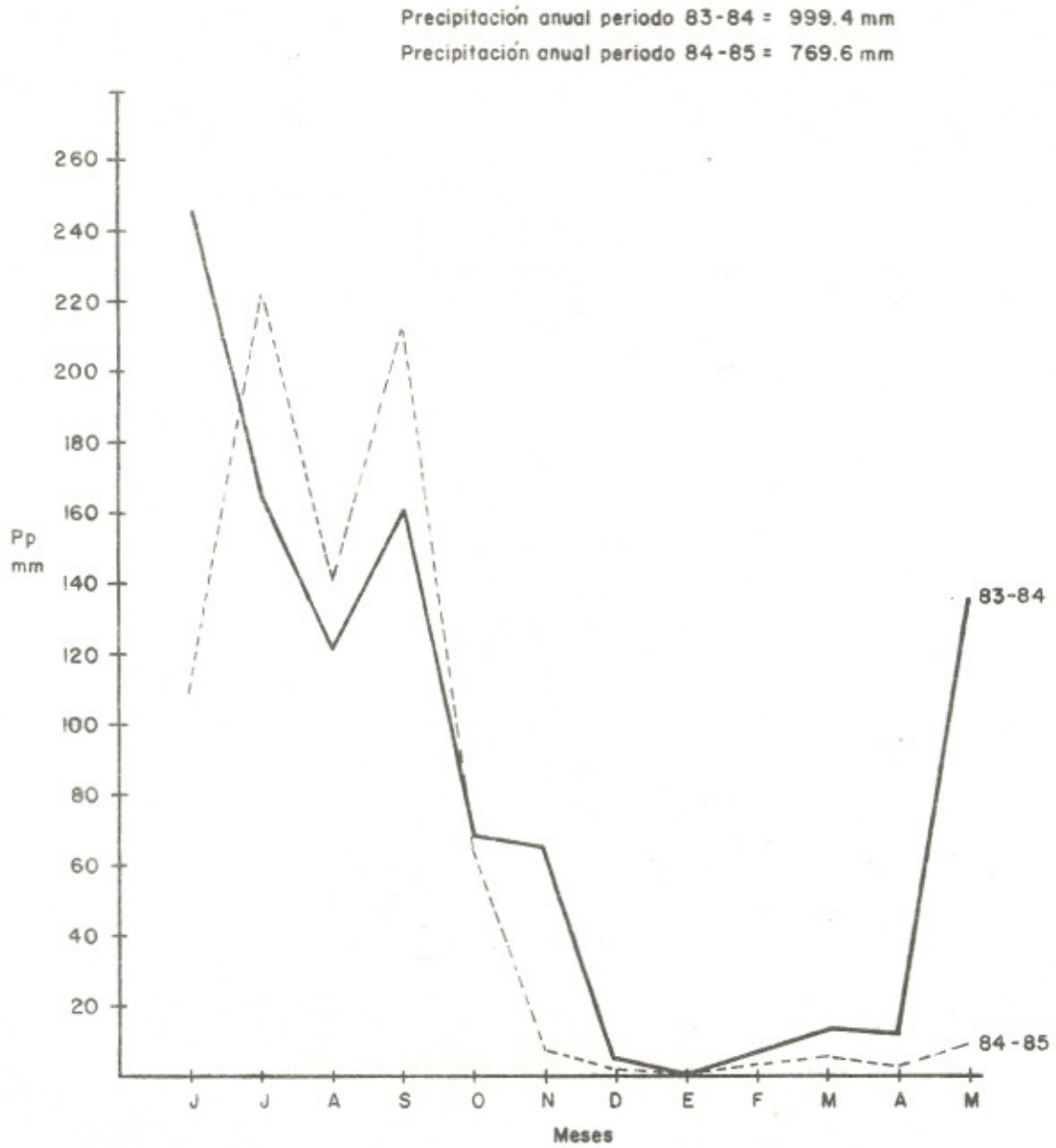


Fig. 4 Precipitación del periodo experimental. (Junio 84 - Mayo 85)

### 5.1.3 Suelos.

Según Simons (26) los suelos pertenecen al grupo provincia volcánica, Serie Patzicía (pt), Orden Mollisoles; el material madre es ceniza volcánica, pomácea de color claro; el relieve es inclinado; el drenaje interno se califica de bueno; color café oscuro; textura consistente franco arcillosa, suelta; espesor 25 - 40 cm. El Subsuelo es de color café, con consistencia suelta y friable, textura franco arenosa; espesor es de 40 - 60 cm.

Se realizó un muestreo de suelos y se procedió a analizar física y químicamente las muestras que se recolectaron. Para el análisis físico se hizo una calicata de 1 m. de ancho por 1.5 m. de largo y 0.9 m. de profundidad, de donde se tomaron 3 muestras de suelo de la manera siguiente; la primera de 0 a 30 cm. de profundidad; la segunda de 30 a 60 cm. de profundidad; y la tercera de 60 a 90 cm. de profundidad. Para el análisis químico se tomaron al azar 4 muestras del área (una por cada bloque), a una profundidad de 0 a 25 cm. con el fin de determinar la fertilidad de dicho suelo. (Ver Apéndice 17)

### 5.1.4 Antecedentes del Area.

En el área donde se realizó el ensayo se cultivó en años anteriores maíz y frijol, aplicando 11.36 kg. de Urea por cuerda,\* a los 20 días de la Siembra del cultivo de maíz; y a los 60 días de la Siembra 22.72 kg de 16.20.0 por cuerda, su rendimiento aproximado ha sido de 166.76 kg./\*cuerda.

En el cultivo de frijol, el agricultor no utiliza ningún fertilizante y su rendimiento aproximado ha sido de 20.52 kg/cuerda.

## 5.2 Diseño experimental.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones, con parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m). Los tratamientos utilizados fueron los siguientes.

G1L = *Eucalyptus citriodora* procedencia Brasil, asociada con maíz y frijol.

G1E = *Eucalyptus citriodora* procedencia Brasil, sin asocio de cultivos.

\*Cuerda = 1128.96 m<sup>2</sup> = 0.11289 ha.

G2L = *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala, asociada con maíz y frijol.

G2E = *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala, sin asocio de cultivos.

G3L = *Grevillea robusta* asociada con maíz y frijol.

G3E = *Grevillea robusta* sin asocio de cultivos.

G4L = *Alnus acuminata* asociada con maíz y frijol.

G4E = *Alnus acuminata* sin asocio de cultivos.

LE = Testigo solo cultivos. (maíz y frijol)

En la figura No. 5 se presenta la distribución de las parcelas y bloques en el campo.

#### 5.2.1 Modelo estadístico.

El modelo estadístico para analizar el diseño experimental es:

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

$i = 1 \dots \dots \dots 9$  tratamientos.

$j = 1 \dots \dots \dots 4$  bloques.

$M$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del tratamiento.

$B_j$  = Efecto del bloque.

$E_{ij}$  = Error experimental.

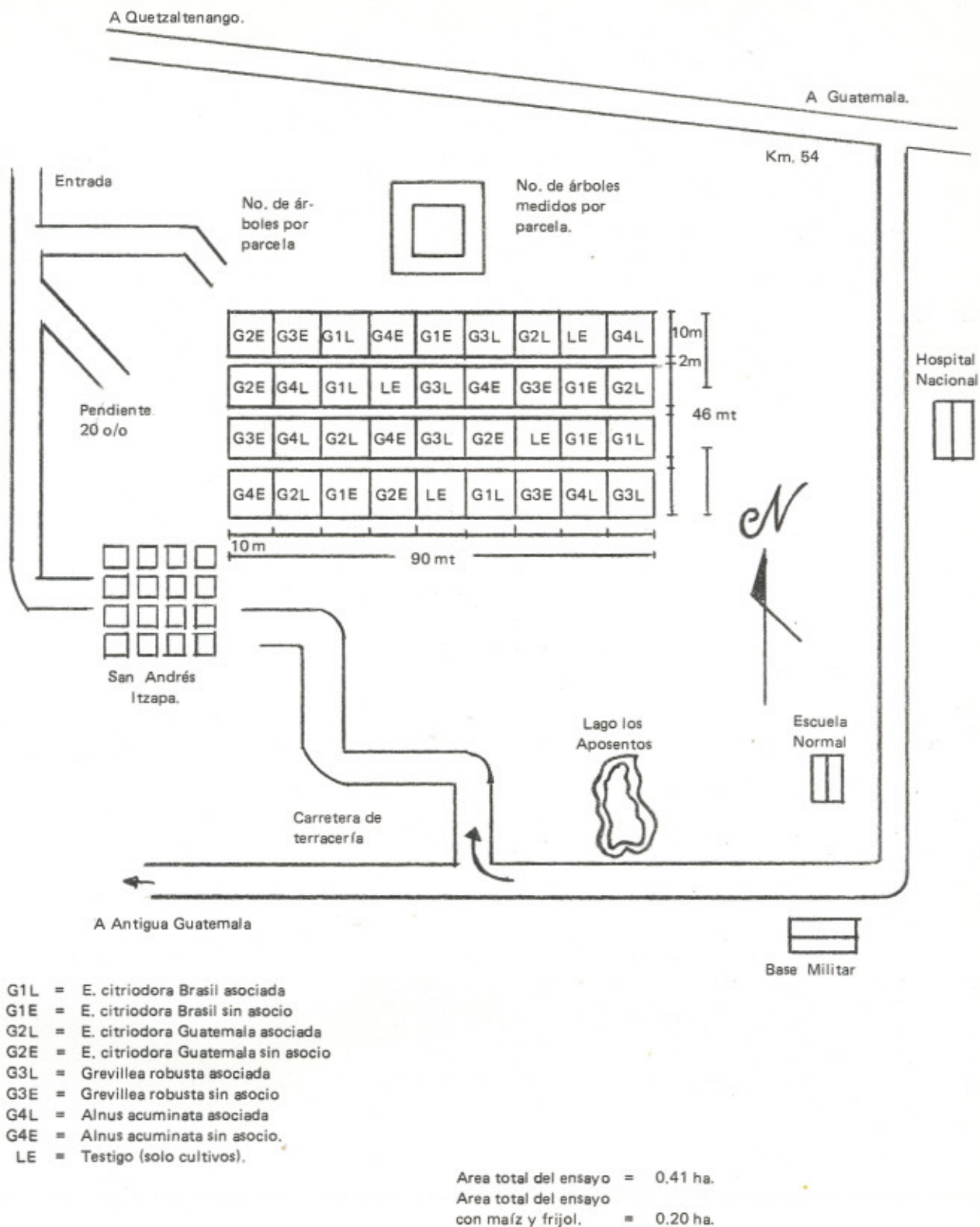


Fig. 5. Disposición del diseño experimental en el campo.

### **5.2.2 Análisis Estadístico.**

Los datos de campo fueron procesados en el Centro de Cómputo del Centro Agronómico Tropical y Enseñanza, CATIE (Turrialba, Costa Rica) Se utilizó el programa ANOVAR para los análisis de varianza y prueba de Tukey, mientras que para el análisis de regresión y correlación se utilizó el Paquete Estadístico Palmer's, para dos variables. Resultados relativos a dichos análisis se observan en los cuadros. Apéndice 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, y 13.

### **5.2.3 Trazado del experimento, plantación de las especies forestales, de los cultivos (maíz y frijol) y manejo del ensayo.**

El experimento se trazó después de haber preparado el suelo, para limitar las 36 parcelas en 4 bloques. Cada bloque tiene 9 parcelas de  $100 \text{ m}^2$  (10 X 10 m).

Trazadas las parcelas, se efectuó la siembra del cultivo de maíz en la primera quincena del mes de mayo; concluida esta práctica se inició el ahoyado para plantar las especies forestales la primera quincena del mes de junio las cuales se plantaron a una distancia de 2 m al cuadro. La siembra del cultivo de maíz se realizó en forma manual a una distancia de siembra de 1 m. entre surcos y 0.5 m entre postura sembrando 4 granos por postura. La siembra del frijol se realizó en forma manual a una distancia de siembra igual que la del cultivo de maíz, en la primera quincena del mes de agosto.

### **5.3. Período del experimento.**

Los trabajos de campo duraron 12 meses desde que se sembró el cultivo de maíz (de junio 1984 a mayo 1985). El cultivo de maíz se cosechó en la 2da. quincena del mes de noviembre y el frijol se cosechó en la 2da. quincena del mes de diciembre.

### **5.3 Variables medidas.**

Las variables que se midieron en las parcelas con especies forestales fueron supervivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa; además se calculó el rendimiento del cultivo de maíz y frijol y sus costos de producción.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

Las abreviaturas utilizadas en los tratamientos significan: G1L = *Eucalyptus citriodora*, procedencia Brasil asociada con maíz y frijol; G1E = *Eucalyptus citriodora* procedencia brasil sin asocio de cultivos; G2L = *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala asociada con maíz y frijol; G2E = *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala sin asocio de cultivos G3L = *Grevillea robusta* asociada con maíz y frijol; G3E = *Grevillea robusta* sin asocio de cultivos; G4L = *Alnus acuminata* asociada con maíz y frijol; G4E = *Alnus acuminata* sin asocio de cultivos; LE = Cultivos agrícolas sin asocio de cultivos.

### 6.1 SOBREVIVENCIA.

Al final del ensayo todos los tratamientos mostraron sobrevivencia del 97 al 100 o/o, lo cual se considera satisfactorio. Las especies que mostraron el mayor porcentaje de sobrevivencia fueron: *Eucalyptus citriodora* procedencia Brasil con y sin asocio 100 o/o; *Grevillea robusta* con y sin asocio 100 o/o; *Alnus acuminata* sin asocio 100 o/o; *Eucalypto citriodora* procedencia Guatemala sin asocio 100 o/o; *Alnus acuminata* asociada 97 o/o; *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala asociada 97o/o; la menor sobrevivencia de *Alnus acuminata* y *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala, es debido probablemente al ataque de Zompopo (*Atta Sendex*). (Apéndice 3).

De acuerdo al Apéndice 4 el análisis de Varianza mostró que las diferencias encontradas para sobrevivencia no son estadísticamente significativas. Este resultado concuerda con lo reportado por Detlefsen (12), quien realizó un ensayo similar en la Máquina, Suchitepéquez, Guatemala, utilizando *Caesalpinia velutina*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Leucaena leucocephala* con y sin asocio de maíz, llegando a la conclusión que al final del ensayo se notó que no hubo diferencias significativas entre el porcentaje de sobrevivencia de los distintos tratamientos. También King (19), 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, concluyendo al final de un año que no existió diferencia significativa entre el porcentaje de sobrevivencia de los distintos tratamientos. En base a lo anterior, puede considerarse que las especies forestales seleccionadas para el presente ensayo son muy promisorias para proyectos de reforestación extensivas en la región; sin embargo, esto deberá corroborarse al terminar el proyecto final o sea a los 5 años, tiempo durante el cual se evaluará el crecimiento final de

las especies en los métodos de reforestación considerados y su producción de biomasa en leña.

## 6.2 CRECIMIENTO EN ALTURA.

De acuerdo a las medias por tratamientos, las especies que mostraron mejor crecimiento en altura fueron **Eucalyptus citriodora** procedencia Guatemala sin asocio con 1.6 m; siguiéndole en su orden **Eucalyptus citriodora** procedencia Brasil sin asocio con 1.5 m; **Grevillea robusta** sin asocio con 1.3 m; **Alnus acuminata** asociada con 1.3 m; **Alnus acuminata** sin asocio con 1.2 m; **Eucalyptus citriodora** procedencia Guatemala asociada con 1.1 m, presentando estos tratamientos significancia al 95 o/o en el análisis estadístico. Mientras que **Eucalyptus citriodora** procedencia Brasil sin asocio con 0.9 m y **Grevillea robusta** asociada con 0.8 m, presentando estos dos tratamientos no significancia en el análisis estadístico realizado. Resultados relativos a dichos análisis se observan en el cuadro 2 y Apéndice 5.

Al final del ensayo los tratamientos de **Eucalyptus citriodora** procedencia Guatemala sin asocio y **Eucalyptus citriodora** procedencia Brasil sin asocio mostraron las medias más altas, mientras que **Eucalyptus citriodora** Guatemala con asocio y **Grevillea robusta** con asocio mostraron las medias más bajas demostrando que al finalizar el primer año del ensayo en que el asocio de maíz y frijol redujo el crecimiento en altura de los árboles en 26 o/o; mientras que Detlefsen (12) y (Griffith y Howland), citados por King (19) quienes concuerdan que al finalizar el primer año de un ensayo en que el asocio de maíz redujo el crecimiento en altura de los árboles por alrededor del 10 o/o.

Pero no sucedió así con **Alnus acuminata** asociada con 1.3 m, quien mostró la media más alta, comparada con **Alnus acuminata** sin asocio con 1.2 m demostrando que el asocio de maíz y frijol al finalizar el primer año de éste ensayo no redujo el crecimiento en altura de **Alnus acuminata** asociada, afirmando que el asocio de cultivos sí favoreció el crecimiento en altura de ésta especie asociada. Ver cuadro 2.

Es importante mencionar que los tratamientos de **Alnus acuminata** con asocio no incrementó en promedio en altura en el período comprendido de enero a mayo 1985, mientras que el tratamiento de **Alnus acuminata** sin asocio no incrementó en promedio de

altura en el período comprendido de abril a mayo 1985, debido a los hábitos de crecimiento que posee ésta especie (defolia en época seca) Ver Apéndice 3.

Por otro lado, en la figura 6 se aprecia que en el transcurrir el tiempo la especie sin asocio mostró un crecimiento más acelerado, en relación a cuando la especie estuvo asociada. Esto indica que el manejo del tratamiento sin asocio consistente en limpias y sin la presencia de cultivos, favoreció su desarrollo; mientras que estando asociada el crecimiento fue sensiblemente menor. Sin embargo, en base a la figura 6 se deduce que el cultivo pudo afectar en alguna medida el desarrollo de la especie, en relación al tiempo estando asociada.

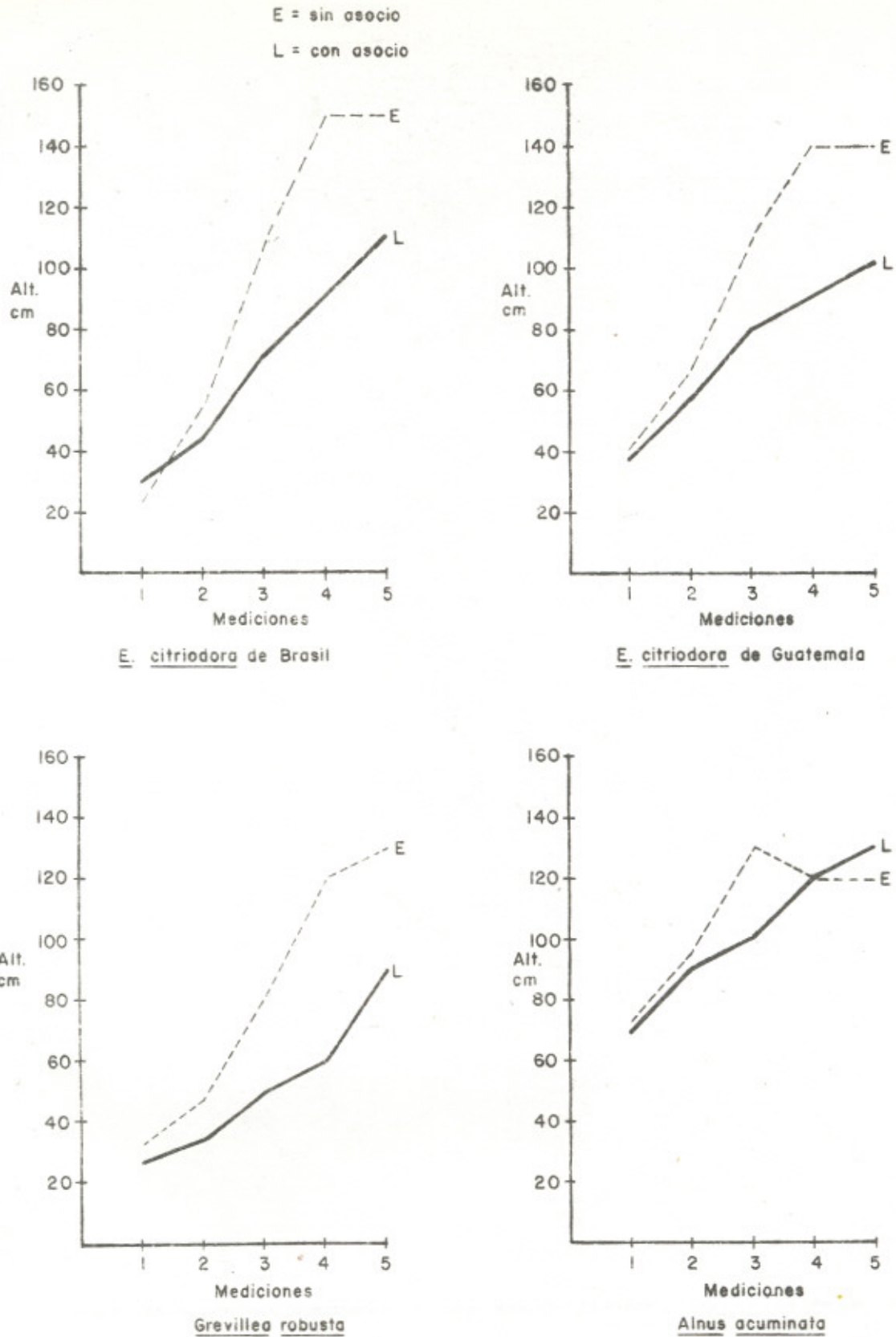


Fig. 6 Crecimiento en Altura (cm) de las especies forestales estudiadas en el periodo. (Junio 84 - Mayo 85)

### 6.3 CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL.

De acuerdo al cuadro 2 el tratamiento que presentó el mejor crecimiento en diámetro basal fue *Eucalyptus citriodora* procedencia Brasil sin asocio con 24mm, mientras que en el cuadro 3 se determinó que *Eucalyptus citriodora* procedencia Brasil sin asocio obtuvo el mejor incremento medio anual (24 mm).

Las medias finales de diámetro basal por tratamiento que fueron significativas en el análisis de la prueba de Tukey fueron en su orden de mayor a menor: *Eucalyptus citriodora* Brasil sin asocio con 24 mm; *Alnus acuminata* sin asocio con 22 mm; *Eucalyptus citriodora* Guatemala sin asocio con 22 mm; *Grevillea robusta* sin asocio con 21 mm; *Alnus acuminata* con asocio con 19 mm; los tratamientos que presentaron no significancia fueron *Grevillea robusta* con asocio con 12 mm; *Eucalyptus citriodora* Brasil con asocio con 11 mm y *Eucalyptus citriodora* Guatemala con asocio con 11 mm. Ver cuadro 2 y Apéndice 6.

De donde se deduce que las especies no asociadas obtuvieron mejor promedio de crecimiento en diámetro basal que las asociadas, estos promedios son similares a los encontrados por Detlefsen (12), donde *Leucaena leucocephala* sin asocio presentó un promedio de 24 mm de diámetro basal y *L. leucocephala* asociada con maíz presentó 16 mm de diámetro basal; Martínez y Zannotti (22), citan que en la Máquina, Suchitepéquez, Guatemala *E. camaldulensis* en una plantación de 1.4 años presentó un diámetro basal promedio de 52 mm lo que permitiría asumir que en esta población citada, a la edad de 1 año tenía un promedio de diámetro basal de 36 mm, lo cual es levemente superior al promedio presentado por *E. camaldulensis* sin asocio, según Detlefsen (12).

En cuanto al Incremento Medio Anual (IMA) respecto a ésta variable se ve en el cuadro 3 que las especies no asociadas presentaron mejor incremento que las especies asociadas, el tratamiento que presentó el mejor incremento medio anual en lo que respecta a diámetro basal fue *Eucalyptus citriodora* Brasil sin asocio con 24 mm ver cuadro 3.

Por otro lado en la figura 7 se aprecia que el crecimiento de diámetro basal de las especies forestales no asociadas es más acelerado en el transcurrir el tiempo, mientras que las especies forestales asociadas su crecimiento es inferior. Tal es el caso de *Eucalyptus citriodora* Brasil, *Eucalyptus citriodora* Guatemala y *Grevillea robusta*, pero *Alnus acuminata* con y sin asocio su crecimiento en diámetro basal es similar.

E = sin asocio

L = con asocio

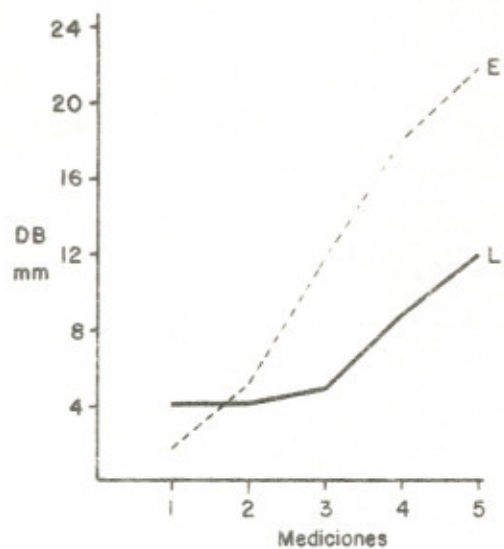
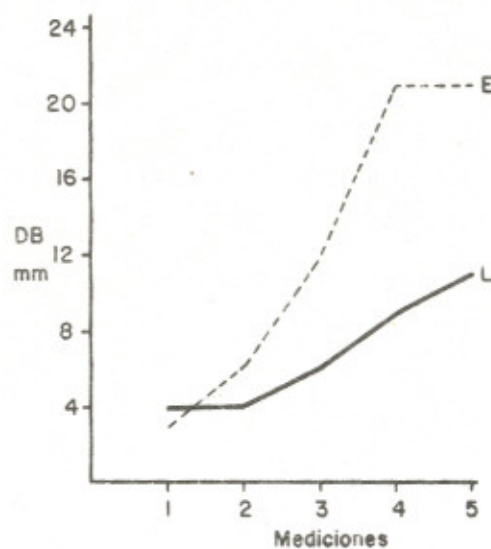
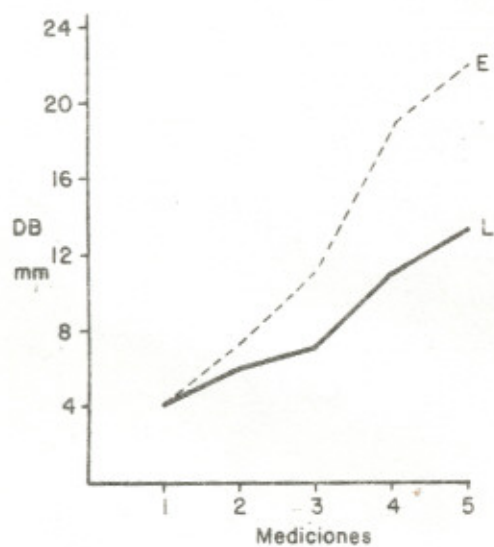
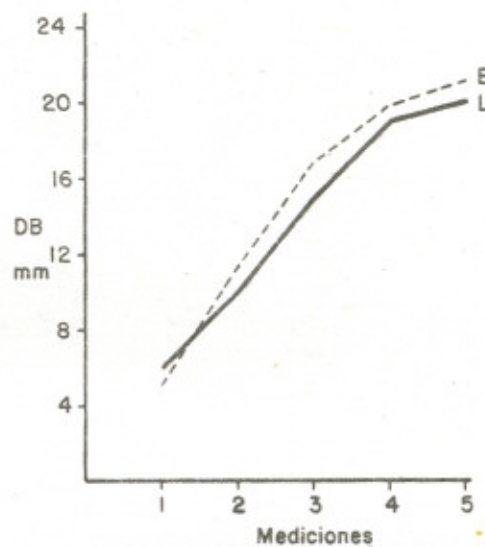
*E. citriodora* Brasil*E. citriodora* Guatemala*Grevillea robusta**Alnus acuminata*

Fig. 7 Crecimiento Diametro Basal (mm)/Número de Mediciones de las especies forestales estudiadas en el periodo. (Junio 84- Mayo 85)

#### 6.4 CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA.

La especie que mostró el mejor crecimiento de diámetro de copa fue **Eucalyptus citriodora** Brasil sin asocio 1.1 m, le siguió **Eucalyptus citriodora** Guatemala sin asocio 1.0 m, ambas especies resultaron con una significancia al 95 o/o en el análisis de la prueba de Tukey, luego **Grevillea robusta** sin asocio 0.8 m, **Alnus acuminata** sin asocio 0.7 m, **Alnus acuminata** con asocio 0.6 m, **Grevillea robusta** con asocio 0.6 m, **Eucalyptus citriodora** Guatemala con asocio 0.5 m y **Eucalyptus citriodora** Brasil con asocio 0.4 m. Ver cuadro 2 y Apéndice 7.

En cuanto al incremento medio de esta variable, se observa en el cuadro 3 que las especies sin asocio, **Eucalyptus citriodora** Brasil con 1.09 m, **Eucalyptus citriodora** Guatemala con 0.76 m, **Grevillea robusta** con 0.55 m y **Alnus acuminata** con 0.65 m mostraron el mejor incremento medio de diámetro de copa.

Cabe mencionar que **Alnus acuminata** con asocio, detuvo su crecimiento en promedio de diámetro de copa en el período comprendido de enero a abril de 1985, debido a los hábitos de crecimiento que posee ésta especie. Ver Apéndice 3

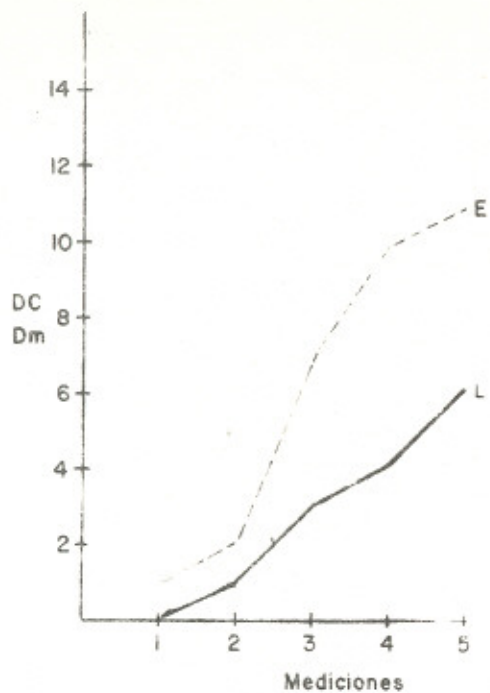
Los tratamientos sin asocio **Eucalyptus citriodora** Brasil 1.1 m, **Eucalyptus citriodora** Guatemala 1.06 m, **Grevillea robusta** 0.83 m y **Alnus acuminata** 0.71 m; mostraron el mejor crecimiento de diámetro de copa con respecto a los asociados. Detlefsen (12), cita que en la Máquina, Suchitepéquez, Guatemala que en las tres oportunidades de medición el mejor tratamiento resultó ser **L. leucocephala** sin asocio de maíz, aunque estadísticamente igual a otros tratamientos. Ver cuadro 2

Por otro lado en la figura 8 se aprecia que el crecimiento de diámetro de copa de **Eucalyptus citriodora** Brasil, **Eucalyptus citriodora** Guatemala y **Grevillea robusta** no asociadas, es más acelerado conforme va transcurriendo el tiempo, mientras que cuando están asociadas su crecimiento es más lento debido a la competencia que existe entre los cultivos. Para **Alnus acuminata** sin asocio su crecimiento de diámetro de copa se estabilizó en la 3da y 4da medición (enero y abril 1985 respectivamente), debido a los hábitos de crecimiento que posee esta especie (defolia en época seca.) ver Apéndice 3.

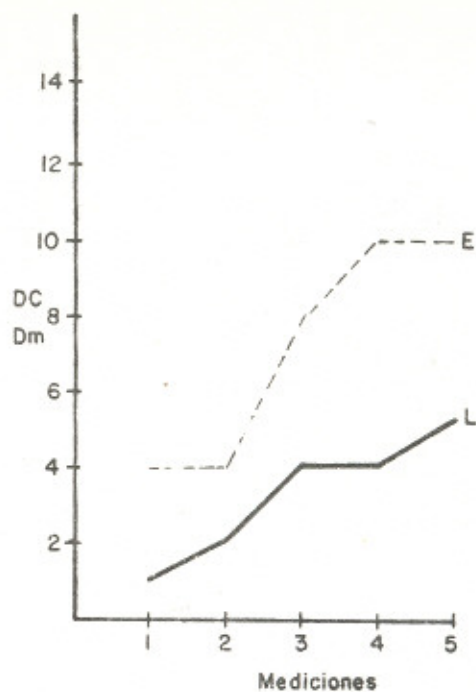
E = sin asocio

L = con asocio

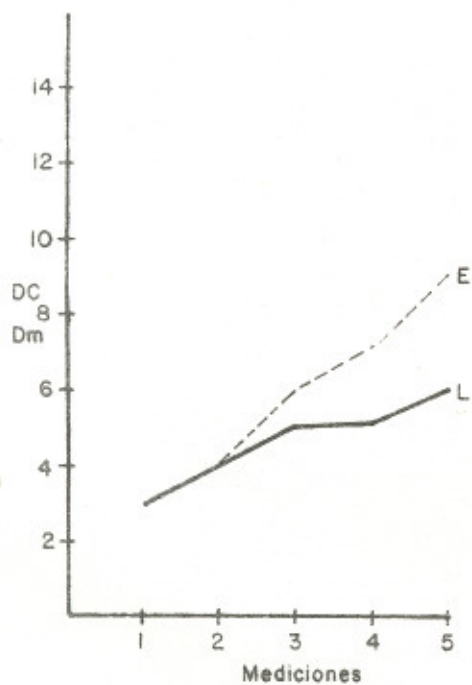
41



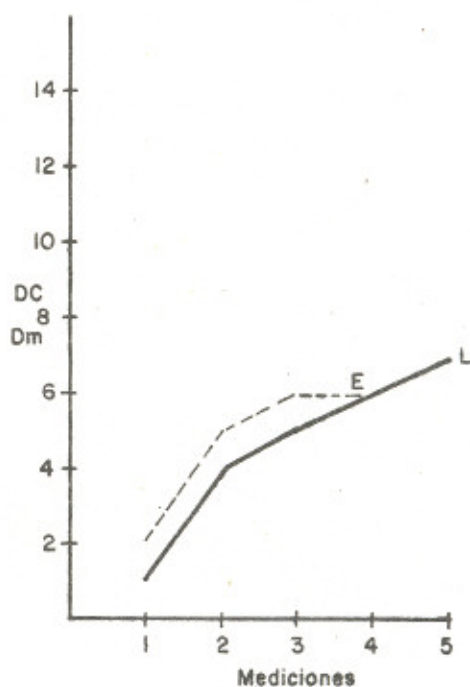
*E. citriodora* Brasil



*E. citriodora* Guatemala



*Grevillea robusta*



*Alnus acuminata*

Fig. 8 Crecimiento Diametro de Copa (Dm)/ Número de mediciones de las especies forestales estudiadas en el periodo. (Junio 84 - Mayo 85)

CUADRO 2 Valores de las medias por tratamientos de las variables medidas en las especies forestales forestales (junio 1984-mayo 1985).

TRATA- MIENTOS	o/o De Sobre vivencia	Altura m	Diámetro basal mm	Diámetro copa m
G1L	197 N.S.	0.96	11	0.49
G1E	100 N.S.	1.57 +	24 +	1.11 +
G2L	100 N.S.	1.14 +	11	0.59
G2E	100 N.S.	1.62 +	22 +	1.06 +
G3L	100 N.S.	0.83	12	0.62
G3E	100 N.S.	1.32 +	21 +	0.83
G4L	97 N.S.	1.31 +	19 +	0.69
G4E	100 N.S.	1.24 +	22 +	0.71

+ = Significancia entre tratamientos al 95 o/o

N.S. = No significancia

CUADRO 3 Incremento Medio Anual (IMA) en (cm) de las variables medidas en las especies forestales. (junio 1984 - mayo 1985)

Tratamientos	Altura	Diámetro basal	Diámetro de copa
G1L	76	0.76	55
G1E	147	2.40	109
G2L	88	0.76	55
G2E	121	2.10	76
G3L	56	0.98	33
G3E	108	1.96	55
G4L	63	1.53	55
G4E	53	1.96	65

## 6.5 CORRELACION ENTRE VARIABLES.

Para todas las especies asociadas hubo poca correlación entre altura y la edad (meses). Esto pudo estar influenciado por el asocio con los cultivos de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) o a la poca edad. Sólo es relativamente notable el caso de *Eucalyptus citriodora* procedencia Guatemala con regular ajuste. Ver figura 14.

Para *Alnus acuminatas* sin asocio no hubo correlación entre la altura y la edad (figura 22); para *Eucalyptus citriodora* Brasil hubo poca correlación aunque con poca variabilidad (Apéndice 8); *Grevillea robusta* y *Eucalyptus citriodora* Guatemala, presentaron buena correlación con cierta variabilidad. Ver Apéndice 8.

Para todas las especies asociadas hubo buena correlación entre altura y diámetro basal (lo que es lógico esperar por ser una característica intrínseca de las especies).

Para todas las especies no asociadas también hubo buena correlación entre altura y diámetro basal.

En la especie *Grevillea robusta*, el diámetro de copa y diámetro basal tuvo una correlación aceptable no así en las demás especies asociadas. Ver figura 19 y Apéndice 8.

Cuando las especies no fueron asociadas hubo una mayor correlación entre el diámetro de copa y el diámetro basal, lo que puede explicarse por la falta de competencia lateral, lo que si sucede con el asocio.

El diámetro basal en función de la edad fue regularmente correlacionado en los cultivos asociados y no asociados, no incluyendo a *Alnus acuminata* que mostró buen ajuste en los dos casos (Figura 21). Lo anteriore indicaría que, excepto para *Alnus acuminata*, hasta la fecha no existe un alto grado de asociación entre estas dos variables.

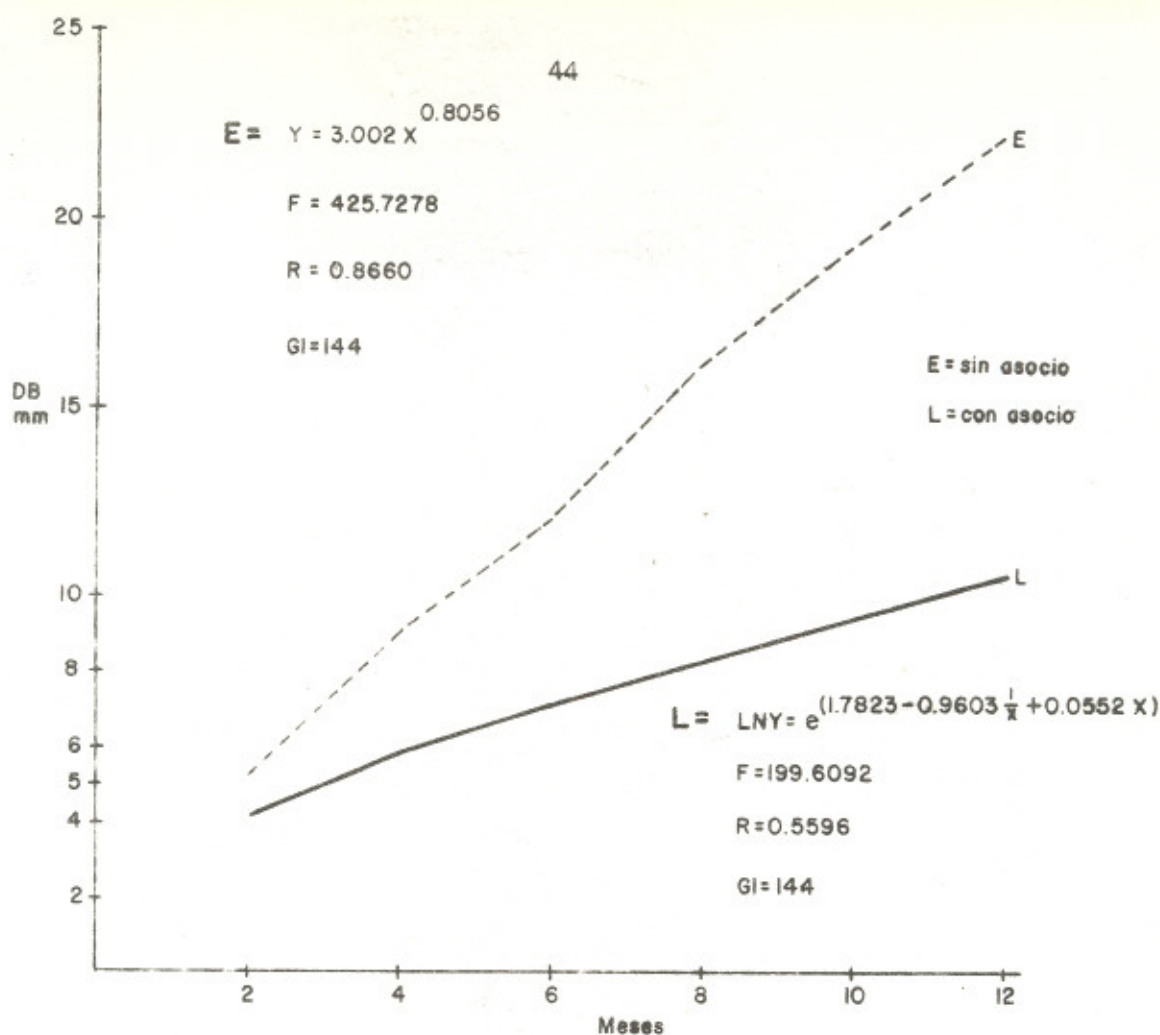


Fig. 9 Regresión DB (mm)/Edad en meses Eucalyptus citriodora procedencia Brasil sin asocio y con asocio.

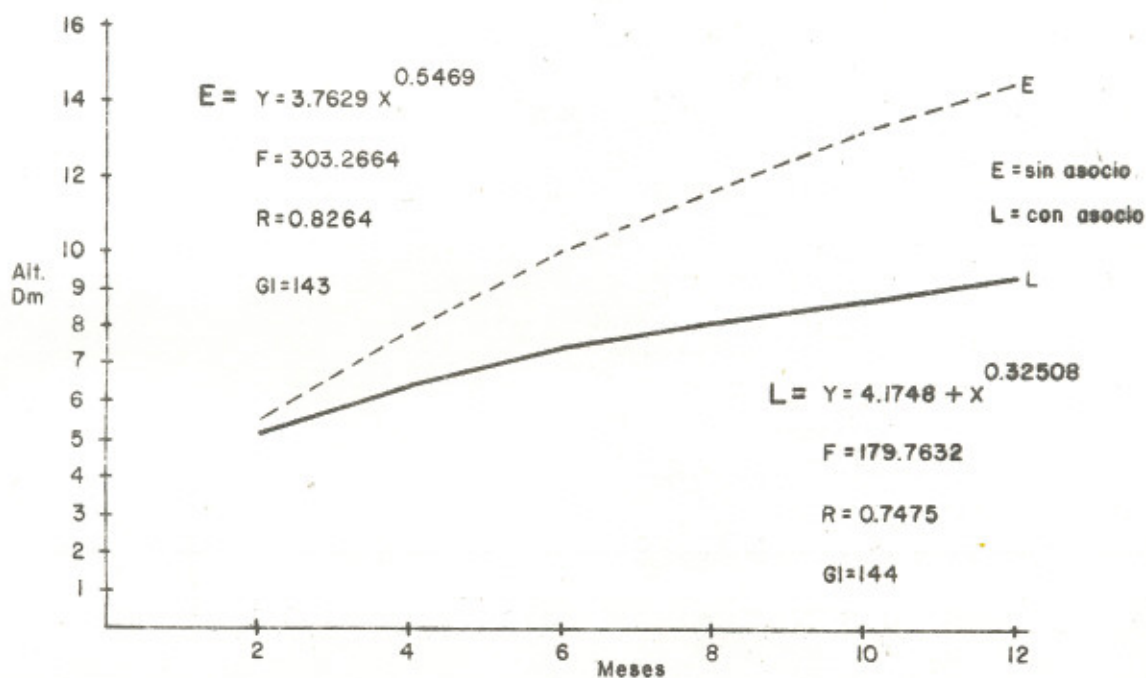


Fig. 10 Regresión Alt. (Dm)/Edad en meses Eucalyptus citriodora procedencia Brasil sin asocio y con asocio.

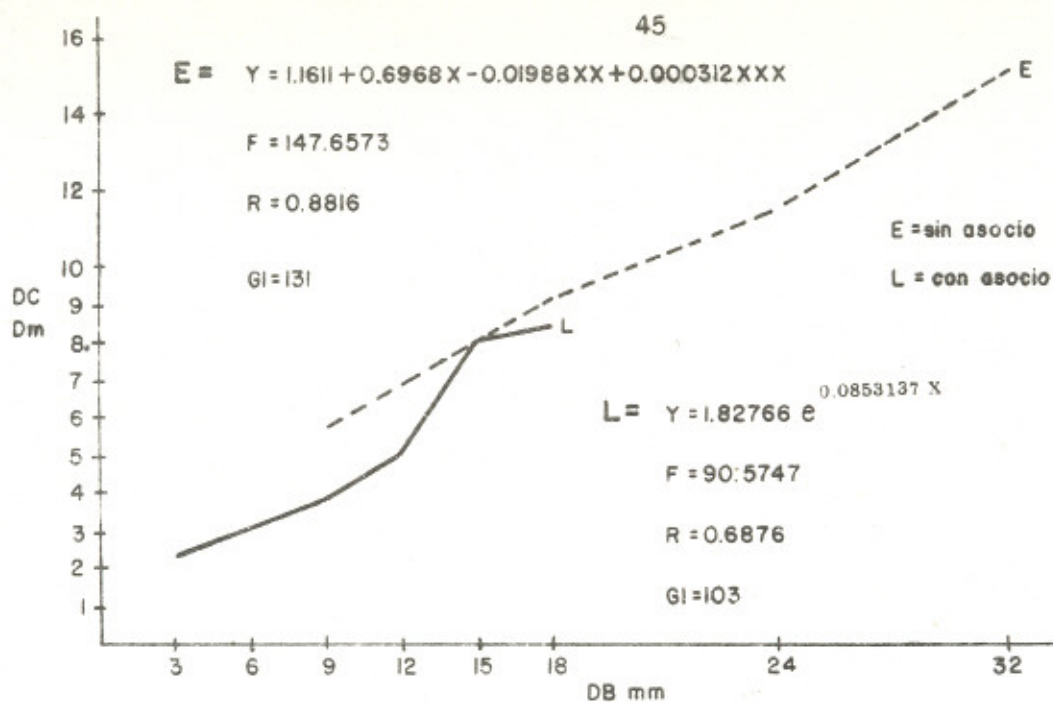


Fig. 11 Regresión DC(Dm)/DB(mm) Eucalyptus citriodora procedencia Brasil sin asocio y con asocio.

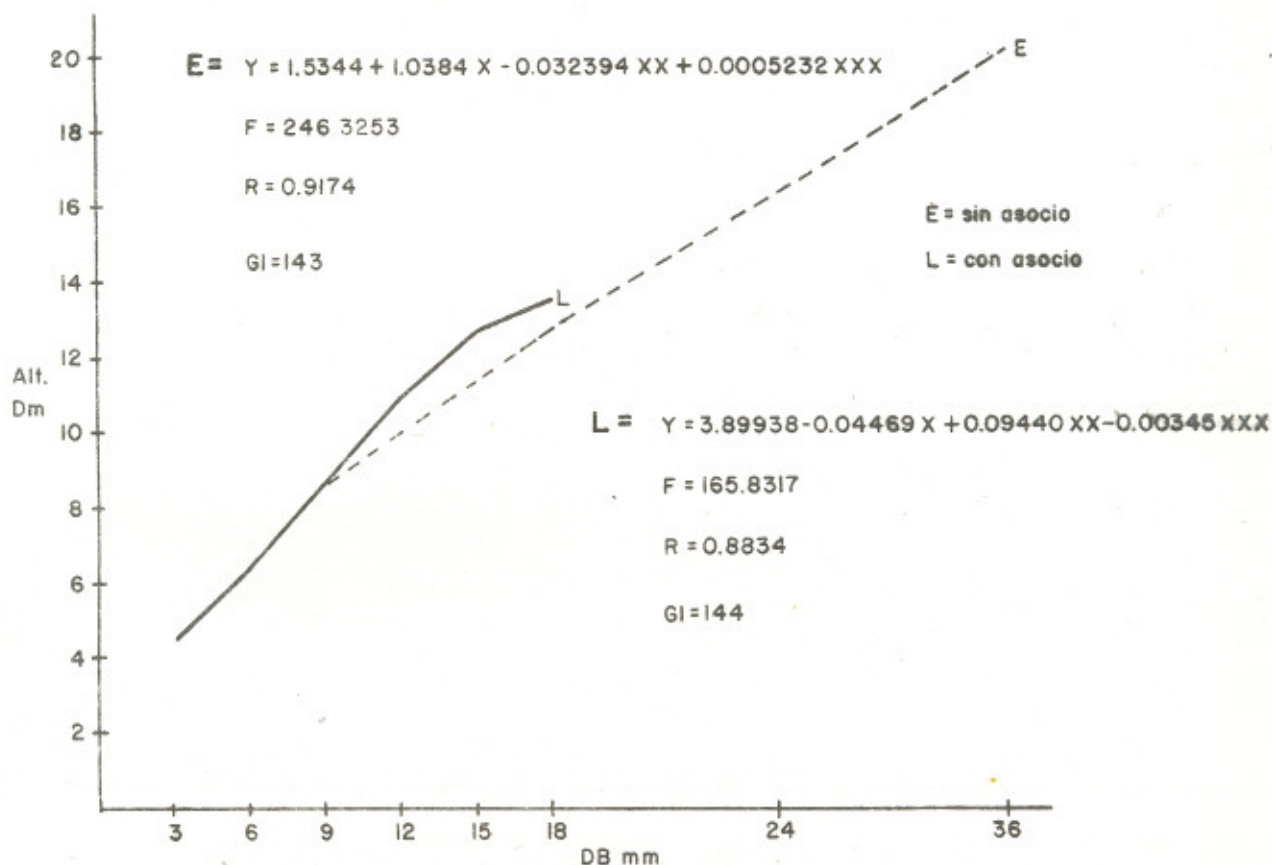


Fig. 12 Regresión Alt. (Dm)/DB(mm) Eucalyptus citriodora procedencia Brasil sin asocio y con asocio.

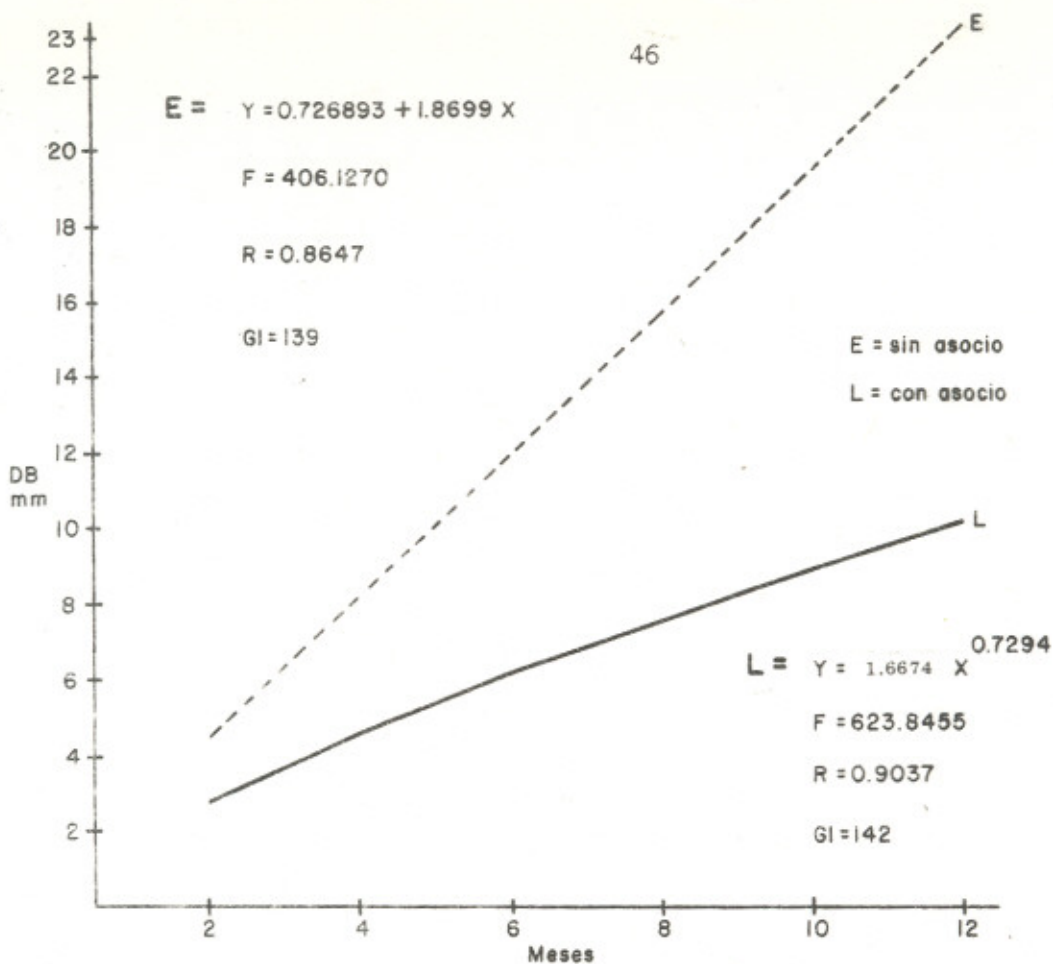


Fig. 13 Regresión DB(mm)/Edad en meses Eucalyptus citriodora procedencia Guatemala sin asocio y con asocio.

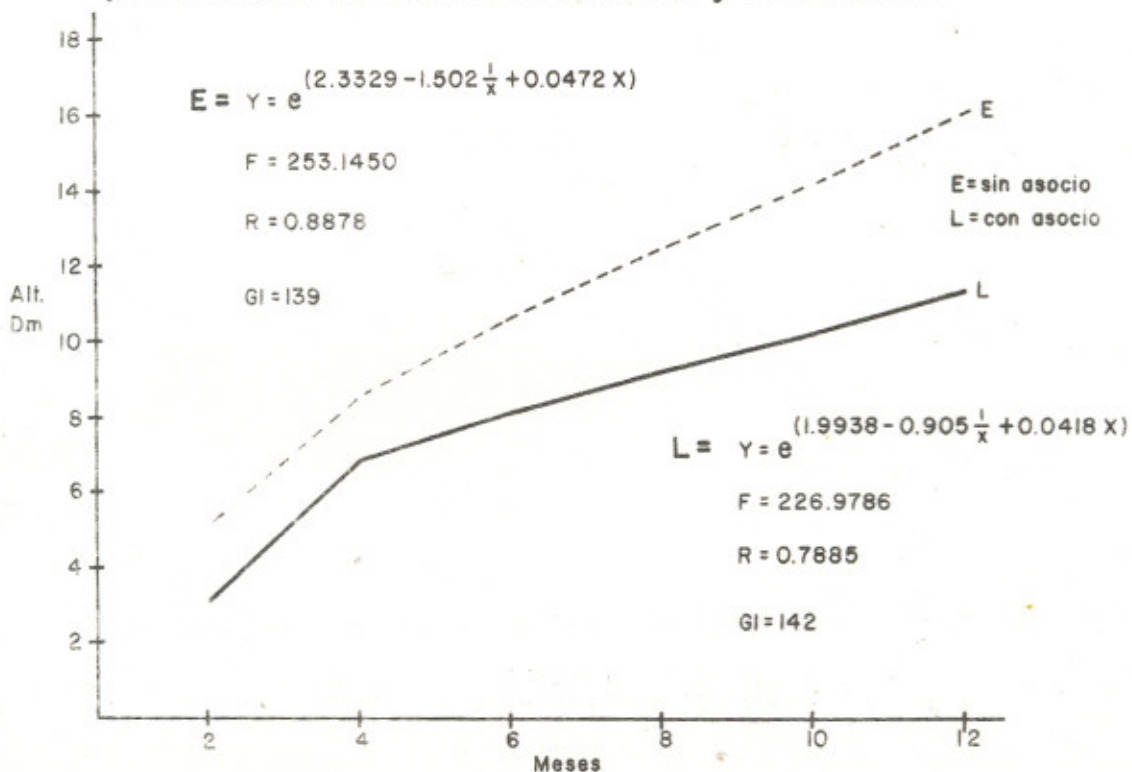


Fig. 14 Regresión Alt. (Dm)/Edad en meses Eucalyptus citriodora procedencia Guatemala sin asocio y con asocio.

E = sin asocio

L = con asocio

47

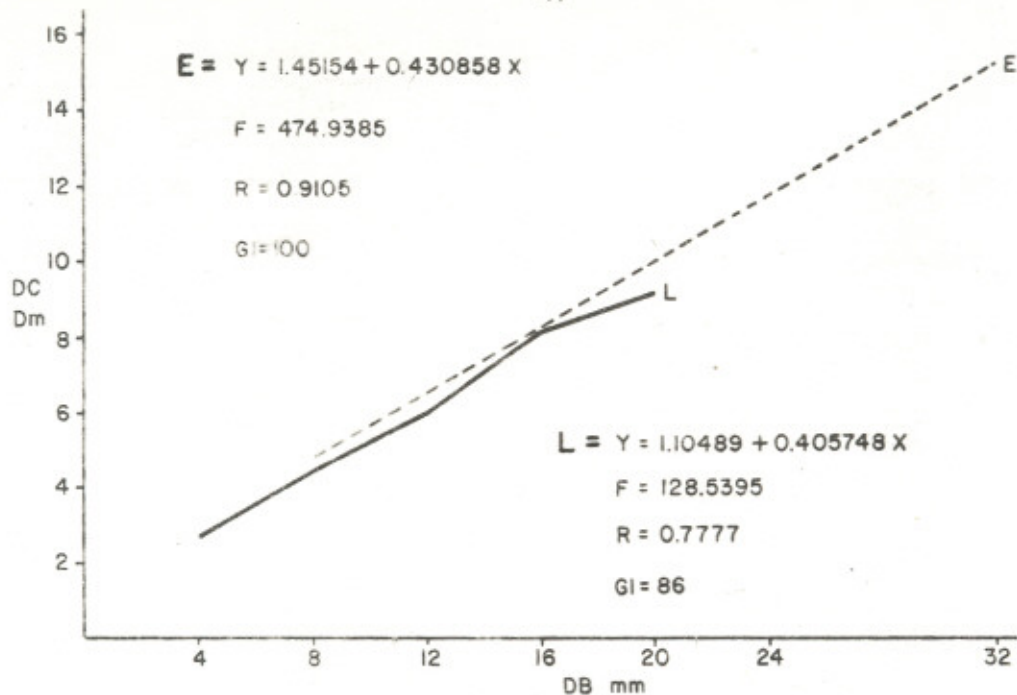


Fig. 15 Regresión DC(Dm)/DB(mm) Eucalyptus citriodora procedencia Guatemala sin asocio y con asocio

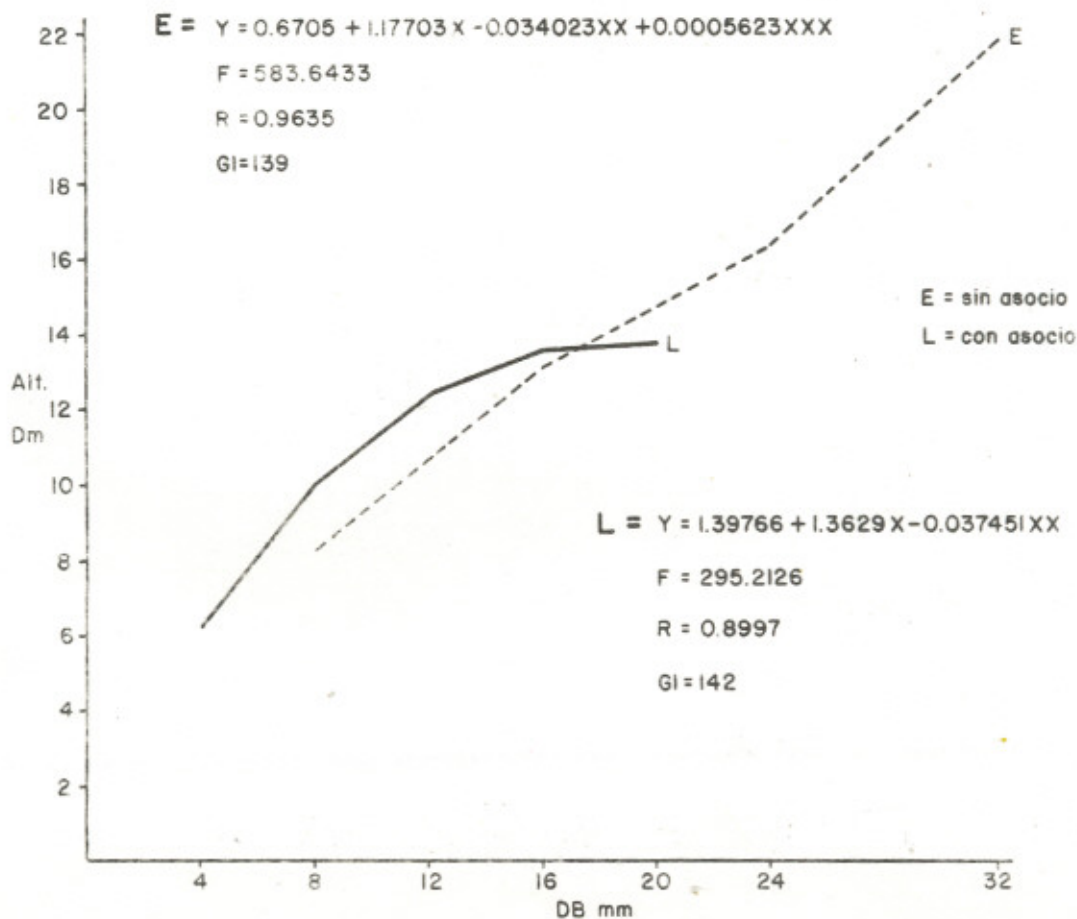


Fig. 16 Regresión Alt. (Dm)/DB(mm) Eucalyptus citriodora procedencia Guatemala sin asocio y con asocio

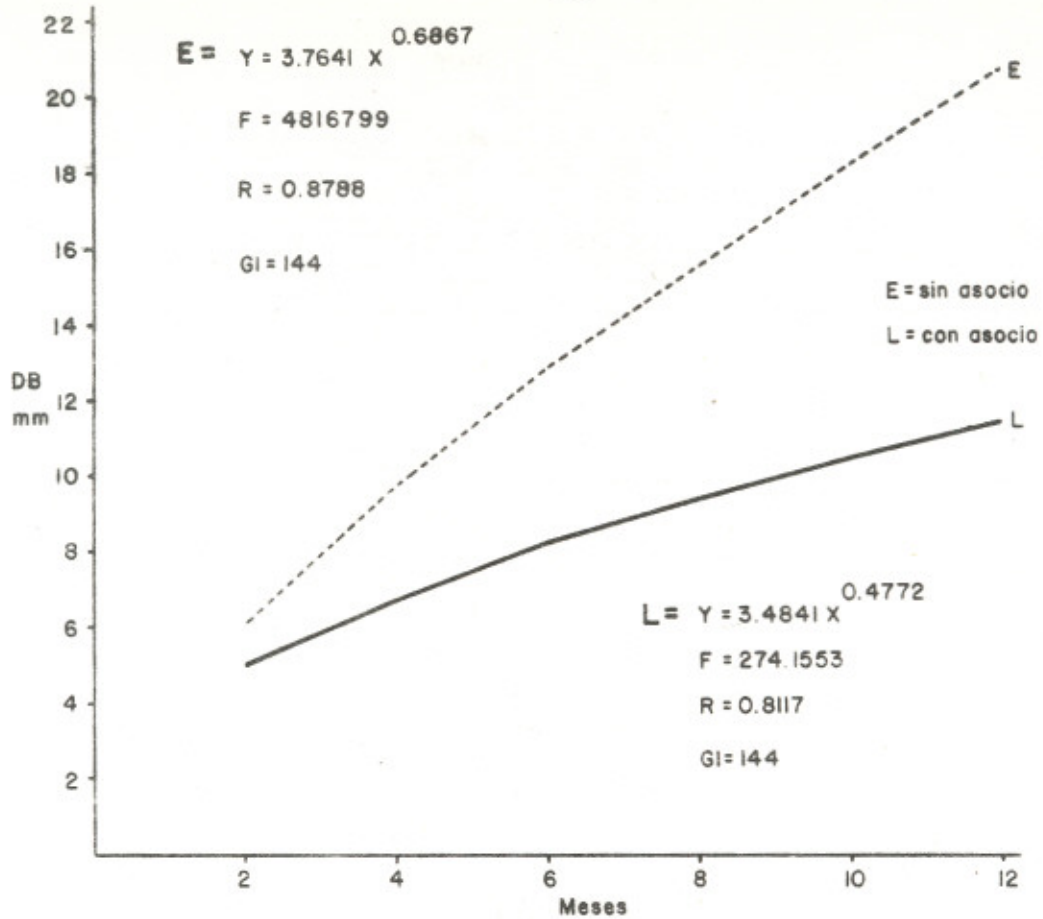


Fig. 17 Regresion DB (mm)/Edad en meses Grevillea robusta sin asocio y con asocio.

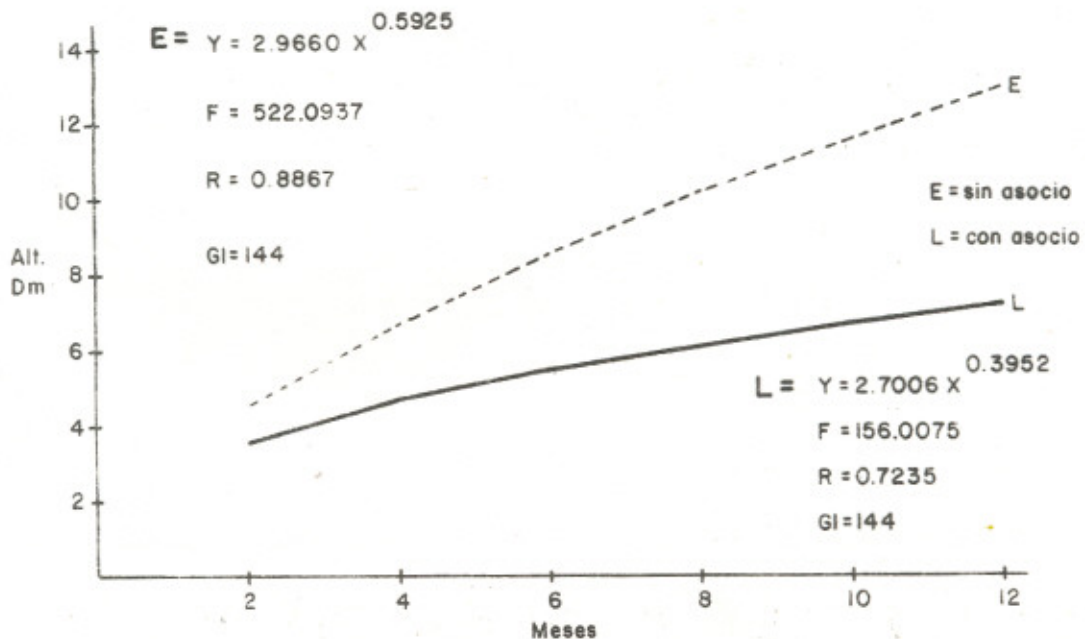


Fig. 18 Regresión Alt. (Dm)/Edad en meses Grevillea robusta sin asocio y con asocio.

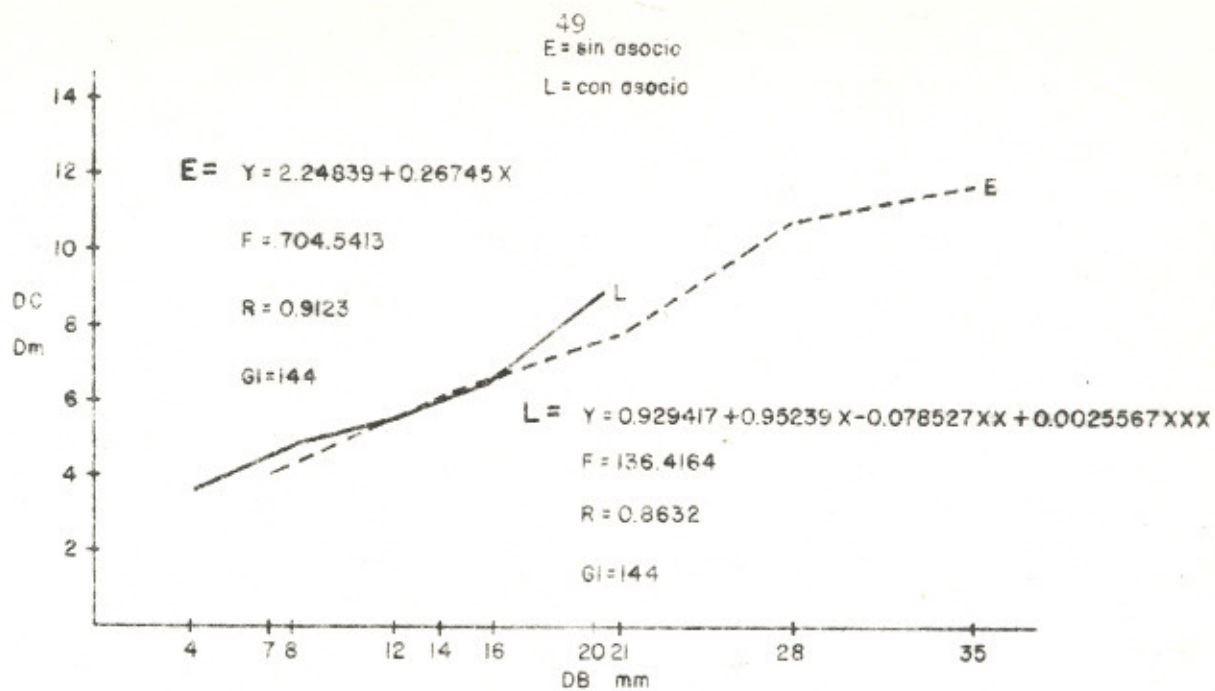


Fig. 19 Regresion DC(Dm)/DB(mm) Grevillea robusta con asocio y sin asocio

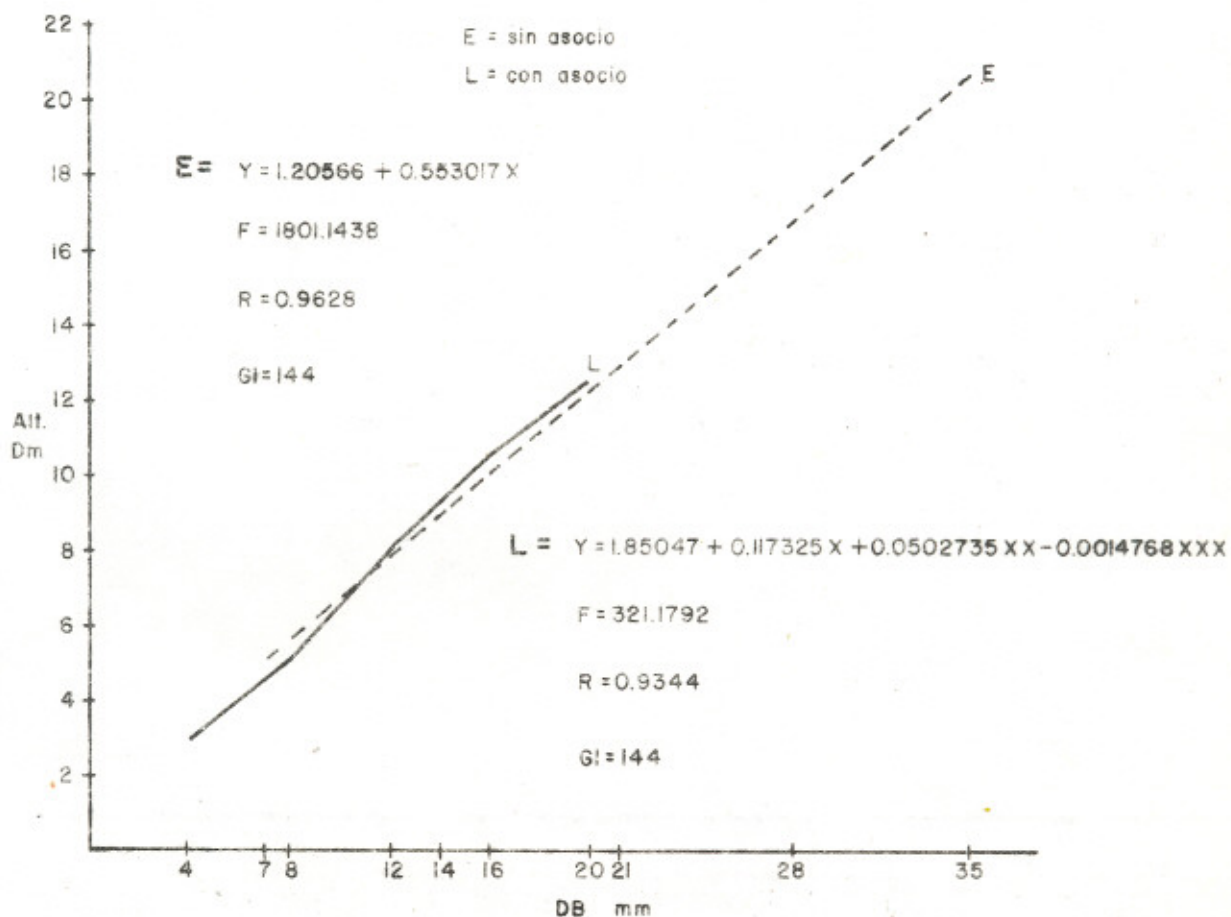


Fig. 20 Regresion Alt. (Dm)/DB(mm) Grevillea robusta con asocio y sin asocio

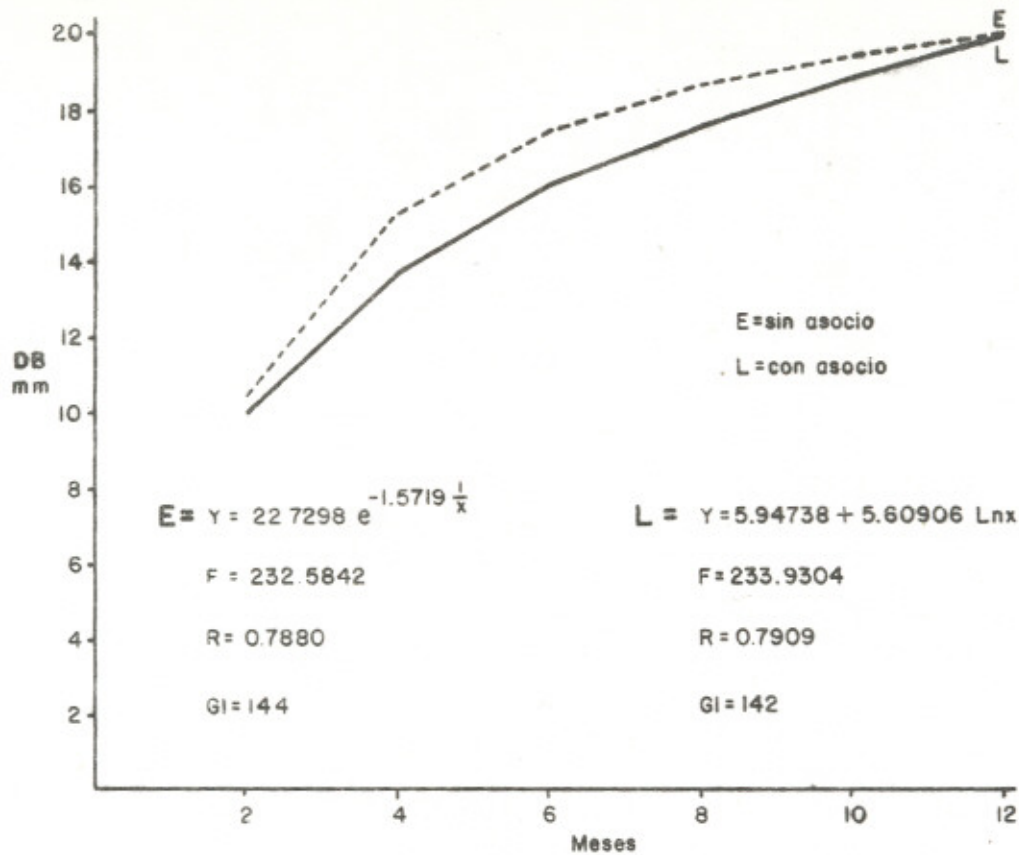


Fig. 21 Regresión DB (mm)/Edad en meses Alnus acuminata sin asocio y con asocio.

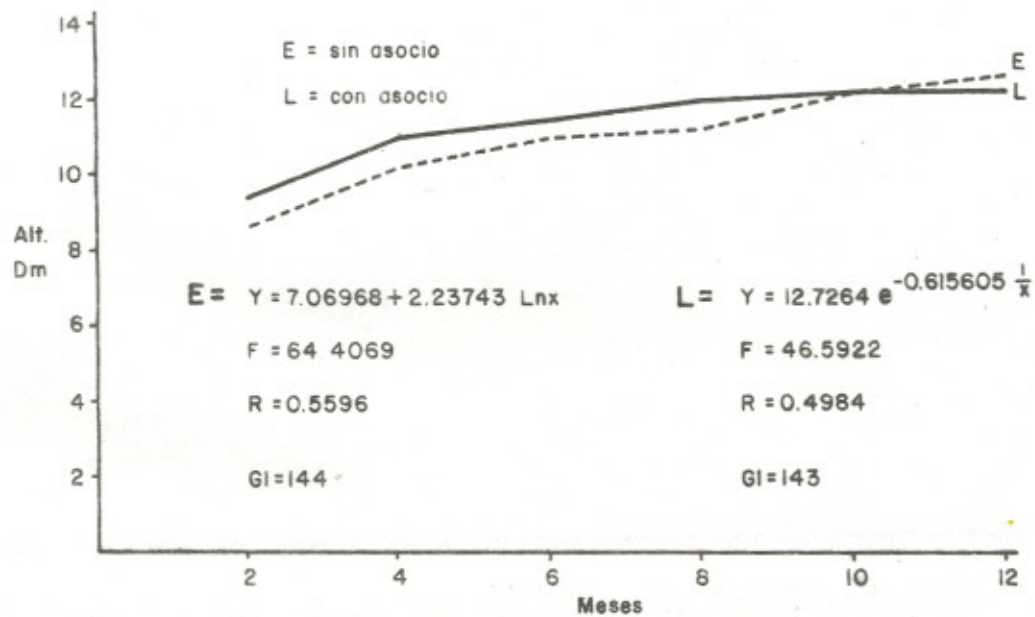


Fig. 22 Regresión Alt. (Dm)/Edad en meses Alnus acuminata sin asocio y con asocio.

E = sin asocio 51

L = con asocio

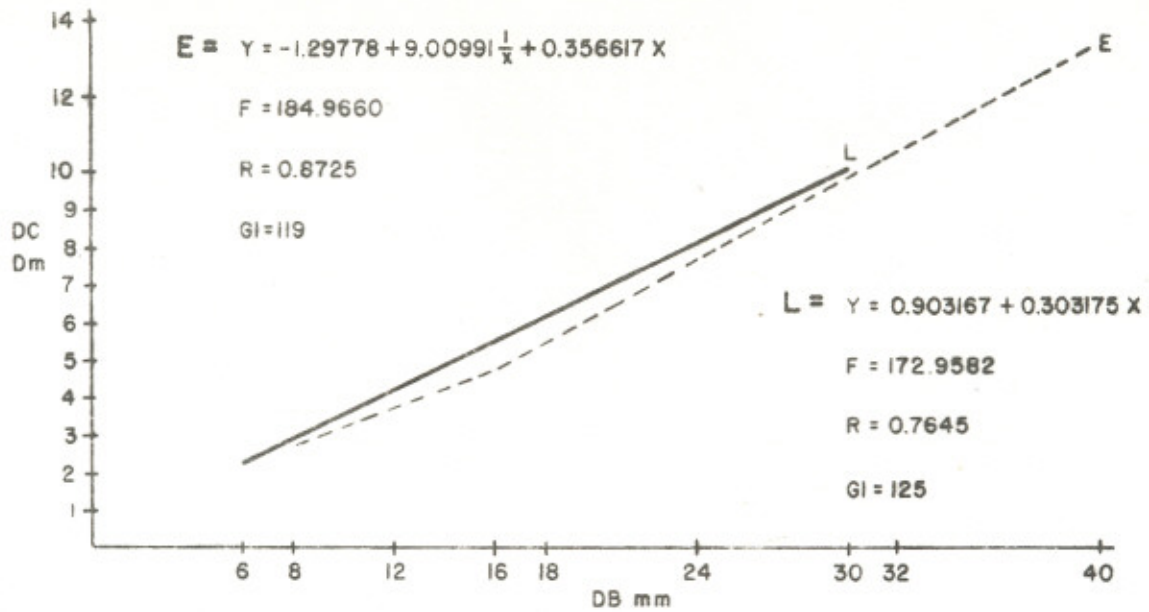


Fig. 23 Regresion DC (Dm)/DB (mm) Alnus acuminata con asocio y sin asocio

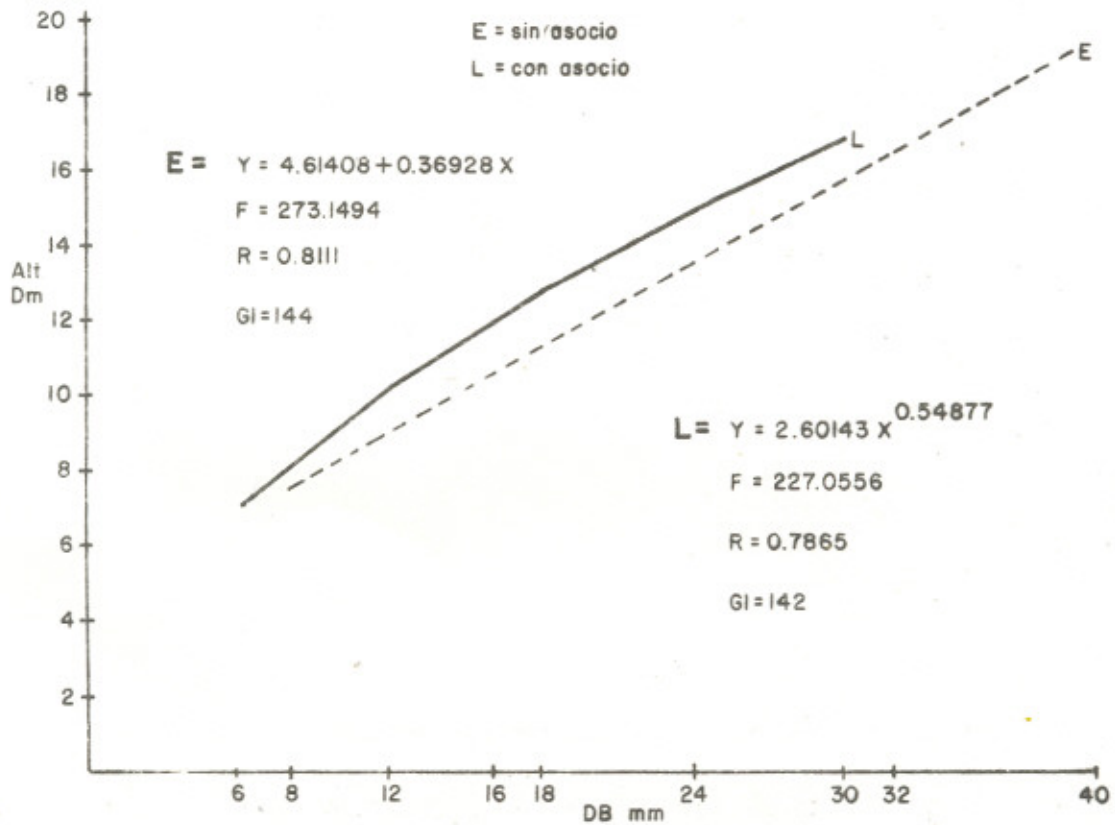


Fig. 24 Regresion Alt. (Dm)/DB (mm) Alnus acuminata con asocio y sin asocio

## 6.6 PRODUCCION DE MAIZ Y FRIJOL.

Por ser una región de minifundio, la fuente de trabajo proporcionada por el cultivo de maíz y frijol, ocupa el primer lugar en la producción agrícola en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, siendo por lo tanto el que genera mayor ocupación e ingreso dentro de ésta población.

El cultivo de maíz y frijol en esta investigación se realizó siguiendo la tecnología típica empleada por los agricultores de la región, con el propósito de comparar los dos sistemas de reforestación utilizados.

El rendimiento total que se obtuvo en el área experimental (0.2 hectáreas) donde se cultivó maíz y frijol fue de 1 271 lb. de maíz que equivalen a 58 364.32 kg/ha con un promedio de 63.55 lb/parcela de 100 m<sup>2</sup> que equivalen a 2 918.22 kg/ha. Y 108 lb de frijol que equivalen a 4 959 kg/ha con un promedio de 5.4 lb/parcela de 100 m<sup>2</sup> que equivalen a 247.97 kg/ha. Comparados estos rendimientos con los que el agricultor obtuvo en la cosecha anterior de 1492.40 kg/ha de maíz y de 183.68 kg/ha de frijol Ver cuadro 4.

Existió un incremento en el cultivo del 49 o/o al asociar árboles con maíz y un incremento en el cultivo al asociar árboles con frijol de 26 o/o; se deduce que éste incremento se deba a la realización de las prácticas culturales a su debido tiempo por la presencia de los árboles lo que indica que el asocio sí causo beneficio al cultivo asociado.

CUADRO 4 Producción de maíz y frijol obtenida en el área experimental por bloque, parcela y tratamiento.

Bloque	Parcela	Trata- miento	Rend. de maíz lbs/ parcela	Rend. de maíz Kg/ha.	Rend. de Frijol lbs/ parcela	Rend. de Frijol Kg/ha.
1	3	G1L	75	3444.00	7	321.44
	6	G3L	86	3949.12	6	275.52
	6	G2L	49	2250.08	5	229.60
	8	+LE	49	2250.08	5	229.60
	9	G4L	65	2984.80	6	275.52
TOTAL BLOQUE I			324	14878.08	29	1331.68
2	2	G4L	56	2571.52	4	183.68
	3	G1L	54	2479.68	4	183.68
	4	+LE	56	2571.52	5	229.60
	5	G3L	54	2479.68	4	183.68
	9	G2L	49	2250.08	5	229.60
TOTAL BLOQUE II			269	12352.48	22	1010.24
3	2	G4L	60	2755.20	6	275.52
	3	G2L	96	4408.32	6	275.52
	5	G3L	61	2801.12	5	229.60
	7	+LE	78	3581.76	5	229.60
	9	G1L	62	2847.04	5	229.60
TOTAL BLOQUE III			357	16393.44	27	1239.84
4	2	G2L	71	3260.32	3	137.76
	5	+LE	65	2984.80	8	367.36
	6	G1L	67	3076.64	7	321.44
	8	G4L	64	2938.88	4	183.68
	9	G3L	54	2479.68	8	367.36
TOTAL BLOQUE IV			321	14740.32	30	1377.60
TOTAL			1271	58364.32	108	4959.36
PROMEDIO			63.55	2918.22	5.4	247.97

+ = Parcela testigo de maíz y frijol

1 Lb. = 0.4592 Kg.

## 6.7 ANALISIS ECONOMICO.

Para el análisis económico del presente estudio se consideraron los costos de mano de obra, insumos utilizados durante el período experimental, y los costos fijos tales como intereses de capital y gastos de administración.

En el cuadro 5 se detallan las labores, prácticas que se utilizaron en los cultivos de maíz y frijol durante el período de tiempo comprendido entre mayo y diciembre de 1984, y 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 prestaciones sociales exigidas por la ley laboral del país. En el cuadro 6 se incluyó el costo de producción de maíz y frijol de acuerdo a la inversión efectuada por el agricultor (tecnología típica), a fin de tener una idea más clara de la inversión real que le representaría a los agricultores trabajar con dichos cultivos (maíz y frijol).

En el cuadro 7 se detallan los costos de reforestación por área utilizando el sistema de asocio de maíz, frijol y árboles (SISTEMA TAUNGYA) con la inversión efectuada por el Proyecto Leña, además se incluyeron los costos de la construcción de acequias.

En el cuadro 8 se detallan los costos de reforestación por área, utilizando el Sistema Taungya con la inversión realizada por el agricultor a fin de tener una idea más clara de la inversión real que le representaría a los agricultores de ésta región.

En el cuadro 9 se muestran los costos de reforestación sin asocio de maíz y frijol por área, con los precios pagados por el Proyecto Leña (Q. 3.72/Jornal).<sup>\*</sup> En el cuadro 10 se muestran los costos de reforestación sin asocio de cultivos por área con los precios pagados por el agricultor ( Q. 2.00/Jornal).

---

\* 1 quetzal = 1 US.

Cuadro 5 COSTOS DE PRODUCCION DE MAIZ Y FRIJOL DE ACUERDO A LA IN-  
VERSION EFECTUADA POR EL PROYECTO LEÑA (mayo 1,984 - junio  
1,985).

LABORES	FORMA	Q./100 m <sup>2</sup>	Q./ha.
Preparación del suelo	Manual	0.45	45.73
Siembra de maíz	"	0.36	36.20
Limpia	"	0.72	72.46
Aplicación de fertilizante	"	0.27	27.22
Calza	"	0.72	72.46
Aplicación fertilizante	"	0.27	27.22
Siembra de frijol	"	0.18	18.15
Limpia	"	0.36	36.20
Dobla	"	0.36	36.20
Cosecha de maíz	"	0.45	45.37
Acarreo	Mecanizada	0.15	14.63
Cosecha de frijol	Manual	0.18	18.15
Acarreo	"	0.02	1.22
Desgrane	Mecanizado	0.18	18.15
	Total de Costos Labores	4.69	469.36
INSUMOS			
Costos Directos		4.69	469.36
Costos Indirectos			
Arrendamiento		0.88	88.57
Interés 8o/o S.C.D.		0.37	37.54
Administración 10o/o S.C.D.		0.46	46.93
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>		<b>6.42</b>	<b>642.40</b>

Cuadro 6 COSTOS DE PRODUCCION DE MAIZ Y FRIJOL DE ACUERDO A LA IN-  
VERSION EFECTUADA POR EL AGRICULTOR. (MAYO 1,984 - junio  
1,985)

LABORES	FORMA	Q./100 m <sup>2</sup>	Q./ha.
Preparación del suelo	Manual	0,24	24,39
Siembra de maíz	"	0,19	19,51
Limpia	"	0,39	39,02
Aplicar fertilizante	"	0,14	14,63
Calza	"	0,39	39,02
Aplicar fertilizante	"	0,14	14,63
Siembra de frijol	"	0,09	9,75
Limpia	"	0,19	19,51
Dobla	"	0,19	19,51
Cosecha de maíz	"	0,24	24,39
Acarreo de maíz	Mecanizado	0,14	14,63
Cosecha de frijol	Manual	0,09	9,75
Desgrane	Mecanizado	<u>0,09</u>	<u>9,75</u>
Total de Costos-Labores.		2,59	259,71
INSUMOS.	Clase		
Semilla	Criolla	0,08	8,14
Fertilizante	Urea y 16-20-0	<u>0,66</u>	<u>66,83</u>
Total de Costos-Insumos		0,74	74,97
Costos Directos		3,34	334,68
Costos Indirectos			
Arrendamiento		0,88	88,57
Intereses 8o/o S.C.D.		0,26	26,77
Administración 10o/o S.C.D.		<u>0,33</u>	<u>33,46</u>
COSTO TOTAL DE PRODUCCION		4,83	483,48

CUADRO 7 COSTOS DE REFORESTACION UTILIZANDO EL SISTEMA TAUNGYA DE ACUERDO A LA INVERSION EFECTUADA POR EL PROYECTO LEÑA (mayo 1984 junio 1985).

LABORES	FORMA	Q./100 m <sup>2</sup>	Q./ha.
Preparación	Manual	0.45	45.37
Siembra de maíz	"	0.36	36.20
Siembra de árboles	"	2.42	242.15
Limpia	"	0.63	63.51
Aplicar fertilizante	"	0.27	27.22
Calza	"	0.72	72.46
Aplicar fertilizante	"	0.27	27.22
Siembra de frijol	"	0.18	18.15
Limpia	"	0.36	36.20
Dobla	"	0.36	36.20
Cosecha	"	0.63	63.51
Acarreo	Mecanizado	0.16	15.85
Desgrane	Mecanizado	0.18	18.15
Plateo	Manual	0.90	90.73
Total de Costos-Labores		7.95	795.56
INSUMOS	Clase		
Bolsas		0.16	16.00
Insecticida	Aldrín	0.09	9.75
Total de Costos-Insumos		0.25	25.75
Costos Directos		8.21	821.31
Costos Indirectos			
Arrendamiento		0.88	88.57
Intereses 8o/o S.C.D.		0.65	65.70
Administración 10o/o S.C.D.		0.82	82.13
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>		<b>10.57</b>	<b>1057.71</b>

Los cálculos de Costos de Producción de éste cuadro no se incluyeron los costos de la semilla y el fertilizante debido a que el Proyecto Leña no los proporcionó.

**Cuadro 8 COSTOS DE REFORESTACION UTILIZANDO EL SISTEMA TAUNGYA  
DE ACUERDO A LA INVERSION EFECTUADA POR EL AGRICULTOR  
(mayo 1984 junio 1985).**

LABORES	FORMA	Q./100 m <sup>2</sup>	Q./ha.
Preparación	Manual	0.24	24.39
Siembra de maíz	"	0.19	19.51
Siembra de árboles	"	1.51	151.22
Limpia	"	0.34	34.15
Aplicar fertilizante	"	0.14	14.63
Calza	"	0.39	39.02
Aplicar fertilizante	"	0.14	14.63
Siembra de frijol	"	0.09	9.75
Limpia	"	0.19	19.51
Dobla	"	0.19	19.51
Cosecha	"	0.34	34.15
Acarreo	Mecanizado	0.16	15.85
Desgrane	Mecanizado	0.09	9.75
Plateo	Manual	0.48	48.79
	<b>Total de Costos-Labores</b>	<b>4.54</b>	<b>454.85</b>
INSUMOS	Clase		
Bolsas		0.16	16.00
Semilla	Criolla	0.08	8.14
Fertilizante	Urea y 16-20-0	0.66	66.83
Insecticida	Aldrín	0.09	9.75
	<b>Total de Costos-Insumos</b>	<b>1.00</b>	<b>100.72</b>
Costos Directos		5.55	555.57
Costos Indirectos			
Arrendamiento		0.88	88.57
Intereses 8o/o S.C.D.		0.44	44.44
Administración 10o/o S.C.D.		0.55	55.55
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>		<b>7.44</b>	<b>744.13</b>

**Cuadro 9 COSTOS DE REFORESTACION SIN ASOCIO DE MAIZ Y FRIJOL DE ACUERDO A LA INVERSION Y METODOLOGIA EFECTUADA POR EL PROYECTO LEÑA mayo 1,984 - junio 1,985.**

LABORES	FORMA	Q./100 m <sup>2</sup>	Q./ha.
Preparación	Manual	0.36	36.29
Siembra de árboles	"	2.42	242.15
1 Plateo	"	0.63	63.51
2 plateo	"	0.63	63.51
3 plateo	"	0.90	90.73
	Total Costo-Labores	4.96	496.19
INSUMOS	Clase		
Bolsas		0.16	16.00
Insecticida	Aldrín	0.09	9.75
	Total Costo-Insumos	0.25	25.75
Costos Directos		5.21	521.94
Costos Indirectos			
Arrendamiento		0.88	88.57
Intereses 8o/o. S.C.D.		0.41	41.75
Administración 10o/o S.C.D.		0.52	52.19
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>		<b>7.04</b>	<b>704.45</b>

**Cuadro 10 COSTO DE REFORESTACION ASOCIO DE MAIZ Y FRIJOL DE ACUERDO A LA INVERSION REALIZADA POR EL AGRICULTOR (mayo 84-junio 85)**

Costo Total-Labores	287.81	Q./ha.
Costo Total-Insumos	25.75	"
Costo Directos	313.56	"
Arrendamiento	88.57	"
Intereses 8o/o S.D.C.	25.08	"
Administración 10o/o S.C.D.	31.35	"
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>	<b>491.56</b>	<b>"</b>

**Cuadro 11. Diferencia de costos totales utilizando al Sistema Taungya como comparador. Inversión Proyecto Leña.**

	Sistema Taungya	Reforestación sin cultivos	Cultivo de maíz y frijol Proyecto / Agricultor.	
Costo total	1057.71	704.45	642.40	483.48
Por ha. (Q)				
Diferencia	---	353.26	415.31	574.23

**Cuadro 12. Diferencias de costos totales utilizando al Sistema Taungya como comparador. Inversión agricultor.**

	Sistema Taungya	Reforestación sin cultivos	Cultivo de maíz y frijol Proyecto / Agricultor.	
Costo total	744.13	491.56	483.48	483.48
por ha. (Q)				
Diferencia	----	252.57		260.65

De acuerdo al Cuadro 11, se puede derivar que el costo de reforestación sin maíz y frijol se redujo en 33.39 o/o comparado con el costo de inversión que se hizo en el sistema Taungya, y que en el cultivo de maíz y frijol se redujo 39.26 o/o.

De acuerdo al cuadro 12 se puede derivar que el costo de reforestación sin maíz y frijol se redujo en 33.94 o/o comparado con el costo de inversión que se hizo en el sistema Taungya, y que en cultivo de maíz y frijol se redujo en 35.02 o/o.

**Cuadro 13 Reducción en los costos de inversión debido al ingreso obtenido en la cosecha de maíz y frijol. Proyecto Leña.**

Concepto	Sistema Taungya	Cultivo de maíz y frijol	
		Inversión (Proyecto)	Inversión Tecnología (Agricultores)
Costo total de inversión en Q./ha.	1057.71	642.40	483.48
Ingresos por cosecha en Q./ha.	770.50	770.50	770.50
Inversión reducida en -- Q./ha.	287.21	(+)128.10	(+)287.02
o/o reducción	72.84 o/o	--	--
Ganancia	--	128.10	287.02

**Cuadro 14. Reducción en los costos de inversión (agricultores) debido al ingreso obtenido en la cosecha de maíz y frijol.**

Concepto	Sistema Taungya	Cultivo de maíz y frijol.
		Inversión Tecnología Agricultores.
Costo total de inversión en Q./ha.	744.13	483.48
Ingresos por cosecha en Q./ha.	770.50	770.50
Ganancia	26.37	287.02

En el cuadro 13 se muestra que el costo de inversión para el sistema Taungya queda reducido en Q. 287.21 lo que representa una disminución del 72.84 o/o de la inversión inicial; comparando el valor reducido del sistema Taungya, con la inversión de la reforestación sin cultivos, se establece que la inversión de Taungya representa una disminución de 59.22 o/o respecto al sistema de reforestación mencionado.

En el cuadro 13 se determinó que según la inversión realizada por el Proyecto Leña en el Sistema Taungya no se compensaron los gastos, debido a que en este experimento se cubrieron prestaciones sociales dentro de los jornales pagados que generalmente los agricultores no acostumbran a pagar, y que además se realizaron acequías de ladera para evitar la erosión. En cambio en el cuadro 14 se determinó que según la inversión realizada por el agricultor el Sistema Taungya registró una ganancia de Q. 26.37 /ha equivalente a una rentabilidad de 3.5o/o.

Somarrriba citado por Detlefsen (12), 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 inició del turno forestal. En Honduras Británica (Belice) se encontraron valores positivos en el balance económico (costo: Us. \$261.33 contra ingresos: Us. \$538.40.

## 6.8 Suelos.

Los resultados de los análisis de suelos de fertilidad se adjuntan en el Apéndice 17; de acuerdo a dichos resultados se observa que en general tienen un contenido adecuado de nutrimentos, siendo deficiente el fósforo en los bloques II y IV, y el pH en el bloque IV es ligeramente ácido.

Los resultados del muestreo de suelos tomado a distintas profundidades de una calicata que se elaboró nos da la idea de la variación del contenido de nutrimentos a distintas profundidades; en base a los mismos resultados se puede ver que el contenido de potasio aumenta en los estratos inferiores, mientras que el contenido de M.O. disminuye en los estratos inferiores.

## VII. CONCLUSIONES.

### 7.1 CRECIMIENTO EN ALTURA TOTAL.

La prueba de Tukey muestra que *E. citriodora* Procedencia Guatemala fue el que mejor creció cuando no estuvo asociado con 1.6 m; siguiéndole *E. citriodora* procedencia Brasil sin asocio con 1.5 m; luego *G. robusta* sin asocio con 1.3 m; *A. acuminata* asociada con 1.3 m; *A. acuminata* sin asocio con 1.2 m y *E. citriodora* procedencia Guatemala asociada con 1.1 m; el comportamiento entre estos cinco tratamientos es igual, por lo que estadísticamente no hubo diferencias significativas entre estos tratamientos y los peores resultados se obtuvieron con *E. citriodora* de Brasil asociada y *G. robusta* asociada.

De acuerdo a lo anterior las dos procedencias de *Eucalyptus citriodora* se comportaron en forma similar cuando no estuvieron asociadas. La procedencia Guatemala tuvo un buen desarrollo cuando se plantó asociada, aunque con una gran variabilidad, no así la procedencia brasileña que tuvo un desarrollo pobre.

### 7.2 CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL.

Hay diferencias significativas entre los tratamientos. La especie con mayor diámetro basal fue *E. citriodora* de Brasil sin asocio con 24 mm, sigue *A. acuminata* sin asocio con 22 mm; *E. citriodora* Guatemala sin asocio con 22 mm; *G. robusta* sin asocio con 21 mm y *A. acuminata* con asocio con 19 mm (no hubo diferencias significativas entre estos cinco tratamientos); luego sigue *G. robusta* con asocio, *E. citriodora* de Brasil con asocio y *E. citriodora* Guatemala con asocio, lo anterior significa que: el asocio con los cultivos afectó el desarrollo basal de los árboles.

### 7.3 CRECIMIENTO DE DIAMETRO DE COPA.

La especie que mostró el mayor diámetro de copa fue *E. citriodora* Brasil cuando se plantó sin asocio con 1.1 m; lo siguió *E. citriodora* Guatemala también plantada sin asocio con 1.0 m, luego *G. robusta* sin asocio con 0.8 m, y *A. acuminata* sin asocio con 0.7 m. luego se presentan las especies asociadas: *A. acuminata*, *G. robusta* y *E. citriodora* Guatemala y Brasil respectivamente, lo anterior significa que:

- a) Que el asocio con los cultivos afectó el desarrollo de la copa de los árboles.
- b) Cuando crecen libremente *E. citriodora* Brasil tiene un mayor desarrollo lo que podría ayudar a un mejor crecimiento en diámetro y altura; adicionalmente *E. citriodora* Brasil fue el más afectado por el asocio con los cultivos.
- c) La prueba de Tukey indica que no hubo diferencias significativas al 5 o/o en el crecimiento de *E. citriodora* Guatemala y Brasil cuando se plantaron sin asocio; sí se presentan diferencias con las otras especies, como es notable que al asociar *E. citriodora* Brasil su comportamiento es notablemente inferior a las demás especies. En conclusión el asocio no favoreció a las especies forestales.

#### 7.4 SOBREVIVENCIA.

En esta variable se determinó que estadísticamente no hubo diferencias significativas entre especies (Tratamientos), lo que se concluye diciendo que la adaptabilidad de las tres especies asociadas y no asociadas es buena.

#### 7.5 Sistema Taungya.

La ganancia obtenida al comparar el costo de la tecnología del agricultor de maíz y frijol que emplean en esa región, con los ingresos ( Q. 770.50 ) adquiridos por la cosecha de estos cultivos, durante el año de estudio fue de Q. 287.02/ha. La inversión real para los agricultores de la región que adopten el sistema Taungya podrán obtener resultados beneficiosos, tal es el caso de esta investigación que se obtuvo una ganancia de Q. 26.37/a., mientras que para los costos que realizó el Proyecto Leña no registró ganancia debido que se agregaron costos de trabajos de conservación de suelos y beneficios sociales para los agricultores.

El ingreso bruto obtenido en esta investigación fue de Q. 770.50/ha., mientras que el ingreso neto obtenido en el sistema Taungya con la inversión hecha por el Proyecto Leña fue de (—) Q.287.20, y el ingreso neto obtenido en el sistema Taungya con la inversión hecha por el agricultor fue de (+) Q. 26.37/ha., obteniéndose una rentabilidad del 3.5 o/o.

## 7.6 Producción de maíz y frijol.

La producción de maíz en las parcelas asociadas con especies forestales (2936.01 kg/ha.) presentó no significancia en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde no hubo asocio de árboles (2847.04 kg/ha.)

La producción de frijol en las parcelas asociadas con especies forestales (243.95 kg/ha.) presentó no significancia en relación a la producción de frijol en las parcelas en donde no hubo asocio de árboles (264.04 kg/ha.)

**RECOMENDACIONES.****GENERALES.**

- a) Evaluar ensayos de esta naturaleza en el período de establecimiento para poder determinar cuál es el decremento de la producción de los cultivos asociados.
- b) Establecer una relación más estrecha con autoridades municipales, con el propósito de aprovechar las áreas comunales para realizar investigaciones sobre el sistema Taungya.

**ESPECIFICAS.**

- a) Realizar los análisis de suelos con mucha minuciosidad para poder determinar su influencia en los diferentes crecimientos y rendimientos de los cultivos asociados.
- b) Es necesario evaluar el sistema Taungya en diferentes sitios para que el agricultor conozca que los trabajos de reforestación, sus costos de plantación si son recuperables a corto plazo.
- c) Se sugiere evaluar el aporte de nitrógeno de las especies forestales asociadas con los cultivos.

## VII BIBLIOGRAFIA.

1. AGUILAR C., J. M. Catálogo de árboles de Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria, 1982. 248 p.
2. ALVAREZ, V. Y MELGAR, M. Copias del curso de diseños experimentales. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 33 p.
3. BEER, J. *Alnus acuminata* con pasto. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, 1980. 6 p.
4. BUDOWSKI, G. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 8 p.
5. ----- . El Sistema Taungya, su aplicabilidad en América tropical. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 7 p.
6. ----- . Algunas ventajas y desventajas de sistemas agroforestales en comparación con monocultivos no arbóreos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 4 p.
7. CAMPOS A., J. J. Experiencias en plantaciones para producción de leña en Costa Rica. Guatemala, INAFOR/CATIE, 1984. 135 p.
8. CASTAÑEDA, L. Comportamiento de *Terminalis ivorensis* A. Chev. asociada con cultivos anuales y perennes en su segundo año de crecimiento. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 116 p.
9. COMBE, J. Conceptos sobre la investigación de técnicas agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 226 p.
10. ----- . Y BUDOWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 226 p.
11. CRUZ, J. R. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; basado en el sistema Holdrige. Guatemala, INAFOR, 1976. 24 p.
12. DETLEFSEN R., E.G. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (*Zea mays*) en la Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 104 p.
13. ESTRADA B., C. E. Sistemas agroforestales para producción de leña. Guatemala, CATIE/INAFOR, 1984. 14 p.

14. FOURNIER O., L. A. El cultivo del jaúl (*alnus jorullensis*) en fincas de café en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología, 1978. 4 p.
15. GUATEMALA. INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. Manual de análisis de estados financieros. Guatemala, 1976. 210 p.
16. HERRERA, R. E. Mensuración y manejo de datos. Guatemala, INAFOR/CATIE, 1984. 5 p.
17. HOLDRIGE, L. R. The alder *Alnus acuminata* as a farm timber tree Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1951. 7 p.
18. JACKSON, H. Y LITTLE, T. M. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas, México, 1981. 235 p.
19. KING, K. F. S. Agro-silviculture (The Taungya System). Nigeria, University of Ibadam, Department of Forestry. Bulletin no. 1. 1968. 109 p.
20. LOPEZ R., L. Importancia y necesidad de bosques energéticos en Guatemala. Guatemala, Dirección General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía, 1984. 11 p.
21. MARTINEZ, H. El cultivo de árboles para producción de energía. Guatemala, CATIE/INAFOR, 1983. 12 p.
22. MARTINEZ, H. Y ZANNOTTI, R. Informe anual proyecto leña. Guatemala, INAFOR/CATIE, 1983. 55 p.
23. MARTINEZ, H. et al. Curso sobre metodología de investigación y técnicas de producción de leña. Actas. Guatemala, CATIE/INAFOR, 1982. 169 p.
24. POSCHEN, P. El jaúl con pasto, la práctica de un sistema silvopastoril en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 6 p.
25. RODRIGUEZ, B. C. Fixation of nitrofen in root nodulos of *Alnus jorullensis*. Glasgow, Great Britsin, University of Glasgow, 1966. 5 p.
26. SIMMONS, C., TARANO, J. M. Y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1954. 1000 p.
27. US. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 343 p.

28. WEBB, D. B. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, Overseas Development Agency, 1980. 275 p.
29. ZANNOTTI, R. Especies para producción de leña en la costa sur. Guatemala, CATIE, 1984. 3 p.

*Vo. Bo.*  
*Patruelle*



IX. A P E N D I C E

## APENDICE 1

Temperaturas Mensuales (En Grados Centígrados) en San Andrés  
 Itzapa, Chimaltenango, en 1983, 1984 y 1985.  
 (Junio 1983 a Mayo 1985).

MESES	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO
	AÑOS			AÑOS		
	1983-1984			1984-1985		
Junio	11.5	23.7	17.6	13.4	24.7	19.0
Julio	13.6	21.7	17.6	13.1	23.6	18.3
Agosto	11.5	22.5	17.0	13.9	23.4	18.6
Septiembre	11.0	22.2	16.6	12.6	23.3	17.9
Octubre	11.3	21.6	16.4	12.2	24.3	18.2
Noviembre	10.7	22.0	16.3	7.9	22.4	15.1
Diciembre	8.6	20.0	14.7	8.4	22.1	15.2
Enero	6.6	20.2	13.4	6.2	23.1	14.6
Febrero	7.4	22.0	14.7	7.5	24.1	15.8
Marzo	8.3	25.2	16.7	9.0	24.9	16.9
Abril	9.3	27.5	18.4	9.2	27.3	18.2
Mayo	14.0	23.8	18.9	11.8	27.8	19.8
TOTAL	123.8	273.3	180.7	125.1	291.0	207.6
PROMEDIO	10.3	22.7	15.0	24.2	10.4	17.3

Fuente: Registros Climáticos INSIVUMEH

## APENDICE 2

## Precipitación de San Andrés Itzapa, Chimaltenango

En 1983, 1984, 1985.

(Junio 1983 a Mayo 1985, mm)

MESES	AÑOS		PROMEDIO
	1983-1984	1984-1985	
Junio	246.1	104.4	175.3
Julio	164.1	221.4	192.3
Agosto	119.6	139.7	129.7
Septiembre	159.1	211.2	185.2
Octubre	68.2	63.9	66.1
Noviembre	66.6	7.8	37.2
Diciembre	4.6	0.6	2.6
Enero	0	0	0
Febrero	7.8	3.9	5.9
Marzo	13.3	4.5	8.9
Abril	11.4	1.7	3.4
Mayo	135.6	10.5	74.7
TOTAL:	996.4	769.6	881.3

Fuente: Registros Climáticos INSIVUMEH.

Media General 1983 - 1984 - 1985 = 883.00 mm

## APENDICE 3

Valores promedio por tratamiento de las variables medidas en  
las especies forestales. Julio 1984 - Mayo 1985.

Lectura	Tratamiento	o/o Sobre vivencia	Altura cm.	Diámetro copa dm.	Diámetro basal mm.
1er	G1L	100 o/o	30	-	4
Julio	G1E	100 o/o	25	1	2
1,984	G2L	100 o/o	39	1	4
	G2E	100 o/o	39	4	3
	G3L	100 o/o	29	3	4
	G3E	100 o/o	31	3	4
	G4L	100 o/o	72	2	6
	G4E	100 o/o	70	1	5
2da.	G1L	100 o/o	46	1	4
Octubre	G1E	100 o/o	54	2	5
1,984	G2L	100 o/o	58	2	4
	G2E	100 o/o	66	4	6
	G3L	100 o/o	34	4	6
	G3E	100 o/o	47	4	7
	G4L	100 o/o	94	5	10
	G4E	100 o/o	92	4	11
3da	G1L	100 o/o	70	3	5
Enero	G1E	100 o/o	110	7	12
1,985	G2L	100 o/o	80	4	6
	G2E	100 o/o	110	8	12
	G3L	100 o/o	50	5	7
	G3E	100 o/o	80	6	11
	G4L	100 o/o	130	6	15
	G4E	100 o/o	100	5	17

Lectura	Tratamiento	o/o sobre vivencia	Altura cm.	Diámetro copa dm.	Diámetro basal mm.
4da.	G1L	97 o/o	90	4	9
Abril	G1E	100 o/o	150	10	18
1,985	G2L	100 o/o	90	4	9
	G2E	100 o/o	140	10	21
	G3L	100 o/o	60	5	11
	G3E	100 o/o	120	7	19
	G4L	100 o/o	120	6	19
	G4E	100 o/o	120	6	20
5da.	G1L	97 o/o	100	5	11
Junio	G1E	100 o/o	160	11	24
1985	G2L	100 o/o	120	6	11
	G2E	100 o/o	150	11	22
	G3L	100 o/o	80	6	13
	G3E	100 o/o	130	8	22
	G4L	97 o/o	130	7	20
	G4E	100 o/o	120	7	23

$$\text{IMA} = \frac{\text{Ultima medición} - \text{Primero Medición}}{11 \text{ (Período de medición)}} \times 12 \text{ (meses)}$$

## APENDICE 4

## ANALISIS DE VARIANZA EN SOBREVIVENCIA TOTAL DE TRES ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ Y FRIJOL.

## SOBREVIVENCIA EN o/o

BLOQUE	G <sub>1</sub> L	G <sub>1</sub> E	G <sub>2</sub> L	G <sub>2</sub> E	G <sub>3</sub> L	G <sub>3</sub> E	G <sub>4</sub> L	G <sub>4</sub> E	Total Bloques	Promedio Bloque
1	100	100	97	100	100	100	100	100	797	99.62
2	100	100	100	100	100	100	100	100	800	100.00
3	100	100	100	100	100	100	100	100	800	100.00
4	100	100	100	100	100	100	97	100	797	99.62
Y <sub>ij</sub>	400	400	397	400	400	400	397	400	3194	

## ANDEVA

Fuentes de Var.	GL.	SC.	CM.	F.	SIG.
Bloques	3	1.59			
Tratamientos	7	13.46	1.92	1.67	XX
Error	21	24.15	1.15		
Total	31	39.21			

C.V = 1.07 Porcentaje.

Para convertir el o/o de sobrevivencia a una distribución normal, a los valores reales de porcentaje se les hizo la corrección  $\sqrt{100 - x}$

## APENDICE 5

ANALISIS DE VARIANZA TOTAL DE TRES ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ Y FRIJOL.

## CRECIMIENTO EN ALTURA TOTAL (DM.)

Fuente de Var.	GL.	SC	CM	F	SIG.
Repetición	3	0.7442E+01	0.2481E+01	0.39	
Especie.	7	0.2055E+03	0.2935E+02	4.66	XX
Residuo	21	0.1322E+03	0.6294E+01		
Total	31	0.3451E+03			

TABLA DE BLOQUES: MEDIAS EN ORDEN DESCENDENTE Y SU PRUEBA DE TUKEY.

	BLOQUE	MEDIA	TUKEY P 0.05
Bloque	1	13.3090	)
Bloque	2	12.5799	)
Bloque	3	12.3246	)
Bloque	4	12.0000	)

4 Medias y 21 Grados de Libertad, Media General = 12.5534, Error Estandar de la Media = 0.8870, C.V. = 7.07 (porcentaje), Error Estandar de la diferencia = 1.2544.

TABLA DE TRATAMIENTOS: MEDIAS EN ORDEN DESCENDENTE Y PRUEBA DE TUKEY.

ESPECIE		MEDIA	PRUEBA DE TUKEY P 0.05
E. citriodora Guatemala sin asocio	4	16.2500	)
E. citriodora Brasil sin asocio	2	15.7430	)
G. robusta sin asocio	6	13.2778	) )
A. acuminata asociado	7	13.1215	) )
A. acuminata sin asocio	8	12.4722	) )
E. citriodora Guatemala asociado	3	11.4792	) )
E. citriodora Brasil con asocio	1	9.6944	)
G. robusta con asocio	5	8.3889	)

8 Medias y 21 Grados de Libertad, Media general = 12.5534, Error Estandar de la Media = 1.2544, C.V. = 9.99 (porcentaje), Error Estándar de la diferencia = 1.7740

### APENDICE 6

#### ANALISIS DE VARIANZA DE TRES ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ Y FRIJOL.

Crecimiento EN DIAMETRO BASAL EN MM.

Fuente de Var.	G1.	SC	CM	F	SIG:
Repetición	3	0.2155E+02	0.7 85E+01	0.49	
Especie	7	0.8737E+03	0.1248E+03	8.51	XXX
Residuo	21	0.3081E+03	0.1467E+02		
Total	31	0.1203E+04			

TABLA DE BLOQUES: MEDIAS EN ORDEN DESCENDENTE Y SU PRUEBA DE TUKEY.

	BLOQUE	MEDIA	TUKEY P 0.05
Bloque	1	19.4757	)
Bloque	2	18.2778	)
Bloque	3	17.5000	)
Bloque	4	17.4427	)

4 Medias y 21 Grados de Libertad del Residuo, Media General = 18.1740, Error Estándar de la Media = 1.3542, C.V. = 7.45 Porcentaje, Error Estándar de la Diferencia = 1.9151.

TABLA DE TRATAMIENTOS: MEDIAS EN ORDEN DESCENDENTE Y SU PRUEBA DE TUKEY.

ESPECIE	MEDIA	PRUEBA DE TUKEY P 0.05
E. Citriodora Brasil sin asocio	24.2222	)
A. acuminata sin asocio	22.5278	)
E. citriodora Guatemala sin asocio	22.3889	)
G. robusta sin asocio	21.5000	)
A. acuminata asociada	19.9410	)
G. robusta asociada	12.5833.	)
E. citriodora Brasil asociada	11.1389	)
E. citriodora Guatemala asociada	11.0903	)

8 Medias y 21 Grados de Libertad del Residuo, Media General = 19.1740, Error Estándar de la Media = 1.9151, C.V. = 10.54 Porcentaje, Error Estándar de la Diferencia = 2.7084.

**APENDICE 7**

**ANALISIS DE VARIANZA DE TRES ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ Y FRIJOL.**

**CRECIMIENTO EN DIAMETRO PROMEDIO DE COPA (DM.)**

Fuente de var.	GL.	SC	CM	F	SIG
Repetición	3	0.1407+02	0.4690+01	1.97	
Especie	7	0.1387+03	0.1982+02	8.31	XXX
Residuo	21	0.5006+02	0.2384+01		
Total	31	0.2028+03			

**TABLA DE BLOQUES: MEDIAS EN ORDEN DESCENDENTE Y SU PRUEBA DE TUKEY.**

BLOQUE	MEDIA	TUKEY P 0.05
Bloque 1	8.4844	)
Bloque 2	8.1701	)
Bloque 3	7.0555	)
Bloque 4	6.9859	)

4 Medias y 21 Grados de Libertad del Residuo, Media General = 7.6740, Error Estándar de la Media = 0.5459, C.V. = 7.11 porcentaje, Error Estándar de la diferencia = 0.7720.

**TABLA DE TRATAMIENTOS: MEDIAS EN ORDEN DESCENDENTE Y PRUEBA DE TUKEY.**

ESPECIE	MEDIA	PRUEBA DE TUKEY P 0.05
E. citriodora Brasil sin asocio	11.1736	)
E. citriodora Guatemala sin asocio	10.6389	)
G. robusta sin asocio	8.3056	)
A. acuminata sin asocio	7.1424	)
A. acuminata asociada	6.9960	)
G. robusta asociada	6.2778	)
E. citriodora Guatemala asociada	5.9132	)
E. citriodora Brasil asociada	4.9444	)

8 Medias y 21 Grados de Libertad del Residuo, Media General = 7,6740, Error Estándar de La Media = 0.7720, C.V. = 10.06 porcentaje, Error Estándar de la diferencia = 1.0917.

## APENDICE 8

**MODELO DE CRECIMIENTO PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS  
SEGUN EL ANALISIS DE REGRESION DE DOS VARIABLES.**

TRATAMIENTO	VARIABLES	MODELO DE CRECIMIENTO SEGUN PALMER'S
G1L	DBmm/meses	$LN Y = 1.7823 - 0.9603 \frac{1}{X} + 0.0552 X$ $R^2_{Ajustado} = 0.73 = \text{Ajuste Regular.}$ C.V. = 20 = Gran Variabilidad. I.F. = 1.9
	A d m/meses	$LN Y = 1.4291 + 0.32508 LN X$ $R^2_{Ajustada} = 0.55 = \text{Ajuste Regular.}$ C.V. = 16 = Poca Variabilidad. I.F. = 1.9
	DC dm/DBmm	$LN Y = 0.63006 + 0.08531 X$ $R^2_{Ajustada} = 0.46 = \text{Poco Ajuste.}$ C.V. = 27 = Gran Variabilidad I.F. = 1.3
	A. dm/DBmm	$Y = 3.8993 - 0.04469 X + 0.09440 X^2 - 0.0034508 X^3$ $R^2_{Ajustada} = 0.77 = \text{Ajuste Regular.}$ C.V. = 21 = Gran Variabilidad. I.F. = 1.51 = Correlación Aceptable.
G1E.	DBmm/meses	$LN Y = 1.09926 + 0.80564 LN X.$ $R^2_{Ajustada} = 0.74 = \text{Ajuste Regular.}$ C.V. = 22 = Alta Variabilidad. I.F. = 4.2
	A. dm/meses	$LN Y = 1.3652 + 0.54694 LN X$ $R^2_{Ajustada} = 0.68 = \text{Poco Ajuste.}$ C.V. = 18 = Poca Variabilidad. I.F. = 3.1 = Poca Correlación.
	DC dm/DBmm	$Y = 1.16107 + 0.69683 X - 0.01988 X^2 + 0.0003118 X^3$ $R^2_{Ajustada} = 0.77 = \text{Regular Ajuste.}$ C.V. = 29 = Gran variabilidad I.F. = 2.2
	A. dm/DBmm	$Y = 1.5344 + 1.0383 X - 0.03239 X^2 + 0.000523 X^3$ $R^2_{Ajustada} = 0.83 = \text{Ajuste Aceptable.}$ C.V. = 25 = Gran Variabilidad. I.F. = 2.5 = Buena correlación.

**TRATAMIENTO VARIABLES MODELO DE CRECIMIENTO**

---

G2L	DBmm/meses	$LN Y = 0.511266 + 0.72947 LN X.$ $R^2_{Ajustada} = 0.81 = \text{Buen Ajuste.}$ C.V. = 24 = Gran Variabilidad. I.F. = 1.58 =
	A. dm/meses	$LN Y = 1.99379 - 0.90055 \frac{1}{X} + 0.0417876 X$ $R^2_{Ajustada} = 0.76 = \text{Buen Ajuste.}$ C.V. = = Gran Variabilidad. I.F. = 1.84
	DC dm/DBmm	$Y = 1.10489 + 0.405748 X$ $R^2_{Ajustada} = 0.60 = \text{Ajuste Regular.}$ C.V. = 31 = Gran Variabilidad. I.F. = 1.40
	A. m/DBmm	$Y = 1.39766 + 1.36269 X - 0.037445 X^2.$ $R^2_{Ajustada} = 0.80 = \text{Buen Ajuste.}$ C.V. = 23 = Alta Variabilidad. I.F. = 1.73
G2E	DBmm/meses	$Y = 0.726893 + 1.86699 X.$ $R^2_{Ajustada} = 0.74 = \text{Poco Ajuste.}$ C.V. = 42 = Gran Variabilidad. I.F. = 5.0
	A. dm/meses	$LN Y + 2.33297 - 1.50211 \frac{1}{X} + 0.047255 X$ $R^2_{Ajustada} = 0.78 = \text{Buen Ajuste}$ C.V. = 20 = Variabilidad. I.F. = 2.87
	DCdm/DBmm	$Y = 1.45154 + 0.43085 X.$ $R^2_{Ajustada} = 0.82 = \text{Buen Ajuste.}$ C.V. = 23 = Gran Variabilidad. I.F. = 1.89.
	A. dm/DBmm	$Y = 0.67050 + 1.1770 X - 0.034023 X^2 + 0.0005623 X^3$ $R^2_{Ajustada} = 0.92 = \text{Buen Ajuste.}$ C.V. = 18 = Variabilidad media. L.F. = 1.81.

**TRATAMIENTO VARIABLES MODELO DE CRECIMIENTO**


---

G3L	DBmm/meses	LN Y = 1.24823 + 0.47211 LN X. R <sup>2</sup> Ajustada = 0.65 = Ajuste Regular C.V. = 19 = Poca Variación. I.F. = 2.3
	A. dm/meses	LN Y = 0.993472 + 0.39522 LN X. R <sup>2</sup> Ajustada = 0.52 = Poco Ajuste. C.V. = 25 = Poca Variabilidad. I.F. = 1.79
	DC dm/DBmm	Y = 0.92941 + 0.9523399 X - 0.0785279 X <sup>2</sup> + 0.002556 X <sup>3</sup> R <sup>2</sup> Ajustada = 0.73. = Buen Ajuste C.V. = 19 = Poco Variable. I.F. = 0.9
	A. dm/DBmm	Y = 1.85047 + 0.11732 X + 0.05027 X <sup>2</sup> - 0.001476 X <sup>3</sup> R <sup>2</sup> Ajustada = 0.87. = Buen ajuste. C.V. = 20 = Variabilidad media. I.F. = 1.1
G3E	DBmm/meses	LN Y = 1.32551 + 0.696732 LN X R <sup>2</sup> Ajustada = 0.77. = Ajuste Regular. C.V. = 17 = Poca Variación I.F. = 3.6
	A. dm/meses	LN Y = 1.08722 + 0.592521 LN X R <sup>2</sup> Ajustada = 0.78 = Buen Ajuste. C.V. = 17 = Poca Variabilidad. I.F. = 2.1
	DC.dm/DBmm	Y = 2.24839 + 0.267455 X. R <sup>2</sup> Ajustada = 0.83. = Buen Ajuste C.V. = 18 = Poca Variación. I.F. = 106
	A. dm/DBmm	Y = 1.20566 + 0.553017 X R <sup>2</sup> Ajustada = 0.92 = Buen Ajuste. C.V. = 17 = Poca Variabilidad I.F. = 1.3

**TRATAMIENTO VARIABLES MODELO DE CRECIMIENTO**

G4L	DBmm/meses	$Y = 5.94738 + 5.6090 \text{ LN } X$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.62 = \text{Buen Ajuste.}$ C.V. = 33 = Mucha Variabilidad. I.F. = 4.49
	A.dm/meses	$\text{LN } Y = 2.54376 - 0.615605 \frac{1}{X}$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.24 = \text{Poco ajuste}$ C.V. = 17.5 = Hay que esperar mayor desarrollo I.F. = 3.9
	DC.dm/DBmm	$Y = 0.903167 + 0.303175 X$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.58 = \text{Regular Ajuste.}$ C.V. = 35. = Alta Variabilidad. I.F. = 1.8 = Poca Correlación.
	A.dm/DBmm	$\text{LN } Y = 0.956093 + 0.548775 \text{ Ln } X$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.61 = \text{Buen Ajuste.}$ C.V. = 13 = Poca variabilidad I.F. = 2.8 = Buena correlación lo que indica que hay un alto grado de asociación.
G4E	DB.dm/meses	$\text{LN } Y = 3.123773 - 1.57193 \frac{1}{X}$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.61 = \text{Buen Ajuste}$ C.V. = 18.68 = Menor Variación. I.F. = 5.3.
	A.dm/meses	$Y = 7.06968 + 2.23743 \text{ LN } X$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.30 = \text{Poco Ajuste.}$ C.V. = 34 = Gran variabilidad. I.F. = 3.45
	DC.dm/DBmm	$Y = -1.29778 + 9.00991 \frac{1}{X} + 0.356617 X.$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.75 = \text{Buen ajuste.}$ C.V. = 27 = Gran Variabilidad. I.F. = 1.46 = Buena correlación.
	A.dm/DBmm	$Y = 4.61408 + 0.36928 X$ $R^2_{\text{Ajustada}} = 0.65 = \text{Buen Ajuste}$ C.V. = 24 = Gran Variabilidad. I.F. = 2.4 = Buena Correlación.

DBmm = Diámetro basal en milímetros  
 A.dm = Altura en decímetros  
 DC dm = Diámetro de copa en decímetros

## APENDICE 9

Regresiones de la variable Diámetro Basal (mm) contra la variable Edad en meses de *E. citriodora* de Brasil con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESIONES	2	5.12818E+01	2.56409E+01	199.60	XXX
RESIDUO	141	1.81122E+01	1.28455E-01		

TOTAL 143 6.93940E+01  
 R = 0.85 RR = 0.73 RR ajustada 0.73 CV. = 20

Regresiones de la variable Altura (dm) contra la variable edad en meses de *E. citriodora* de Brasil con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	1.62052E+01	1.62052E+01	179.76	XXX
RESIDUO	142	1.28010E+01	9.01477E-02		

TOTAL 143 2.90062E+01  
 R = 0.74 RR = 0.55 RR ajustada = 0.55 CV. = 16

Regresiones de la variable Diámetro de copa (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de *E. citriodora* de Brasil con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	1.17651E+01	1.17651E+01	90.57	XXX
RESIDUO	101	1.31193E+01	1.29894E-01		

TOTAL 102 2.48843E+01  
 R = 0.68 RR = 0.47 RR ajustada = 0.46 CV. 27

Regresiones de la variable Altura (dm) contra la variable Diámetro Basal (mm) de *E. citriodora* de Brasil con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	3	1.14600E+03	3.81999E+02	165.83	XXX
RESIDUO	140	3.22495E+02	2.30354E+00		

TOTAL 143 1.46849 E+03  
 R = 0.88 RR = 0.78 RR ajustada = 0.77 CV. =21

## APENDICE 10

Regresión de la variable Diámetro Basal (mm) contra la variable Edad en meses de *E. Citriodora* de Brasil sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	9.95318E+01	9.95318E+01	425.72	XXX
RESIDUO	142	3.31985E+01	2.33792E-01		

TOTAL 143 1.32730E+02  
 R = 0.8660 RR = 0.7499 RR Ajustada = 0.7481 C.V. 22.1

Regresión de la variable Altura (d m) contra la variable Edad en meses De *E. citriodora* de brasil sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	4.54814E+01	4.54814E+01	303.26	XXX
RESIDUO	141	2.11460E+01	1.49972E+01		

TOTAL 142 6.66275E+01  
 R = 0.82 RR = 0.68 RR ajustada = 0.68 CV. 18

Regresión de la variable Diámetro de copa (d m) contra la variable Diámetro basal (mm) de *E. citriodora* de Brasil sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	3	2.20774E+03	7.35914E+02	147.65	XXX
RESIDUO	127	6.32959E+02	4.98393E+00		

TOTAL 130 2.84070E+03  
 R = 0.88 RR = 0.77 RR Ajustada 0.77 CV. 29.6

Regresión de la variable Altura (d m) contra la variable Diámetro Basal (mm) de *E. citriodora* de Brasil sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	3	4.88595E+03	1.62865E+03	246.32	XXX
RESIDUO	139	9.19039E+02	6.61179E+00		

TOTAL 142 5.80499E+03  
 R = 0.91 RR = 0.84 RR Ajustada =0.83 CV. 25.49

### APENDICE 11

Regresión de la variable Diámetro Basal (mm) contra la variable Edad en meses de *E. citriodora* Guatemala con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	8.05040E+01	8.05040E+01	623.84	XXX
RESIDUO	140	1.80663E+01	1.29045E-01		

TOTAL 141 9.85703E+01  
 R = 0.90 RR = 0.81 RR ajustada 0.81 CV. = 24.25

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Edad en meses de *E. citriodora* Guatemala con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION				226.97	XXX
RESIDUO					

TOTAL  
 RR ajustada = 0.76

Regresión de la variable Diámetro de copa (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de *E. citriodora* Guatemala con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	2.52432E+02	2.52432E+02	128.53	XXX
RESIDUO	84	1.64963E+02	1.96385E+00		

TOTAL 85 4.17395E+02  
 R = 0.77 RR = 0.60 RR ajustada 0.60 CV. = 30.90

Regresiones de la variable Altura (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de *E. citriodora* Guatemala con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	2	1.77386E+03	8.86931E+02	295.21	XXX
RESIDUO	139	4.17609E+02	3.00438E+00		

TOTAL 141 2.19147E+03  
 R = 0.89 RR = 0.80 RR ajustada = 0.80 CV. 23.15

## APENDICE 12

Regresión de la variable Diámetro Basal (mm) contra la variable Edad en meses de *E. citriodora* Guatemala sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	1.04939E+04	1.04939E+04	406.12	XXX
RESIDUO	137	3.53992E+03	2.58389E+01		

TOTAL 138 1.40338E+04  
 R = 0.86 RR = 0.74 RR ajustada 0.74 CV. = 42.69

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Edad en meses de *E. citriodora* Guatemala sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	2	8.05390E+01	4.02695E+01	253.14	XXX
RESIDUO	136	2.163444E+01	1.59077E-01		

TOTAL 138 1.02173E+02  
 R = 0.88 RR = 0.78 RR ajustada = 0.78 CV. = 20.18

Regresión de la variable Diámetro de copa (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de *E. citriodora* Guatemala sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	1.70055E+03	1.70055E+03	474.93	XXX
RESIDUO	98	3.50895E+02	3.58056E+00		

TOTAL 99 2.05144E+03  
 RR = 0.91 RR = 0.82 RR ajustada 0.82. CV. = 23.18

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de *E. citriodora* Guatemala sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	3	5.77431E+03	1.92477E+03	583.64	XXX
RESIDUO	135	4.45210E+02	3.29786E+00		

TOTAL 138 6.21952E+03  
 R = 0.96 RR = 0.92 RR ajustada = 0.92 CV. = 18.56

### APENDICE 13

Regresión de la variable Diámetro Basal (mm) contra la variable Edad en meses de **G. robusta** con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	3.49215E+01	3.49215E+01	274.15	XXX
RESIDUO	142	1.80878E+01	1.27379E-01		
TOTAL	143	5.30093E+01			

R = 0.81 RR = 0.65 RR ajustada = 0.65 CV. = 18.88

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable edad en meses de **G. robusta** con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	2.39533E+01	2.39533E+01	156 00	XXX
RESIDUO	142	2.18026E+01	1.53540E-01		
TOTAL	143	4.57560E+01			

R = 0.72 RR = 0.52 RR ajustada 0.52 CV. 25.7

Regresión de la variable Diámetro de copa (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de **G. robusta** con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	3	3.35112E+02	1.11704E+02	136.4164	XXX
RESIDUO	140	1.14638E+02	8.18845E-01		
TOTAL	143	4.497503+02			

R = 0.86 RR = 0.74 RR Ajustada =0.73 CV.PC = 19.21

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de **G. robusta** con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	3	1.18353E+03	3.94510E+02	321.1792	XXX
RESIDUO	140	1.71964E+02	1.22832E+00		
TOTAL	143	1.35549E+03			

R = 0.93 RR = 0.87 RR ajustada 0.87 CV. = 20.64

## APENDICE 14

Regresiones de la variable Diámetro basal (mm) contra la variable Edad en meses de **G. robusta** sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	7.23179E+01	7.23179E+01	481.67	XXX
RESIDUO	142	2.13194E+01	1.50137E-01		

TOTAL 143 9.36374E+01  
R = 87 RR = 0.77 RR ajustada 0.77 CV. = 17.23

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Edad en meses de **G. robusta** sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	5.38368E+01	5.38368E+01	522.09	XXX
RESIDUO	142	1.46426E+01	1.03117E-01		

TOTAL 143 6.84794E+01  
R = 0.88 RR = 0.78 RR ajustada = 0.78 CV. = 17.04

Regresión de la variable Diámetro de copa (dm) contra la variable diámetro basal (mm) de **G. robusta** sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	8.00425E+02	8.00425E+02	704.54	XXX
RESIDUO	142	1.61325E+02	1.13609E+00		

TOTAL 143 9.61325E+02  
R = 0.91 RR = 0.83 RR ajustada = 0.83 CV. = 18.94

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de **G. robusta** sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	3.42214E+03	3.42214E+03	1801.1	XXX
RESIDUO	142	2.69797E+02	1.89999E+00		

TOTAL 143 3.69194E+03  
R = 0.96 RR = 0.92 RR ajustada 0.92 CV. = 16.8

## APENDICE 15

Regresión de la variable Diámetro Basal (mm) contra la variable Edad en meses de *A. acuminata* con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	4.72670E+03	4.72670E+03	233.9304	XXX
RESIDUO	140	2.82879E+03	2.02056E+01		

TOTAL 141 7.55549E+03  
 R = 0.79 RR = 0.62 RR Ajustado = 0.62 CV.PC = 33.31

Regresión de la variable altura (dm) contra la variable Edad en meses de *A. acuminata* con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	7.47993E+00	7.47993E+00	46.5922	XXX
RESIDUO	141	2.26362E+01	1.60540E-01		

TOTAL 142 3.01161E+01  
 R = 0.4984 RR = 0.24 RR Ajustado = 0.24 CV.PC = 17.56

Regresión de la variable Diámetro de copa (dm) contra la variable diámetro basal (mm) de *A. acuminata* con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	5.75499E+02	5.75499E+02	172.9582	XXX
RESIDUO	123	4.09269E+02	3.32739E+00		

TOTAL 124 9.84768E+02 3.32739E+00  
 R = 0.76 RR = 0.58 RR Ajustado = 0.58 CV.PC = 35.18

Regresión de la variable altura (dm) contra la variable diámetro basal (mm) de *A. acuminata* con asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	1.86040E+01	1.86040E+01	227.05	XXX
RESIDUO	140	1.14710E+01	8.19358E-02		

TOTAL 141 3.00750E+01  
 R = 0.78 RR = 0.61 RR ajustada = 0.61 CV. = 12.53

## APENDICE 16

Regresión de la variable Diámetro Basal (mm) contra la variable Edad en meses de *A. acuminata* sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	4.90588E+01	4.90588E+01	232.58	XXX
RESIDUO	142	2.99520E+01	2.10929E-01		

TOTAL 143 7.90108E+01  
 R = 0.78 RR = 0.62 RR Ajustada =0.61 CV. =18.68

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Edad en meses de *A. acuminata* sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	7.67665E+02	7.67665E+02	64.40	XXX
RESIDUO	142	1.69249E+01	1.19190E+01		

TOTAL 143 2.46016E+03  
 R = 0.55 RR = 0.31 RR ajustada 0.30 CV. = 34.26

Regresión de la variable Diámetro de copa (dm) contra la variable Diámetro basal (mm) de *A. acuminata* sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	2	7.99117E+02	3.99559E+02	184.96	XXX
RESIDUO	116	2.505803 +02	2.16017E+00		

TOTAL 118 1.04970E+03  
 R = 0.87 RR = 0.76 RR ajustada 0.75 CV. 26.82

Regresión de la variable Altura (dm) contra la variable Diámetro basal de *A. acuminata* sin asocio.

	G.1	Suma de Cuad.	Cuadrado medio	F	Sig.
REGRESION	1	1.61 867E+03	1.61867E+03	273.14	XXX
RESIDUO	142	8.41486 E+02	5.92596E+00		

TOTAL 143 2.46016 E+03  
 R = 0.81 RR = 0.65 RR ajustada =0.65 CV.=24.15

## APENDICE 17

Resultados de Fertilidad de suelo efectuado a 3 profundidades distintas.

Muestra No.	Profundidad cm	Ph.	Cationes = Meq./100 gr.				o/o M.O	
			C.I.C	Ca.	Mg.	Na.		
1	0 - 30	6.8	15.64	6.58	2.48	0.10	0.74	4.32
2	30 - 60	6.8	18.84	7.41	3.15	0.36	1.84	0.84
3	60 - 90	6.9	21.34	0.15	7.75	0.48	2.58	0.63

Resultados de fertilidad de suelo en cada uno de los bloques.

Muestra No.	Profundidad cm	Ph	Microgramos / ml.		Meq /100 ml de suelo	
			P	K	Ca.	Mg.
1	0 - 25	6.8	12.00	180	7.47	1.92
2	0 - 25	6.7	5.00	168	6.87	2.10
3	0 - 25	6.6	8.50	210	6.60	1.86
4	0 - 25	6.5	4.15	185	5.73	1.59

## APENDICE 18

## ANALISIS DE VARIANZA SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ ASOCIADA CON 3 ESPECIES FORESTALES.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL
	1	2	3	4	$Y_i$
G1L	75	54	62	67	258
G2L	49	49	96	71	265
G3L	86	54	61	54	255
G4L	65	56	60	64	245
LE	49	56	78	65	248
TOTAL					
$Y_j$	324	269	257	321	1271

## ANDEVA

Fuentes de Var.	GL.	SC.	CM.	F.	SIG.
BLOQUES	3	793.35			
TRATAMIENTOS	4	63.7	15.92	0.08	XX
ERROR	12	2155.45	179.62		
TOTAL	19	3012.5			

## APENDICE 19

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE EL RENDIMIENTO DE FRIJOL ASOCIADO CON 3 ESPECIES FORESTALES.

BLOQUES	TRATAMIENTOS					TOTAL
	G1L	G2L	G3L	G4L	LE	$Y_{.j}$
1	7	5	6	6	5	29
2	4	5	4	4	5	22
3	5	6	5	6	5	27
4	7	3	8	4	8	30
TOTAL $Y_{i.}$	23	19	23	20	23	108

## ANDEVA

Fuentes de Var.	GL.	SC.	CM.	F.	SIG.
BLOQUES	3	6.8			
TRATAMIENTOS	4	3.8	0.95	0.47	XX
ERROR	12	24.2	2.01		
TOTAL	19	34.8			