

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

COMPARACION DE DOS METODOS DE REFORESTACION  
CON CUATRO ESPECIES FORESTALES EN LA PARTE  
ALTA DE LA CUENCA DEL RIO ACHIGUATE,  
GUATEMALA"

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva



En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Abril de 1986.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(880)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. Mario Moreno Cámara

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: Ing. Agr. César Castañeda  
VOCAL I: Ing. Agr. Oscar René Leiva  
VOCAL II: Ing. Agr. Jorge Sandoval  
VOCAL III: Ing. Agr. Mario Melgar  
VOCAL IV: P. A. Leopoldo Jordán  
VOCAL V: P. A. Axel Gómez  
SECRETARIO: Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda A.

TRIBUNAL EXAMINADOR QUE REALIZO  
EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Agr. César Castañeda S.  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Gustavo Méndez  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Mike Estrada  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Carlos Echeverría  
SECRETARIO: Ing. Agr. Rodolfo Alvizúrez Palma

Guatemala, abril de 1986.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos  
de Guatemala  
CIUDAD.

Señores:

En cumplimiento con lo establecido en las Normas de la Universidad de San Carlos, tengo el agrado de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

"Comparación de dos Métodos de Reforestación con Cuatro Especies Forestales en la parte alta de la Cuenca del río Achiguate, Guatemala"

como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,

Br. José Mateo Pinzón Cáceres





FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

22 de abril 1986.

Ingeniero Agrónomo  
César Castañeda S.  
DFCANO  
Facultad de Agronomía  
PRESENTE

Señor Decano:

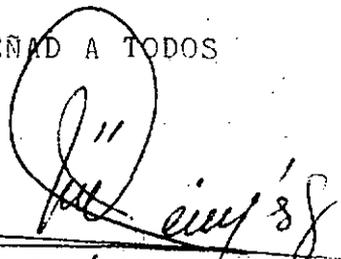
Por este medio tengo el gusto de informarle que, he concluido la asesoría de la Tesis del estudiante JOSE MATEO PINZON CACERES, titulada:

"Comparación de dos Métodos de Reforestación con cuatro Especies Forestales en la parte alta de la cuenca del río Achiguate, 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 Pinzón Cáceres pueda optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Agr. José Miguel Leiva  
ASESOR

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

José Mateo Pinzón M  
María Sergia Cáceres

A MIS HERMANOS:

Ana Leonor  
Silvia Elisa  
Carmen Marina  
Gloria Eugenia

A MIS SOBRINOS:

A LA FAMILIA: Casados

A LOS MAESTROS ESPIRITUALES

A MIS AMIGOS EN GENERAL, con especial aprecio

## AGRADECIMIENTOS

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento hacia las siguientes personas e instituciones.

A mi Asesor: Ing. Agr. Mag Sc. José Miguel Leiva, por su amistad y dirección en la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno

Al Ing. Agr. Luis Ernesto Barrera G.

Al Ing. Agr. Jaime Casados Quan

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

A los señores: Emeterio Catú M. y Emelesio Xobín B., por su ayuda brindada durante todo el trabajo de campo.

Al personal del Instituto Nacional Forestal (INAFOR) del departamento de Chimaltenango.

A la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA)

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

## CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo General	2
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 Hipótesis	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Técnicas Agroforestales	4
2.1.1 Sistema Taungya de Forestación	6
A Costa Sur	7
B Zona Seca Oriental	8
2.2 Descripción de las Especies Forestales del Ensayo	8
2.2.1 <u>Eucalyptus citriodora</u> Hook	8
2.2.2 <u>Eucalyptus maculata</u>	11
2.2.3 <u>Alnus arguta</u> (Schlenht)	13
2.2.4 <u>Grevillea robusta</u> A. Cunn	15
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Descripción del Area Experimental	18
3.1.1 Localización	18
3.1.2 Clima y Zona de Vida	18
3.1.3 Suelos	21
3.2 Antecedentes del Area Experimental	23
3.3 Diseño Experimental	23
3.3.1 Modelo Estadístico	24
3.3.2 Análisis Estadístico	26
3.4 Período Experimental	27
3.5 Materiales	27

3.5.1	Especies Forestales	27
3.5.2	Obtención de Plántulas	27
3.5.3	Elección de Cultivos de Asocio	27
3.6	Trabajos de Campo	28
3.6.1	Preparación del Suelo	28
3.6.2	Muestreo de Suelos	28
3.6.3	Trazo del Experimento y Plantación de Especies Forestales y del Cultivo	28
3.6.4	Labores Culturales	31
3.7	Variables Medidas	31
3.7.1	Especie Forestal	31
3.7.2	Cultivo de Maíz y Frijol	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	32
4.1	Especies Forestales	32
4.1.1	Sobrevivencia	34
4.1.2	Crecimiento en Altura	36
4.1.3	Crecimiento en Diámetro Basal	40
4.1.4	Crecimiento en Diámetro de Copa	43
4.2	Regresión de Variables Dasométricas	49
4.3	Producción de Maíz y Frijol	49
4.4	Suelos	57
4.5	Análisis Económico	58
4.6	Producción Volumétrica	68
5.	CONCLUSIONES	70
6.	RECOMENDACIONES	72
7.	BIBLIOGRAFIA	73
8.	APENDICE	76

## LISTA DE CUADROS

No. DE CUADRO		Pág.
1	Incremento Medio Anual	33
2	Producción de maíz obtenida en el Area Experimental por bloque, parcela y tratamiento	53
3	Producción de frijol obtenida en el Area Experimental por bloque, parcela y tratamiento	55
4	Costo de Producción, Tecnología Típica, Sistema maíz y frijol, Valle de Chimaltenango, Región V-4, 1982	60
5	Costos de Producción de maíz y frijol de acuerdo a la Inversión del área en estudio; mayo-diciembre 1984	62
6	Costo de Reforestación utilizando el Sistema Taungya, de acuerdo a la Inversión del área en estudio; junio84-mayo85	63
7	Costo de Reforestación sin Asocio de maíz y frijol, de acuerdo a la Metodología seguida y a la Inversión del área en estudio; junio 84-mayo 85	65
8	Diferencias de Costos Totales utilizando el Sistema Taungya como comparador	66
9	Reducción de los Costos de Inversión debido al Ingreso Obtenido en la cosecha de maíz y frijol	67
10	Producción Volumétrica ( $m^3$ /ha) a los 12 meses, Especies no Asociadas	68
11	Producción Volumétrica ( $m^3$ /ha) a los 12 meses, Especies Asociadas	69

## EN EL APENDICE

No. DE CUADRO		Pág.
1	Análisis de Varianza sobre porcentaje de Sobrevivencia de 4 Especies Forestales - Asociadas y no Asociadas con maíz y frijol	76
	Análisis de Varianza sobre Crecimiento en Altura ( cm ) de 4 Especies Forestales Asociadas y no Asociadas con maíz y frijol	76
2	Análisis de Varianza sobre Crecimiento - en Diámetro Basal ( mm ) de 4 Especies - Forestales Asociadas y no Asociadas con maíz y frijol	77
	Análisis de Varianza sobre el Crecimiento en Diámetro de Copa ( cms ) de 4 Especies Forestales Asociadas y no Asociadas con maíz y frijol	77
3	Análisis de Varianza Producción de Maíz ( kg )	78
	Análisis de Varianza Producción de Frijol ( kg )	78
4	Promedio de las Diferentes Variables correspondientes a las Ecuaciones de Regre <u>s</u> ión y Correlación.	79
5	Promedio de las Diferentes Variables correspondientes a las Líneas de Regre <u>s</u> ión y Correlación	80
6	Resultados de Fertilidad de Suelo efectuado a 3 Profundidades distintas	81

## LISTA DE FIGURAS

No.		Pág.
1	Mapa General, Proyecto de Control de Inundaciones (ríos Achiguate y Pantaleón), enero 1985	19
1.1	Localización del departamento de Chimaltenango (cabecera) en la República de Guatemala y Localización del Area Experimental en el campo	20
2	Disposición del Diseño Experimental en el campo	25
3	Porcentaje de Supervivencia de Especies Forestales	35
4	Crecimiento en Altura de Especies Forestales	37
5	Determinación de Altura Promedio en Relación al período de tiempo de los diferentes tratamientos	39
6	Crecimiento Diámetro Basal de Especies Forestales	42
7	Determinación de Diámetro Basal Promedio en relación al período de tiempo de los diferentes tratamientos	44
8	Crecimiento en Diámetro de Copa de Especies Forestales	46
9	Determinación de Diámetro de Copa Promedio en relación al período de tiempo de los diferentes tratamientos	48
10	Línea de Regresión de las diferentes Variables de las Especies Forestales	50

## RESUMEN

### RESUMEN

De acuerdo a su topografía, condición edáfica y ecología, Guatemala se considera un país de vocación forestal, se ha calculado que posee un 72.8% de su área como de vocación forestal, pero debido a las costumbres y tradiciones de la población han hecho desarrollar una actividad económica netamente agrícola, lo cual ha contribuido a la degradación de grandes extensiones de suelos y ha incidido en el desequilibrio de diferentes ecosistemas. Además, las quemadas y en ocasiones el cultivo excesivo asociado a la agricultura migratoria, como a otros sistemas agrícolas, han sido la causa evidente de la destrucción de muchos millares de hectáreas de valiosos bosques.

En varias regiones del país, los bosques se han reducido peligrosamente, viéndose que el uso del recurso es mayor que el rendimiento sostenido del mismo, y a medida que desaparecen los bosques, los usuarios de las zonas rurales emplean más tiempo en la búsqueda de combustible a expensas del tiempo que podrían dedicar a otras actividades productivas, obteniendo la leña tradicionalmente por la recolección directa en los bosques naturales o en cultivos bajo sombra, bosques secundarios, cercas vivas, cortinas rompevientos y otros.

En la presente investigación se evaluó el crecimiento de Eucalyptus citriodora, Eucalyptus maculata, Alnus arguta y Grevillea robusta, empleando el método tradicional de Reforestación y bajo el Método Taungya, con el fin no solamente de repoblar sino de establecer bosques energéticos como fuente de energía a corto plazo. El trabajo se llevó a cabo en la zona ecológica Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical del departamento de Chimaltenango (cabecera). En el se evaluó el crecimiento de cuatro especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol al momento de su establecimiento, lo que permitió comparar el crecimiento de

de establecida la plantación se hizo la primera lectura para determinar sobrevivencia. Al mes de haber tomado la primera lectura se hizo la segunda y ésta vez, además de sobrevivencia se registraron datos de altura, diámetro basal y diámetro de copa. De igual manera que en la segunda medición, posteriormente se hicieron tres mediciones más a cada tres meses, registrando los mismos datos de sobrevivencia, altura diámetro basal y diámetro de copa. Al final del ensayo todos los tratamientos mostraron sobrevivencia del 86 al 100%, lo cual se considera satisfactorio; el análisis de varianza mostró que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

Respecto a los promedios finales para la variable de altura, la especie Grevillea robusta sin asocio presentó el mejor promedio con 158 cms, Eucalyptus citriodora sin asocio con 157 cms, Eucalyptus maculata sin asocio con 144 cms, Eucalyptus citriodora asociado con 106 cms, Grevillea robusta asociada con 90 cms, Alnus arguta sin asocio con 87 cms, Eucalyptus maculata asociado con 76 cms y finalmente, Alnus arguta asociado con 62 cms.

En cuanto al crecimiento de diámetro basal, las especies Grevillea robusta sin asocio con 11.13 mm, Eucalyptus maculata sin asocio con 9.63 mm, presentaron superioridad a las demás especies durante la mitad del período experimental así mismo el análisis de varianza al final del ensayo presentó no significancia para los tratamientos.

La especie que obtuvo el mayor crecimiento de diámetro de copa fue: Eucalyptus maculata con 90.63 cms, Eucalyptus citriodora con 86.63, Grevillea robusta con 86.13 cms, todas no asociadas.

Con base a los datos promedio de las diferentes lecturas, que se realizaron durante los meses de agosto a

noviembre de 1984 y de febrero a mayo de 1985 en el área en estudio, después de probar 5 modelos: modelo lineal, logarítmico, geométrico, cuadrático y radical, se determinaron las ecuaciones de regresión entre las variables de diámetro basal (independiente)-altura (dependiente), diámetro basal (independiente)-diámetro de copa (dependiente), utilizando el modelo lineal que fue el que más se adaptó.

La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles (3141 kg/ha) presentaron una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde sí hubo asocio (2965 kg/ha).

La producción de frijol en las parcelas no asociadas con árboles (410 kg/ha) presentaron una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de frijol en las parcelas en donde sí hubo asocio (379 kg/ha).

Durante el período experimental el "Sistema Taungya" con respecto al valor total de la inversión, éste se redujo en un 89.44 % lo que equivale a una disminución del 81.94%, respecto a la inversión realizada en el Sistema de Reforestación sin asocio de maíz y frijol.

Al comparar el costo de Tecnología Típica de maíz y frijol que emplean los agricultores de la región, con los ingresos adquiridos por la cosecha de estos cultivos durante el presente ensayo, se llega a la conclusión de que se habría obtenido una ganancia de Q 298.21 por hectárea, lo que permite asumir que la inversión real para los agricultores de una parte de la región del departamento de Chimaltenango, Cabecera, adopten el sistema "Taungya" de Reforestación, por lo que podrán obtener resultados más beneficiosos de los que se obtuvieron en esta investigación:

de establecida la plantación se hizo la primera lectura para determinar sobrevivencia. Al mes de haber tomado la primera lectura se hizo la segunda y ésta vez, además de sobrevivencia se registraron datos de altura, diámetro basal y diámetro de copa. De igual manera que en la segunda medición, posteriormente se hicieron tres mediciones más a cada tres meses, registrando los mismos datos de sobrevivencia, altura diámetro basal y diámetro de copa. Al final del ensayo todos los tratamientos mostraron sobrevivencia del 86 al 100%, lo cual se considera satisfactorio; el análisis de varianza mostró que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

Respecto a los promedios finales para la variable de altura, la especie Grevillea robusta sin asocio presentó el mejor promedio con 158 cms, Eucalyptus citriodora sin asocio con 157 cms, Eucalyptus maculata sin asocio con 144 cms, Eucalyptus citriodora asociado con 106 cms, Grevillea robusta asociada con 90 cms, Alnus arguta sin asocio con 87 cms, Eucalyptus maculata asociado con 76 cms y finalmente Alnus arguta asociado con 62 cms.

En cuanto al crecimiento de diámetro basal las especies Grevillea robusta sin asocio con 11.13 mm, Eucalyptus maculata sin asocio con 9.63 mm, presentaron superioridad a las demás especies durante la mitad del período experimental así mismo el análisis de varianza al final del ensayo presentó no significancia para los tratamientos.

La especie que obtuvo el mayor crecimiento de diámetro de copa fue: Eucalyptus maculata con 90.63 cms, Eucalyptus citriodora con 86.63, Grevillea robusta con 86.13 cms, todas no asociadas.

Con base a los datos promedio de las diferentes lecturas, que se realizaron durante los meses de agosto a

noviembre de 1984 y de febrero a mayo de 1985 en el área en estudio, después de probar 5 modelos: modelo lineal, logarítmico, geométrico, cuadrático y radical, se determinaron las ecuaciones de regresión entre las variables de diámetro basal (independiente)-altura (dependiente), diámetro basal (independiente)-diámetro de copa (dependiente), utilizando el modelo lineal que fue el que más se adaptó.

La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles ( 3141 kg/ha) presentaron una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde sí hubo asocio ( 2965 kg/ha).

La producción de frijol en las parcelas no asociadas con árboles (410 kg/ha) presentaron una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de frijol en las parcelas en donde sí hubo asocio (379 kg/ha).

Durante el período experimental el "Sistema Taungya" con respecto al valor total de la inversión, éste se redujo en un 89.44 % lo que equivale a una disminución del 81.94%, respecto a la inversión realizada en el Sistema de Reforestación sin asocio de maíz y frijol.

Al comparar el costo de Tecnología Típica de maíz y frijol que emplean los agricultores de la región, con los ingresos adquiridos por la cosecha de estos cultivos durante el presente ensayo, se llega a la conclusión de que se habría obtenido una ganancia de Q 298.21 por hectárea, lo que permite asumir que la inversión real para los agricultores de una parte de la región del departamento de Chimaltenango, Cabeceira, adopten el sistema "Taungya" de Reforestación, por lo que podrán obtener resultados más beneficiosos de los que se obtuvieron en esta investigación.

## 1. INTRODUCCION

De acuerdo a su topografía, condición edáfica y ecológica, Guatemala se considera un país de vocación forestal; se ha calculado que posee un 72.8% de su área como de vocación forestal (10), pero las costumbres y tradiciones de la población, han hecho desarrollar una actividad económica netamente agrícola, la cual ha contribuido a la degradación de grandes extensiones de suelos, y ha incidido en el desequilibrio de diferentes ecosistemas. Además, las quemas, talas y en ocasiones el cultivo excesivo asociado a la agricultura migratoria, como a otros sistemas agrícolas, han sido la causa evidente de la destrucción de muchos millares de hectáreas de valiosos bosques. (25)

En varias regiones del país los bosques se han reducido peligrosamente, viéndose que el uso del recurso es mayor que el rendimiento sostenido de los bosques, y a medida que desaparecen los bosques, los usuarios de las zonas rurales emplean más tiempo en la búsqueda de combustible a expensas del tiempo que podría dedicar a otras actividades productivas, obteniendo la leña tradicionalmente por la recolección directa en los bosques naturales o en cultivos bajo sombra, bosques secundarios, cercas vivas, cortinas rompe-vientos y otros.

Según López (14), el 80% de los hogares dependen de la leña como combustible en la cocción de los alimentos, utilizándola además en panaderías y ladrilleras, fabricantes de cerámica, calderas, salineras, carboneras, etc, siendo sumamente importante en la estructura de consumo por fuentes, representando el 61 % del total de energía consumida en el país.

Es por ello, que una alternativa de repoblación sería el establecimiento temporal o definitivo de plantaciones forestales, mediante técnicas agrosilvícolas, tales como el "Sistema Taungya".

En la presente investigación se evaluó el crecimiento de Eucalyptus citriodora, Eucalyptus maculata, Alnus arguta, Grevillea robusta, empleando el método tradicional de reforestación y bajo el método Taungya, con el fin no solamente de repoblar, sino de establecer bosques energéticos como fuente de energía a corto plazo.

El trabajo se llevó a cabo en la zona ecológica Bosque húmedo Montano bajo subtropical del departamento de Chimaltenango (cabecera). En él se evaluó el crecimiento de cuatro especies forestales, asociadas y no asociadas con maíz y frijol al momento de su establecimiento, lo que permitió comparar el crecimiento de las especies forestales y el rendimiento de maíz y frijol, asociado y no asociado a las mismas.

Las comparaciones de crecimiento que se hicieron fueron altura, diámetro basal y diámetro de copa y finalmente se hizo un análisis económico para saber el grado de rentabilidad que representará reforestar con estas alternativas. Este ensayo se inició en la primera quincena de junio de 1984 y se finalizó en la primera quincena de mayo de 1985.

### 1.1 Objetivos

Los-objetivos de trabajo fueron los siguientes:

#### 1.1.1 Objetivo General

Determinar la conveniencia para los agricultores de una parte de la zona ecológica Bosque húmedo montano bajo sub

tropical del departamento de Chimaltenango (cabecera), el sistema "Taungya" para reforestar sus terrenos con especies forestales para producción de leña.

#### 1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar el crecimiento de las especies en plantación sola y asociados con maíz y frijol, mediante mediciones trimestrales, hasta mayo de 1985.
- b) Evaluar la adaptabilidad, por comparación entre las especies forestales, utilizando la sobrevivencia, el desarrollo en altura, diámetro basal y diámetro de copa como parámetros.
- c) Determinar el efecto del maíz y frijol sobre las especies forestales.
- d) Determinar el rendimiento del maíz y frijol asociado con las especies forestales con los cultivos sin asocio.
- e) Determinar los costos de establecimiento de las especies en plantación sola, con los tratamientos en donde habrá cultivos asociados, así como los costos de establecimiento de las especies forestales asociadas con maíz y frijol, y compararlos con los tratamientos donde únicamente se cultive maíz y frijol.

#### 1.2. Hipótesis

Las hipótesis que se plantearon son las siguientes:

- a) por lo menos una de las especies forestales bajo estudio, no tiene igual sobrevivencia.

- b) por lo menos una de las especies forestales bajo estudio, no tiene igual desarrollo en altura;
- c) por lo menos una de las especies forestales bajo estudio, no tiene igual diámetro basal;
- d) por lo menos una de las especies forestales bajo estudio, no tiene igual diámetro de copa;
- e) las especies forestales no asociadas con maíz y frijol, presentarán mejor crecimiento que las - que estén asociadas con los cultivos;
- f) el maíz y frijol sin asocio con especies forestales obtendrán igual rendimiento, que los que se encuentren asociados a dichas especies.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Técnicas Agroforestales

El campo de la investigación agroforestal, es relativamente nuevo. La amplia presencia de árboles en los sistemas tradicionales, es una evidencia de los beneficios que el productor obtiene de ellos. Los esfuerzos actuales de investigación se encaminan en identificar, caracterizar y evaluar los sistemas existentes, para derivar de ellos, resultados que permitan seleccionar alternativas de mayor producción e ingresos para los productores. (18)

En áreas específicas, la agroforestería es útil y valiosa, por ejemplo, en la recuperación de tierras degradadas por usos inapropiados, o en el proceso de aumentar la producción en tierras productivas, con sistemas que involucren altos niveles de insumos, a través del manejo de asociaciones vegetales apropiadas. Mientras más conocemos de agroforestería, más descubrimos que incluye sistemas productivos estables en todos los tipos de climas, suelos y bajo condiciones sociales variables. (3)

Según Combe y Gewal (4), bajo el término de "Técnicas Agroforestales", se entiende el conjunto de técnicas de manejo de tierras que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería o una combinación de ambos. Tal asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo y en el espacio. Tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio del rendimiento sostenido. Concretamente la investigación sobre los sistemas agroforestales, tiene por objeto, ante todo, la perfección de una silvicultura muy particular, que es la de los árboles forestales desarrollados sobre los terrenos destinados a una utilización agrícola.

Entre las técnicas agroforestales ya puestas en práctica, en gran escala por los servicios forestales, dos han sido especialmente objeto de publicación: "El Método Taungya" - (conocido también como Sistema Taungya) y el manejo Silvopastoril. Para finalidad del presente trabajo de investigación sólo se hará referencia sobre lo que es el Método Taungya.

### 2.1.1 Sistema Taungya de Forestación

El sistema Taungya, también conocido como agrosilvicultura, permite la combinación temporal de una plantación forestal durante su fase de establecimiento, con la producción de cultivos alimenticios, generalmente anuales. A base de técnicas ya practicadas desde siglos en regiones templadas, el sistema fue desarrollado desde el año 1868 en Birmania y sucesivamente en Asia, Africa y también en ciertas partes de América Tropical. Las realizaciones exitosas todavía son muy pocas en América Central, pero ésta situación es debida más que todo a razones socioeconómicas y políticas. Sin embargo, parece muy probable que el sistema Taungya sea aplicado en forma más extensa, especialmente donde la proliferación de las malezas causa problemas importantes de mantenimiento de las plantaciones forestales. Mientras que en el pasado el sistema Taungya fue generalmente aplicado en programas auspiciados por los servicios forestales nacionales, la misma técnica es ahora también utilizada por pequeños agricultores, en las regiones tropicales muy húmedas. (4)

El verdadero valor del sistema Taungya en los países tropicales en desarrollo, reside no en la reducción de los costos directos de establecer plantaciones de árboles forestales, sino en las contribuciones a su desarrollo económico y social. El sistema puede conducir a una mayor estabilidad de las zonas rurales, proporcionando ingresos y empleo a la población y evitando con ello el desplazamiento a las zonas -

urbanas. además, el sistema Taungya mejora los desastrosos efectos de la agricultura migratoria sobre los recursos de tierras de un país, al proporcionar tierra fértil de labranza dentro de las reservas forestales. Por último, este sistema facilita la máxima utilización de la tierra, al permitir la producción simultánea de cultivos comestibles y de productos forestales esenciales que necesitan los países en desarrollo. (6)

King (12), define el sistema Taungya como un método que permite el establecimiento de cultivos forestales en combinación con cultivos agrícolas. Pero, él hace notar que la utilización agrícola de la tierra no continúa generalmente durante todo el ciclo de la plantación forestal, pues desde que la copa de los árboles crece, la luz se vuelve insuficiente para los cultivos agrícolas. Una de las principales observaciones en este sistema, es la reducción de los costos de plantaciones establecidas sin asociación con los cultivos. (12)

El Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía en Guatemala, ha realizado experiencias sobre la plantación de árboles asociados en sus primeras etapas con cultivos agrícolas estacionales, por ejemplo:

A. Costa Sur:

Cultivo asociado de Caesalpinia velutina (aripín) - con maíz, en el parcelamiento La Máquina, municipio de Cuyotenango; asocio de Leucaena leucocephala con maíz, en La Máquina; Gliricidia sepium (madre cacao) asociado con maíz en la Granja Penal de Escuintla; - establecimiento de Hevea brasiliensis asociado inicialmente con maíz en el área de Cuyotenango; Terminalia oblonga (T. obovata) como sombrío de Theobroma cacao; Gliricidia sepium como sombrío de cafetales en la zona de Mazatenango y en el departamento de Santa Rosa;

Cordia alliodora en pastizales, aunque como una asociación ocasional y no manejada; Inga spp, sombreando cafetales. (15)

#### B. Zona seca Oriental

En el área de Zacapa se realiza desde 1981 una experiencia con el sistema Taungya: municipio de Huité, la experiencia forestal elegida fue Aripín (Caesalpinia velutina) con asocio de maíz; experiencias en El Progreso en la aldea de Santa Rita, del departamento de El Progreso, se inició en 1982 una prueba en el cultivo intercalado de árboles con maíz, las especies utilizadas fueron: Gliricidia sepium, Cassia siamea, Parkinsonia aculeata, Prosopis juliflora y unas plantas de Acacia auriculiformis (15). En la Máquina, Suchitepéquez, las especies utilizadas fueron: Caesalpinia velutina (aripín, palo colorado, totoposte o chaperno blanco). Eucalyptus camaldulensis Dehh, Leucaena leucocephala (guaje), yaje..(5)

## 2.2 Descripción de las Especies Forestales del Ensayo

### 2.2.1 Eucalyptus citriodora: Hook

#### Descripción:

Nombre botánico: Eucalyptus citriodora

Nombre común: Eucalipto aromático

Familia: Myrtaceae.

Eucalyptus citriodora, Hook: es un árbol de 20 a 35 mts de altura, de tronco cilíndrico de 0.50 a 1.20 mts de diámetro erguido, de corteza liza brillante, amarillenta hasta purpurina, en las ramillas pubescentes que es caediza, -----

desprendiéndose en placas pequeñas en las partes gruesas del árbol, mostrando una coloración mas o menos blanca, hojas opuestas de 3 a 4 pares en las almácigas, luego alternas pecioladas, oval lanceoladas, peltadas rugosas, pelosas en los bordes de las láminas y en las nervaduras, de 7 a 15 cm de longitud por 3 a 6 cms de anchura; las adultas también alternas, peciolo comprimido de 1.5 a 2.4 cms de longitud, lámina lanceolada a linear lanceolada, pocas rectas, la mayoría falcadas falsiformes, coriáceas, color verde del mate al oscuro, en ramas adultas estrechadas hacia la base, agudas, o largamente acuminadas de 10 a 25 cms de longitud, por 1 a 4 cms de anchura, todas al estrujarse exhalan agradable olor a limón, inflorescencias en corimbo axilares y terminales, con pedúnculos fuertes brevemente angulosos, grupos de 3 a 5 medianamente pediceladas; receptáculos calicinal cilíndrico-cónico cortísimamente apiculado; siempre mucho más corto que el receptáculo, cápsulas o frutas cortamente pediceladas de 3 a 5 mm, atenuadas receptáculo cilíndrico, de urceolado a ovoide, hasta turbinado de 10 a 12 mm de altura por 9 a 10 mm de diámetro con válvulas inclinadas, conjunto leñoso liso color verde claro más pequeñas. (1)

Las semillas abortan en un gran porcentaje, distinguiéndose fácilmente las fértiles de las estériles; las primeras son grandes, mas rugosas y oscuras y contienen abundante endosperma. Las semillas estériles son delgadas, alargadas y de una coloración castaño-rojiza clara.

El tamaño de la semilla, por lo general es muy pequeño, de 1 a 2 mm de longitud, con algunas excepciones, alcanzan los 16 mm. En un kilogramo de semilla, pueden entrar desde 30 a 120,000 unidades, de las que según Mangiere y Diniotri (1961) sólo un 30% resultan fértiles. (27)

### Distribución

Eucalyptus citriodora ocurre en forma natural sola - mente en dos lugares: las costas centrales y las costas norte ñas de Queensland, en Australia. Sin embargo, se ha adapta do al cultivo en varios países que tienen muy diferentes cli mas y tipos de suelos. Se han obtenido muy buenos resulta dos en Portugal y en muchas partes de Africa; también en Bra sil, India y Hawaii (24), con latitud de 25° S - 15° S, rango altitudinal de 100-1300 msnm, estación seca de 3 a 6 meses. - (26)

### Requerimientos

-Temperatura: temperaturas máximo promedio del mes más cálido de 28-34° C; temperaturas promedio mínimo del mes más cálido de 8-12° C; y temperaturas promedio anual de 18- - 24° C.

-Altitud: de 100-1300 msnm.

-Precipitación: precipitación media anual de 650-1600 milímetros.

-Suelos: textura arenosos o franco arenosos con reac ción de pH de neutros o ácidos con drenaje bueno, soportando suelos arcillosos infértiles cascajosos.

Propagación: sistemas de producción se hace en bol - sas, germinación de 4 a 19 días, alcanza el tamaño para plan tar en 5-6 meses.

Uso como leña: Eucalyptus citriodora se ha usado pa ra 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 2%. Esta es -

la principal especie utilizada en Brasil, para producir carbón que se usa en la industria del acero. Es una especie de rápido crecimiento, que típicamente tiene un incremento en altura de 3 m por año durante los primeros años y crece aún más rápido en los mejores sitios. Algunas plantaciones en Tanzania produjeron 15 m<sup>3</sup>/ha por año. Cosechados con rotaciones de rebrote de 8 años. (24)

Otros Usos: Madera, la madera es muy pesada, fuerte y resistente, y al secarse la contracción es relativamente baja por su densidad. Es moderadamente resistente a la pudrición y a las termitas. Es una madera de aserrío de primera calidad y se usa para construcción general; postes; mangos de herramientas, traviesas de ferrocarril y otros propósitos. Las hojas de Eucalyptus citriodora producen un aceite con aroma a limón, rico en citronela, que se usa en la industria de perfumes. (24)

#### 2.2.2 Eucalyptus maculata

Descripción:

Nombre botánico: Eucalyptus maculata

Nombre común: Eucalyptus

Familia: Myrtaceae.

Especie de forma excelente, siempre verde, con una altura de 30 a 45 mts, exigente de luz, de trabajabilidad fácil, con condiciones de secado a veces difícil. (26)

Las semillas abortan en un gran porcentaje, distinguiéndose fácilmente las fértiles de las estériles; las primeras son grandes, mas rugosas y oscuras y contienen abundante endosperma.

Las semillas estériles son delgadas, alargadas y de una coloración castaño-rojiza-clara. El tamaño de la semilla, por lo general, es muy pequeño de 1 a 2 mm de longitud, con algunas excepciones, alcanzan los 16 mm.

En un kilogramo de semilla puede entrar desde 30 a 120,000 unidades, de las que según Mangiere y Dimitri (1961), sólo un 30% resultan fértiles. (27)

Distribución: especie originaria de Queensland y New, South Wales, con latitudes de  $37^{\circ}$  S -  $23^{\circ}$  S, con rangos altitudinales de 100-2400 msnm, con estación seca de 2-4 meses. (26)

Requerimientos: temperatura: temperaturas máximas promedio del más cálido  $24-32^{\circ}$  C; temperaturas mínimo promedio del mes más frío  $2-12^{\circ}$  C; temperatura promedio anual  $15-20^{\circ}$  C.

Altitud: rango altitudinal de 100-2400 msnm.

Precipitación: precipitación media anual 620-1250 mm.

Suelos: textura franco arenosos con reacción de pH - neutros o ácidos, con drenaje bueno y profundos.

Propagación: sistemas de producción en bolsas, a raíces desnudas, tiempo de germinación de 6 a 7 días, almacenaje en seco, en frío, durante varios años. (26)

Uso como leña: excelente como uso de leña y carbón, - para postes, construcciones, estacas, enchapado y contrachapado.

Otros usos: como madera aserrada para construcciones

pesadas y livianas, cajas y encofrado, etc.

### 2.2.3 Alnus arguta (schlecht)

#### Descripción

Nombre botánico: Alnus arguta

Nombre común: Aliso, Ilamo

Familia: Betulaceae.

Común en las montañas a menudo formando rodales casi puros y densos y extensos, pero más a menudo asociados con encinos y pinos, a veces en los bosques de juniperos, de 1350 - 3000 msnm. En Alta Verapaz, El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Totonicapán, Quiché, Huehuetenango, Quezaltenango, San Marcos. Es un árbol de 30 mts de alto, pero ordinariamente es menos de la mitad de la altura, corteza clara, delgada lisa, ramas glabras (sin pelos), o casi así; hojas con peciolo delgados u oblongos ovados de 3 a 9 cms de ancho, principalmente agudas o acuminadas obtusas o duplicadas en la base, doblemente aserradas en los márgenes, a menudo un tanto ovaladas glabras arriba, o casi así, usualmente pilosas en el envés a lo largo de los nervios, en la madurez usualmente glabras cafesuscas o a menudo ferruginosas, armentos estaminados de 4-10 cms de largo, estróbilos pistilados sésiles o pistilados, principalmente de 2-3 cms de largo, a veces cortos. La flora de estos bosques Alnus arguta, es poco atractiva y casi sin interés hacia el final de la estación seca, los árboles botan todas o la mayoría de sus hojas y -- prontamente después de ellos llegan a cubrirse con un follaje joven blancuzco o de verde claro, un color de vegetación poco usual en Centro América, donde los verdes prevalecientes son oscuros y poco oscuros. Los alisos están confinados principalmente a las montañas más secas y son escasos o un tanto ausentes en las cordilleras que están hacia el Pacífico, en donde existe abundante humedad a lo largo del año.

Unos pocos árboles crecen abajo de Santa María de Jesús, Quezaltenango, pero parece que estos no logran sobresalir. Probablemente el viento acarrea las nuecesillas aladas provenientes de los rodales abundantes de las cordilleras altas del volcán de Santa María. En los cerros de arena blanca de San Marcos, los alisos son los primeros árboles por sí mismos en establecerse en arenas abandonadas o en aquellas en las cuales cenizas volcánicas han caído. Los árboles aquí florecen en enero y febrero. La corteza se torna roja cuando se corta. (23)

Distribución: especie nativa de Centro América y Sur América, apropiado para bosques húmedos montano bajos, con altitudes de 1200-3200 msnm, húmedos en las montañas o valles protege contra vientos secos y fríos. Crece bien a orillas de cursos de agua, estación seca de 2-3 meses.

Requerimientos: temperatura, temperatura máxima promedio de  $27^{\circ}$  C, temperatura media anual  $12-30^{\circ}$  C, temperatura mínima  $4^{\circ}$  C.

Altitud: de 1200-3250 msnm.

Precipitación media anual de 100-3000 o más mm .

Suelos: textura arenosos o arcillosos, limosos o arenosolimoso de origen aluvial, profundos bien drenados.

Propagación: sistemas de producción en bolsa, pseudoestaca, estaca, raíz desnuda, período de germinación de 15 días aproximadamente. (26)

Uso como leña: se usa como leña y carbón.

Otros usos: se le usa como madera de aserrío, chapas pulpa, como sombra, rompe vientos, aportadora de nitrógeno, mejora de suelos, protección de cuencas, cuando se corta es usada para un colorante café, usado para algodón y otros textiles.

#### 2.2.4 Grevillea robusta A. cunn

##### Descripción

Nombre botánico:	<u>Grevillea robusta</u>
Nombre común	Grevillea
Familia:	Protaceae.

Grevillea robusta es un bello árbol australiano, -- que alcanza 35 mts de altura, tiene forma atractiva, es elegante y ornamental, con densos racimos de flores amarillentas doradas y un follaje finamente aserrado. Es caducifolio por un breve período, al final del invierno; algunas veces las hojas se van desarrollando conforme las viejas van cayendo. Sus hojas se asemejan a grandes frondas de helechos, son verdes en la cara superior y plateadas en el envés, cubiertas con una pelusa gris asedada. Cultivadas en plantaciones para madera, éste árboles es muy valioso, pero si se cultiva con espaciamiento o en situaciones no forestales, puede ser también 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. (24)

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, --

Sudafrica, Hawaii y Jamaica. (24)

#### Requerimientos

Temperatura: temperatura máxima promedio del mes más cálido 20-28° C, temperatura mínima promedio del mes más frío 6-14° C, temperatura promedio anual 13-21° C.

Altitud: de 500 - 2100 msnm

Precipitación: media anual 700-1500 mm.

Suelos: textura arenoso o franco arenoso limoso, de fertilidad media y aún suelos ácidos, prefiere suelos profundos, no acepta inundaciones.

Propagación: sistemas de propagación en bolsas, a raíz desnuda, germinación en 20-28 días, almacenaje en seco, en frío, durante 1 ó 2 años. (26)

Uso como leña: la madera es resistente, elástica y moderadamente densa (peso 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. (24) El producto del desombro es una importante fuente de leña en Guatemala.

Otros usos: madera, el duramen, color rosa pálido o castaño se asemeja al del roble. Tiene una bonita veta, es fuerte, durable y excelente para ebanistería. La madera también se usa en la fabricación de durmientes de ferrocarril, paneles de madera contrachapeada, cajas para carga aérea y muebles, así como para torneado y fabricación de parquet. En -

varios países se considera que la madera tiene potencial económico y para exportación. Debido a su altura, altura atractiva, forma y bellas flores, se utiliza para proporcionar sombra liviana a las plantaciones de café y té. (24)

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción del Area Experimental

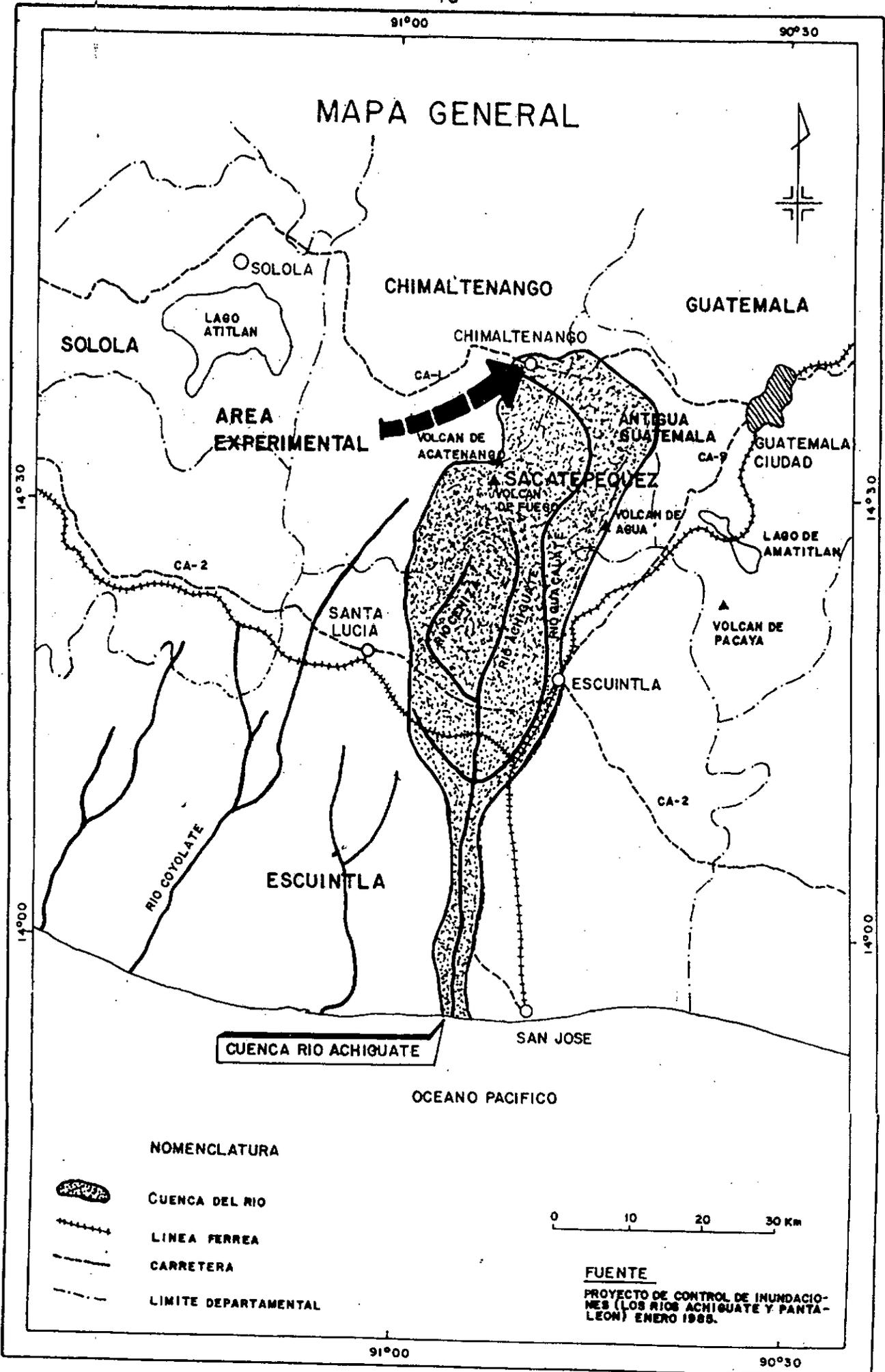
##### 3.1.1 Localización

El área en estudio se localiza en el departamento de Chimaltenango (cabecera), propiedad de la señora María Ernestina Casado M, con una latitud de  $14^{\circ}39'08''$ , longitud de  $90^{\circ}50'15''$ , elevación aproximada de 1860 msnm, con una distancia al centro de la cabecera departamental de 3.6 kms y a la ciudad capital de 57 kms. (figura 1.1), colinda al norte con la finca San Fernando, al sur con El Socorro, al este con la finca Santa Mónica y al oeste con la granja San Sebastián Bella Vista. La finca ocupa una extensión de 44.8 has, de las cuales para montar el ensayo, únicamente se utilizó 0.36 has. Los terrenos aledaños al área donde se montó el ensayo están cubiertos en su mayoría de Pinus Sp, Quercus Sp, maíz y frijol.

##### 3.1.2 Clima y Zona de Vida

Según el sistema Holdridge citado por Flores (9), en la zona de vida bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB), el regimen de lluvia se incrementa en los meses de mayo a octubre, mientras que de noviembre a abril decrece notablemente; asimismo se aprecia que es durante los meses de abril y mayo que se dan las biotemperaturas mas elevadas. El patrón de lluvias en esta zona varía desde 1057 mm hasta 1588 mm, promediando 1344 mm de precipitación total anual. Las biotemperaturas mensuales van de  $15^{\circ}$  C a  $23^{\circ}$  C. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75. La mayor parte de la superficie se caracteriza por tener altas pendientes que la hacen no recomendable para la agricultura de cultivos limpios como actualmente se desarrolla, ya que

# MAPA GENERAL



CUENCA RIO ACHIGUATE

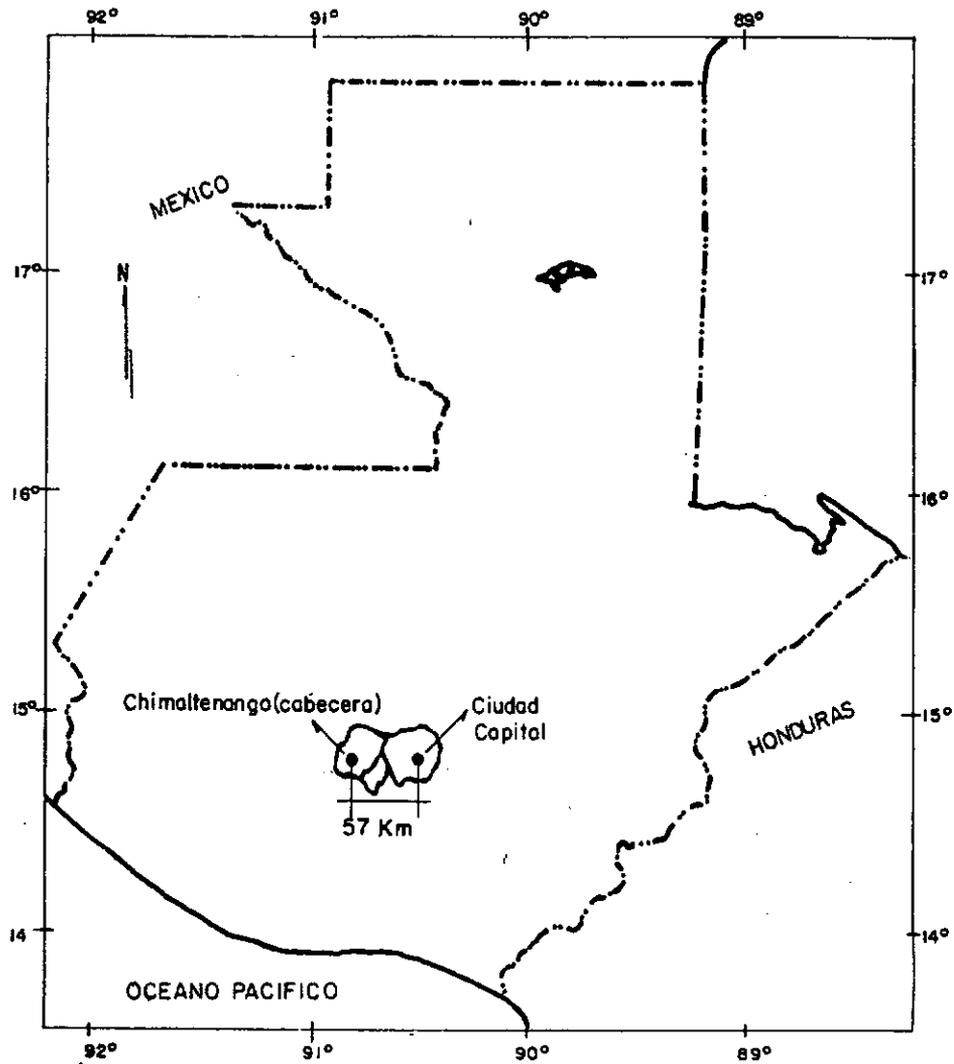
### NOMENCLATURA

-  CUENCA DEL RIO
-  LINEA FERREA
-  CARRETERA
-  LIMITE DEPARTAMENTAL

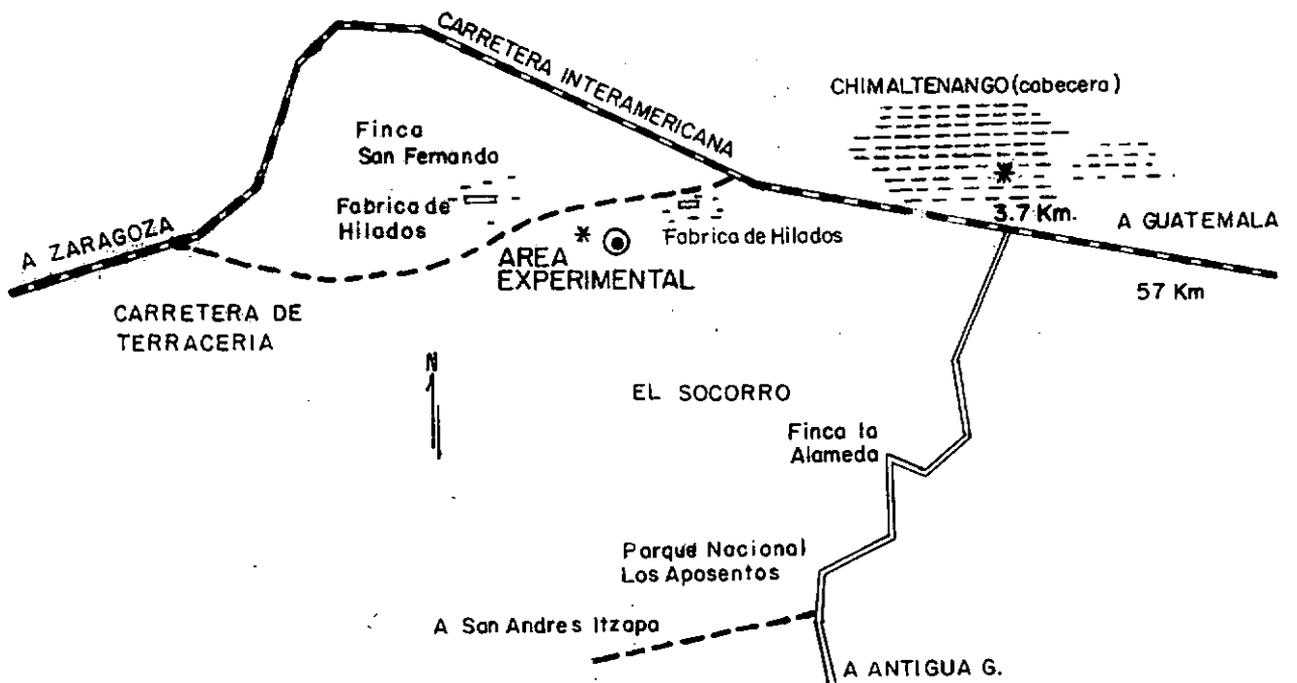
0 10 20 30 Km

**FUENTE**  
 PROYECTO DE CONTROL DE INUNDACIONES (LOS RIOS ACHIGUATE Y PANTALEON) ENERO 1985.

Fig. 1



Localización Del Departamento De Chimaltenango (cabecera) En la Republica de Guatemala.



Localización Area Experimental En El Campo.

FIG. 1.1

Los terrenos accidentados se deben utilizar para el mantenimiento del bosque para consumo local, pues las existencias son limitadas por la densidad de población. La poca vegetación primaria de esta zona de vida, está siendo en la actualidad distribuida por las comunidades humanas que habitan los alrededores, teniéndola como fuente de combustible, extracción de madera, pero principalmente para incrementar la superficie cultivable.

### 3.1.3 Suelos

Según Simmons, Pinto y Tárano (21), los suelos pertenecen a la serie de suelos Guatemala, son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica débilmente cementada, en un clima húmedo seco. La profundidad del suelo varía según el grado de erosión, al cual ha estado sujeto durante su desarrollo. Incluidos están unos suelos desarrollados sobre superficies más antiguas de terreno que emergen a través del material acumulado más reciente, algunos están sobre materiales volcánicos y otros sobre materiales sedimentarios como caliza, y esquisto arcilloso.

El relieve de estos suelos es muy variable, presentando planicies onduladas, valles rellenos, barrancos profundos con paredes casi verticales y montañas muy quebradas. Los suelos son de color café pseudoalpinos, de textura franco a franco-arcilloso para los suelos superficiales, siendo ligeramente ácido y de un espesor que varía de 25 a 50 cms.

Los subsuelos son de textura franco arcillosa, ligeramente ácidos, color café rojizo, que llegan hasta un metro de profundidad y más. Estos suelos no contienen cuarzo. (20)

El lugar donde se montó el ensayo cuenta con diferentes pendientes, las cuales fueron medidas con un clinómetro.

obteniéndose los resultados siguientes: las pendientes del bloque 1 a 3 están de sur a norte, con 15%, 7%, 18%, 15% y 10%, - bloque 4, referidas de sur a norte con 10%, 5%, 7% y 10%.

Las características de los suelos se determinaron mediante un análisis físico y químico de las muestras de suelo que se recolectaron y además, se consultó la clasificación de suelos realizada por Simmons, Pinto y Tárano. Para el análisis químico se tomaron al azar 4 muestras del área donde se montó el ensayo, a una profundidad de 0-25 cm, con la finalidad de determinar la fertilidad del suelo, tomando una muestra por cada bloque, en donde la muestra "A" corresponde al bloque 1, la muestra "B" corresponde al bloque 2, la muestra "C" corresponde al bloque 3 y finalmente, la muestra "D" corresponde al bloque 4. Estas muestras fueron remitidas para su análisis al laboratorio del ICTA, en donde realizaron los análisis de fósforo y potasio, por medio del método de Carolina del Norte, pH por medio del método electrométrico utilizando un potenciómetro y para el análisis de cationes intercambiables, Ca, Mg, se utilizó la técnica de Peech.

Para el análisis físico, se hizo una calicata de 1 metro de ancho, 1.5 mts de largo y 0.90 mts de profundidad, - de donde se tomaron 3 muestras de suelo de la manera siguiente: la primera de 0-30 cms de profundidad, la segunda de 30--60 cms de profundidad y la tercera de 60-90 cms; del análisis físico se obtuvo cierta información como: textura, la cual se realizó por medio del método de hidrómetro de bouyoucos, clasificándose las fracciones de acuerdo al sistema del U.S.D.A; capacidad de campo por medio del método de platos de cerámica; materia orgánica por medio del método de combustión húmeda de Walkery y Black; densidad aparente por medio del método de la relación peso-volumen, método de la probeta; pH por medio del método electrométrico, utilizando un potenciómetro; -

color por medio del método de escala Munsell; éstos análisis fueron realizados en el laboratorio de la Dirección Técnica - de Riego y Avenamiento (DIRYA).

El tipo de árbol por especie que se utilizó es el siguiente:

Eucalyptus citriodora en bolsa  
Eucalyptus maculata en bolsa  
Alnus arguta a raíz desnuda  
Grevillea robusta en bolsa.

### 3.2 Antecedentes del Area Experimental

El área donde se estableció el ensayo, se cultivo anteriormente, maíz blanco, frijol enredador colorado, utilizados por la mayoría de arrendatarios de determinada región, - obteniéndose un rendimiento aproximado de 36 quintales por - manzana de maíz, 12 quintales por manzana de frijol, con el uso de plaguicidas y no fertilización del suelo.

### 3.3 Diseño Experimental

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques - al azar con 4 repeticiones y 9 tratamientos, con parcelas de 100 metros cuadrados (10 x 10 mts), los tratamientos incluidos fueron los siguientes:

Ec con myf = Eucalyptus citriodora asociado con maíz y frijol  
 Ec sin myf = Eucalyptus citriodora sin asocio de cultivos  
 Em con myf = Eucalyptus maculata asociado con maíz y frijol  
 Em sin myf = Eucalyptus maculata sin asocio de cultivos  
 Aa con myf = Alnus arguta asociado con maíz y frijol  
 Aa sin myf = Alnus arguta sin asocio de cultivos

Gr con myf = Grevillea robusta asociado con maíz y frijol  
 Gr sin myf = Grevillea robusta sin asocio de cultivos  
 OC = Cultivos agrícolas sin asocio de árboles forestales.

En cada bloque se encuentran dos parcelas de cada especie forestal, puesto que una parcela es la de cada especie forestal asociada con maíz y frijol, y la otra parcela, es la de cada especie forestal sin el asociado de los cultivos.

Además en cada bloque hay una parcela que tiene únicamente maíz y frijol, a efecto de comparar el rendimiento del maíz y frijol cultivado sin asocio. En las parcelas en donde se encuentran especies forestales, se plantaron los árboles a una distancia de 2 mts al cuadro, de tal forma que se incluyen 25 plantas por parcela; 200 plantas por bloque y un total de 800 plantas en el área en estudio; de las cuales 288 plantas fueron evaluadas en relación a las variables durante el período de tiempo del experimento, como se indica en la figura 2.

### 3.3.1 Modelo Estadístico

El modelo estadístico para analizar el diseño experimental es:

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

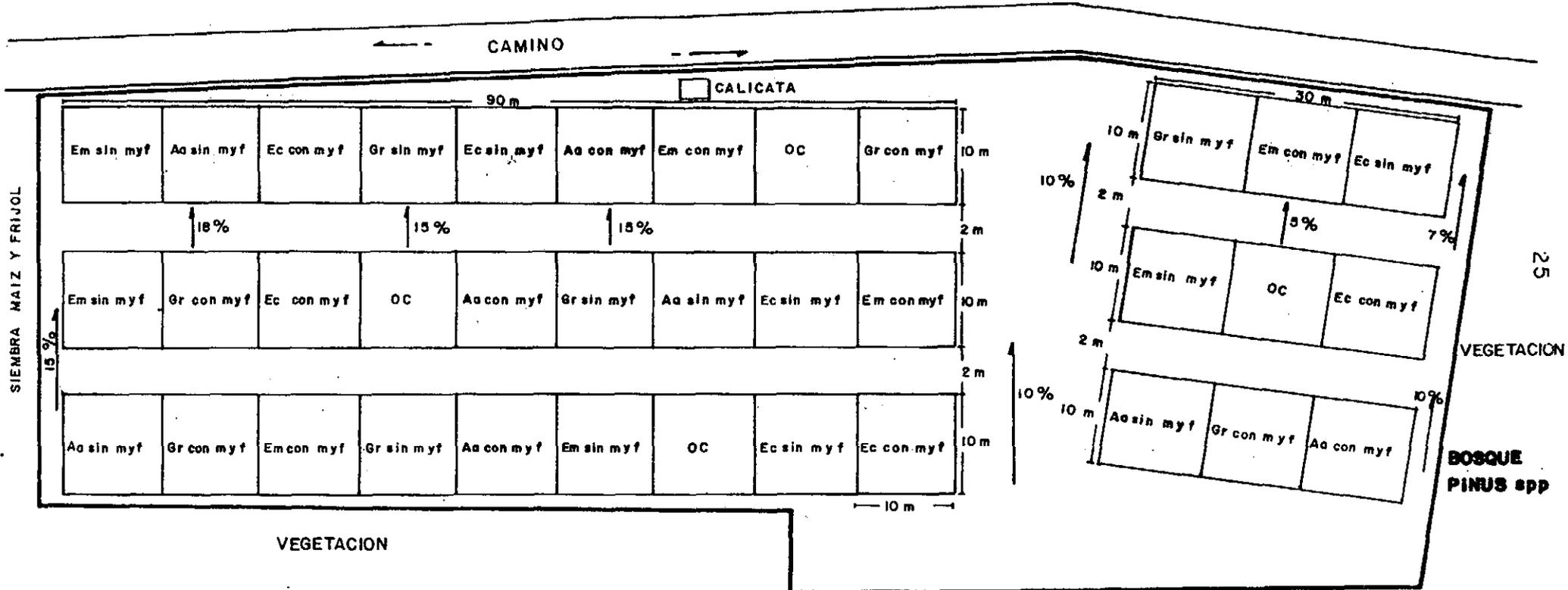
U = media general

T<sub>i</sub> = efecto del i.....ésimo tratamiento.

B<sub>j</sub> = efecto del j.....ésimo bloque

E<sub>ij</sub> = error experimental.

Modelo estadístico para el arreglo factorial 4x2 en bloques al azar:



- Ec con myf Eucalyptus citriodora con asocio
- Ec sin myf Eucalyptus citriodora sin asocio
- Em con myf Eucalyptus maculata con asocio
- Em sin myf Eucalyptus maculata sin asocio
- Aa con myf Alnus arguta con asocio
- Aa sin myf Alnus arguta sin asocio
- Gr con myf Grevillea robusta con asocio
- Gr sin myf Grevillea robusta sin asocio
- OC Cultivos agricolas sin asocio de arboles forestales

**BOSQUE PINUS spp**

**BOSQUE PINUS spp**

AREA TOTAL DEL EXPERIMENTO  
 AREA TOTAL = 90x10 x 4 Rep  
 " " = 3600 m<sup>2</sup>  
 " " = 0.51 Mz.  
 " " = 0.36 Ha.

AREA TOTAL CULTIVOS AGRICOLAS  
 AREA = 20x10x10  
 " = 2000 m<sup>2</sup>  
 " = 0.285 Mz.  
 " = 0.2 Ha.

Fig 2. Disposicion del diseño experimental en el campo.

$$Y_{ijk} = U + \alpha_i + \delta_j + B_k + \alpha\delta_{ij} + E_{ijk}$$

- $U$  = media general  
 $\alpha_i$  = efecto de la i.....ésima modalidad del factor A  
 $\delta_j$  = efecto de la j.....ésima modalidad del factor B  
 $\alpha\delta_{ij}$  = efecto de la interacción del factor A con el factor B  
 $B_k$  = efecto del k.....ésimo bloque  
 $E_{ijk}$  = error experimental.

Además, dentro de este experimento existe un arreglo factorial 4 x 2, lo que nos dá 8 tratamientos que excluirán de los anteriores a los cultivos agrícolas, sin asocio de árboles forestales.

Los factores y modalidades de cada factor se detallan a continuación:

FACTOR	MODALIDADES			
	1	2	3	4
Spp forestal (A)	<u>Eucalyptus</u> <u>citriodora</u>	<u>Eucalyptus</u> <u>maculata</u>	<u>Alnus</u> <u>arguta</u>	<u>Gravillea</u> <u>robusta</u>
Asociación (B)	Con, sin asocio			

### 3.3.2 Análisis Estadístico

Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) para el experimento y para determinar el mejor tratamiento se utilizó la prueba de Tuckey, además se efectuó un análisis de regresión y correlación simple entre los -

parámetros de desarrollo.

### 3.4 Período Experimental

Los trabajos de campo duraron 12 meses, desde que se plantaron las especies forestales y los cultivos, segunda quincena de mayo de 1984 hasta que se efectuó el último registro de las especies forestales.

### 3.5 Materiales

#### 3.5.1 Especies forestales

Eucalyptus citriodora, la semilla de esta especie es procedente de Itamarandiba, Minas Geras, Brasil.

Eucalyptus maculata, la semilla de esta especie es procedente de Brasil.

Alnus arguta (aliso), la semilla de esta especie es de procedencia de Santa Apolonia, Chimaltenango.

Grevillea robusta, la semilla de esta especie es de procedencia de la Finca Retana, Antigua.

#### 3.5.2 Obtención de plántulas

Las plantas se obtuvieron en el vivero forestal de -- INAFOR, Los Aposentos, Chimaltenango, y se plantaron al inicio del invierno, teniendo aproximadamente 30 cms de altura y la edad de las plántulas en el vivero fue de 6 meses.

#### 3.5.3 Elección de cultivos de asocio

El cultivo que se eligió para asociarlo a las especies forestales fue maíz y frijol, debido a la importancia que en -

sí representan estos granos para los agricultores de ésta región. Para determinar la semilla de los cultivos a emplear se adquirió información sobre esa área, indicándonos que se utiliza el maíz criollo blanco y amarillo, frijol San Martín vaina blanca (no mejorado), dichos cultivos son parte de la dieta alimenticia y de subsistencia para las familias del lugar.

### 3.6 Trabajos de campo

#### 3.6.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo para la siembra de los cultivos y las especies forestales, consistió en realizar las limpiezas y eliminación de caña en el área, lo cual se llevó a cabo por agricultores de la zona y el personal del vivero de INAFOR, Los Aposentos, Chimaltenango, durante el mes de mayo -primera quincena de junio de 1984.

#### 3.6.2 Muestreo de suelos

Luego de haber preparado el terreno, se tomaron cuatro muestras representativas del área experimental, con el fin de poder determinar la fertilidad del suelo, a una profundidad de 25 cms.

#### 3.6.3 Trazo del experimento y plantación de especies forestales y del cultivo.

El trazo del experimento se efectuó después de haber preparado el terreno y haber hecho la siembra de los cultivos agrícolas, y consistió en delimitar las 36 parcelas del ensayo, mediante un estaquillado.

Todas las parcelas quedaron debidamente trazadas en forma perpendicular a la pendiente, seguidamente se clavaron las estacas a cada 2 mts con orientación oeste a este, procediendo al ahoyado y plantación de las especies forestales.

En el cultivo de maíz se utilizaron distancias de siembra de 1 mts entre posturas y 1 mt entre surcos, utilizando 4 granos por postura.

En el cultivo de frijol se utilizaron 0.10 mts entre postura y 1 mt entre surcos, utilizando 3 granos por postura; dichas siembras se hicieron en forma manual.

Ver arreglo espacial.

### ARREGLO ESPACIAL

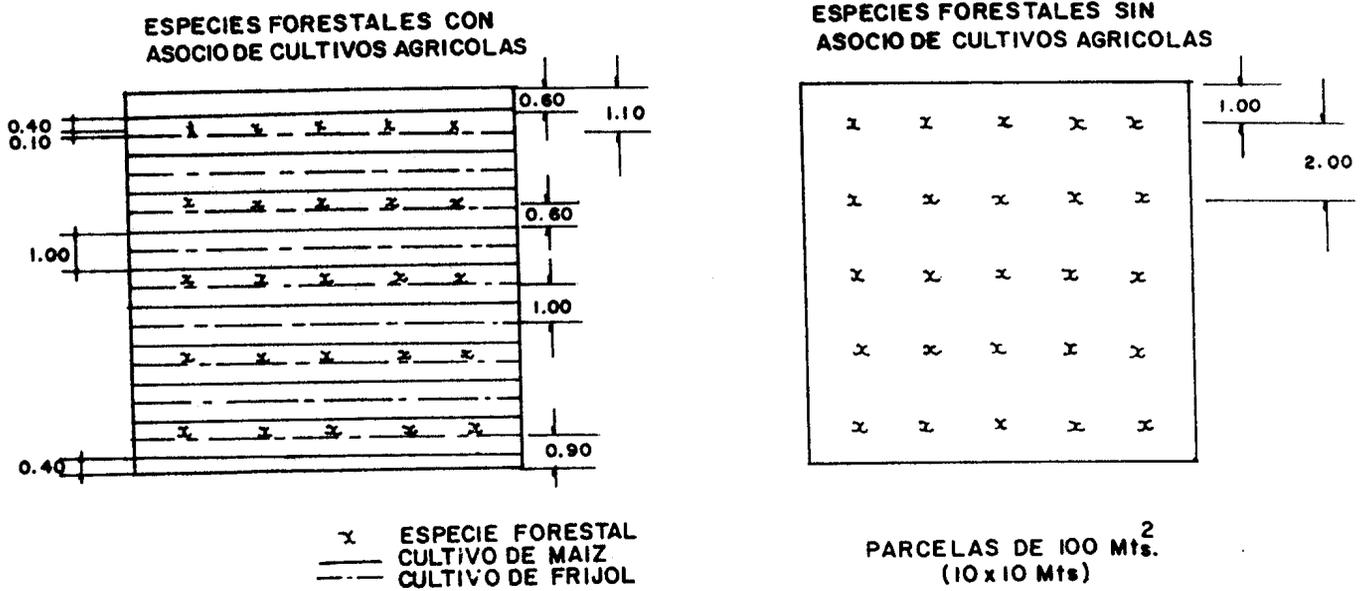
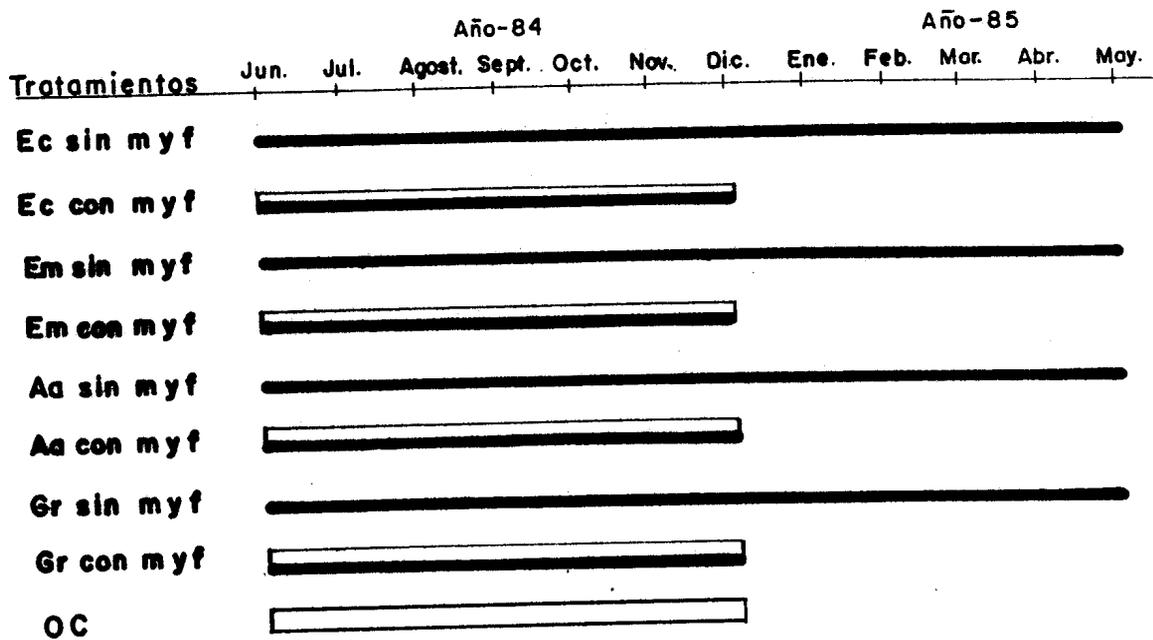


Diagrama: ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS



### 3.6.4 Labores culturales

Dentro de las labores culturales se efectuaron las limpiezas necesarias de los cultivos, en forma manual, haciendo control de plagas del follaje y no fertilización en el cultivo de frijol; en el cultivo de maíz solamente se fertilizó, ya que se pretende adoptar la tecnología utilizada por los agricultores de la región. Luego se estimó conveniente hacer la cosecha de maíz y frijol.

## 3.7 Variables Medidas

### 3.7.1 En la especie forestal

Las variables que se midieron en las especies forestales son: sobrevivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa. Las lecturas se hicieron de la siguiente manera: al mes de establecida la plantación, se hizo la primera lectura para determinar sobrevivencia.

Al mes de haber tomado la primera lectura se hizo la segunda y ésta vez, además de sobrevivencia se registraron datos de altura, diámetro basal y diámetro de copa.

De igual manera que en la segunda medición, posteriormente se hicieron tres mediciones más a cada 3 meses, registrando los mismos datos de sobrevivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa, para lo cual fue necesario la utilización de regla graduada y calibrador micrométrico.

### 3.7.2 Cultivo de maíz y frijol

En estos cultivos únicamente se midieron los rendimientos al obtenerse las cosechas y se hicieron comparaciones de rendimiento entre parcelas.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Especies Forestales

Con respecto al incremento medio anual (IMA), se obtuvo mediante la diferencia entre la última y primera medición de las variables de crecimiento en altura, diámetro basal y diámetro de copa, multiplicado por el período de tiempo en estudio que fue de doce meses, dividiendo esta diferencia entre la fracción del período de tiempo transcurrido entre la realización de dichas mediciones.

En el cuadro 1, aparecen los tratamientos en forma abreviada, indicándonos: Ec sin myf Eucalyptus citriodora sin asocio de cultivos; Ec con myf Eucalyptus citriodora asociado con maíz y frijol; Em sin myf Eucalyptus maculata sin asocio de cultivos; Em con myf Eucalyptus maculata asociado con maíz y frijol; Aa sin myf Alnus arguta sin asocio de cultivos; -- Aa con myf Alnus arguta asociado con maíz y frijol; Gr sin myf Grevillea robusta sin asocio de cultivos; Gr con myf Grevillea robusta asociado con maíz y frijol.

Asímismo se indican los diferentes incrementos medios anuales de los tratamientos en donde se observaron a las especies no asociadas con un mayor incremento, caracterizándose en la obtención de mejores resultados a las especies Eucalyptus citriodora, Eucalyptus maculata y Grevillea robusta respecto a la especie Alnus arguta, comportándose estas especies en la misma forma, ya sea asociadas; esto posiblemente se deba a la presencia de los cultivos agrícolas, los cuales pueden estar compitiendo y al factor edáfico (suelo) entre un bloque y otro del área en estudio.

CUADRO 1

Incremento Medio Anual (IMA) en centímetros-milímetros de las Variables medidas en las especies forestales, durante el período evaluado

Tratamientos	Incremento en altura (cms)	Incremento en diámetro basal (mm)	Incremento en diámetro copa (cms)
Ec sin myf	142.8	20.4	116.4
Ec con myf	79.2	8.4	26.4
Em sin myf	126.0	22.8	120.0
Em con myf	46.8	8.4	30.0
Aa sin myf	40.8	15.6	56.4
Aa con myf	9.6	6.0	10.8
Gr sin myf	145.2	22.8	86.4
Gr con myf	66.0	8.4	20.4

$$\text{IMA} = \frac{\text{Ultima medición} - \text{Primera medición}}{11 \text{ (período de medición)}} \times 12 \text{ meses}$$

#### 4.1.1 Sobrevivencia

Al final del ensayo todos los tratamientos mostraron sobrevivencia del 86 al 100%, lo cual se considera satisfactorio.

Las especies que mostraron el mayor porcentaje de sobrevivencia fueron: Eucalyptus maculata asociado con maíz y frijol, 100%; Grevillea robusta asociado con maíz y frijol, 100%; Grevillea robusta sin asocio de cultivos agrícolas, 97%; Eucalyptus maculata sin asocio de cultivos agrícolas 95%; Eucalyptus citriodora asociado con maíz y frijol, 95%; Alnus arguta sin asocio de cultivos agrícolas, 92%; Eucalyptus citriodora sin asocio de cultivos agrícolas, 89%; Alnus arguta asociado con maíz y frijol, 86%. Ver figura 3.

Las especies Eucalyptus maculata y Grevillea robusta con y sin asocio presentaron mayor porcentaje de sobrevivencia en comparación con Eucalyptus citriodora y Alnus arguta, lo que probablemente se haya debido al efecto del replante de las dos primeras lecturas realizadas en el área en estudio, durante los meses de julio y agosto de 1984.

De acuerdo al análisis de varianza del diseño de bloques al azar, con el arreglo factorial, estadísticamente las especies resultaron ser significativas, lo cual nos indica que las especies en cuanto al porcentaje de sobrevivencia se comportaron diferentes en todo el período de tiempo en estudio, teniendo superioridad las especies Grevillea robusta y Eucalyptus maculata, sobre las demás especies al final del período experimental.

Este resultado no concuerda con lo que reportaron -- Barrera (2) quien realizó un ensayo similar en San Andrés Itzapa, Chimaltenango, utilizando Eucalyptus citriodora Brasil,

So = SIN ASOCIO ———  
 Ca = CON ASOCIO - - - - -

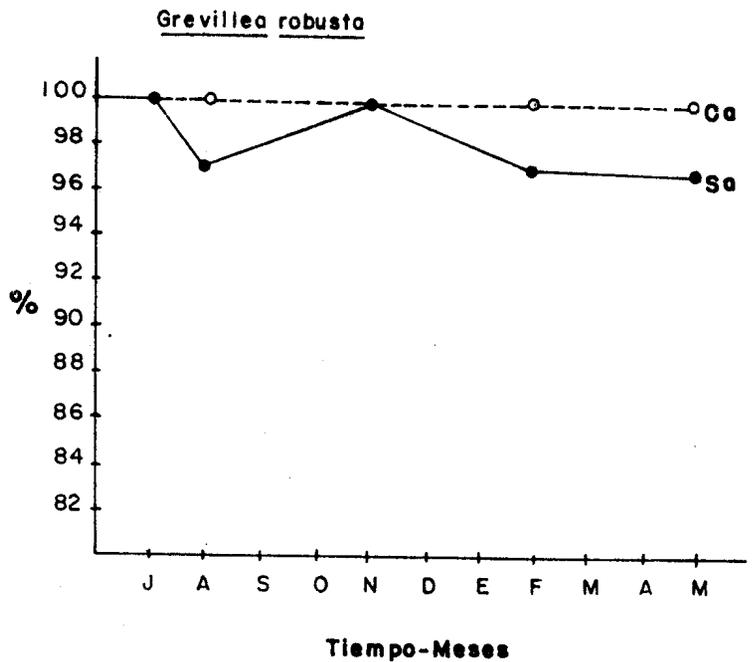
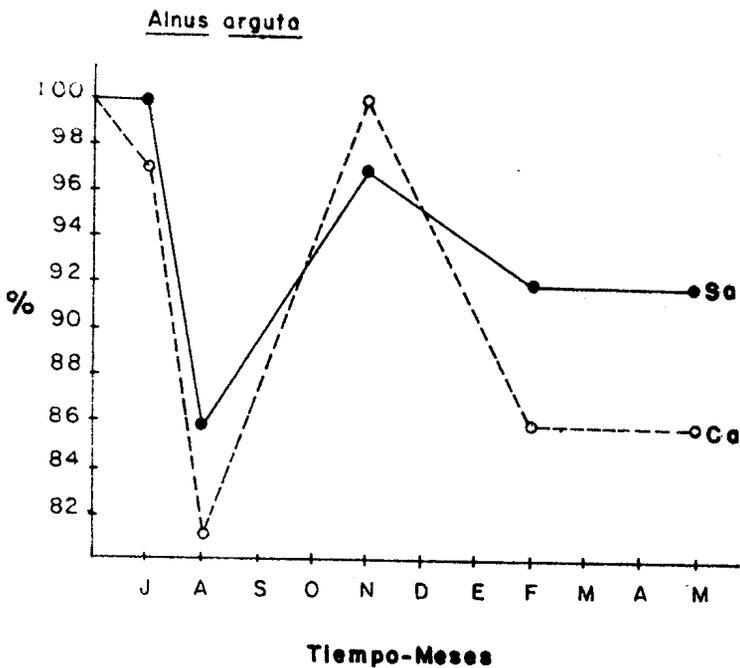
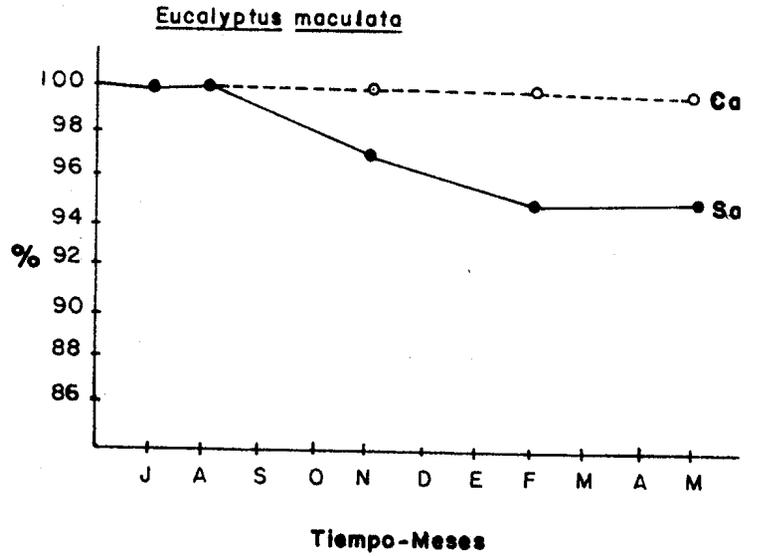
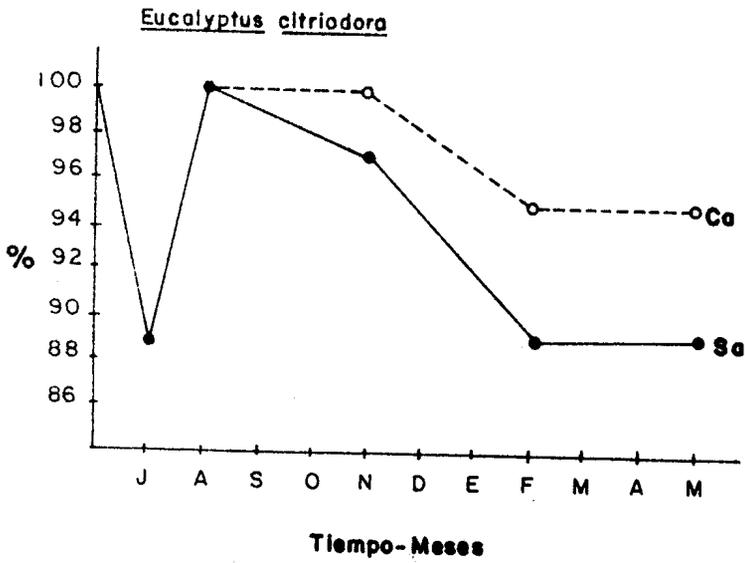


Fig. 3 % SOBREVIVENCIA DE ESPECIES FORESTALES

Eucalyptus citriodora Guatemala, Grevillea robusta y Alnus acuminata con y son asocio de maíz y frijol; así Detlefsen (5) quien también realizó un estudio en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala, utilizando Caesalpinia velutina, Eucalyptus camaldulensis y Leucaena leucocephala con y sin asocio de --- maíz, quienes llegaron a la conclusión, que al final del ensayo se notó, que no hubo diferencias significativas entre el porcentaje de sobrevivencia de los diferentes tratamientos.

#### 4.1.2 Crecimiento en altura

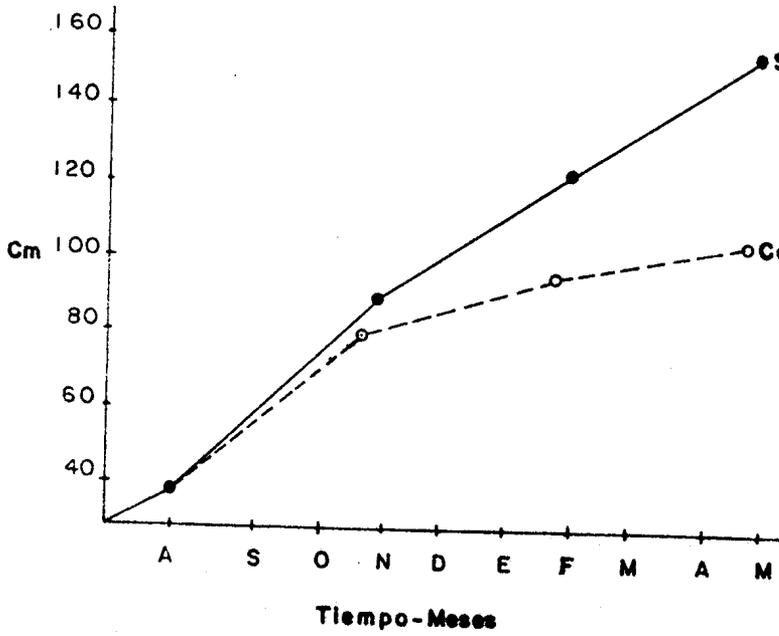
Con respecto a los promedio finales para la variable de crecimiento en altura, se puede observar que el tratamiento de Grevillea robusta sin asocio, presentó el mejor promedio con 158 cms; Eucalyptus citriodora sin asocio con 157 cms; siguiéndole en su orden Eucalyptus maculata sin asocio con -- 144 cms, Eucalyptus citriodora asociado con 106 cms, Grevillea robusta asociado con 90 cms, Alnus arguta sin asocio con 87 - cms, Eucalyptus maculata asociado con 76 cms, y finalmente, - Alnus arguta asociado con 62 cms. Ver figura 4

Como se puede observar en el cuadro 1, el tratamiento que presentó el mejor incremento en altura fue Grevillea robusta sin asocio, Eucalyptus citriodora sin asocio y seguidamente, las especies sin asocio presentaron el mejor incremento - medio anual (IMA) en altura que las especies asociadas.

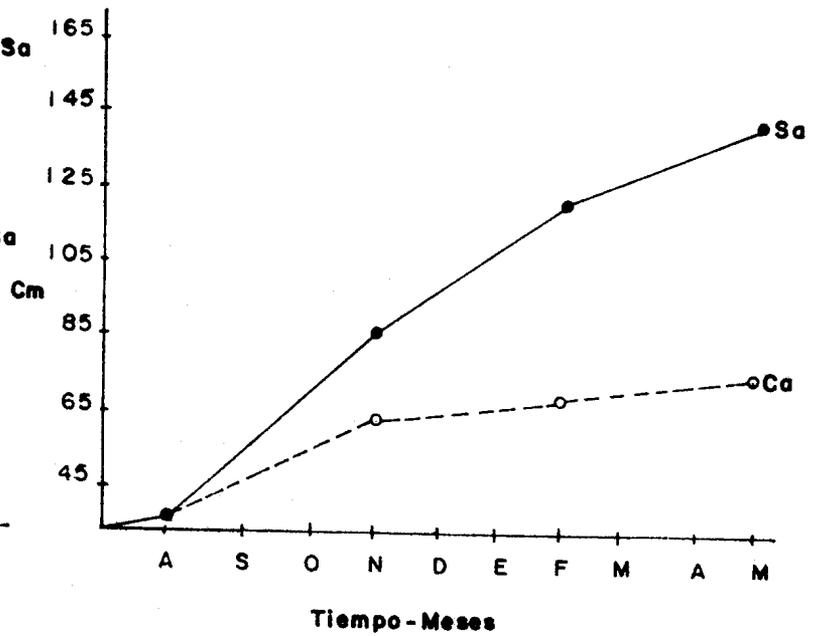
Al referirnos al análisis estadístico, al final del ensayo, la variable de altura de las especies: Eucalyptus citriodora, Grevillea robusta, resultaron ser estadísticamente iguales y superiores a los tratamientos de Eucalyptus maculata y Alnus arguta; habiendo superado las especies no asociadas a las especies asociadas. Estos resultados concuerdan - con lo reportado por Barrera (2), en donde las especies no -- asociadas presentaron alturas mayores a las especies asociadas.

Sa = SIN ASOCIO ———  
 Ca = CON ASOCIO - - - -

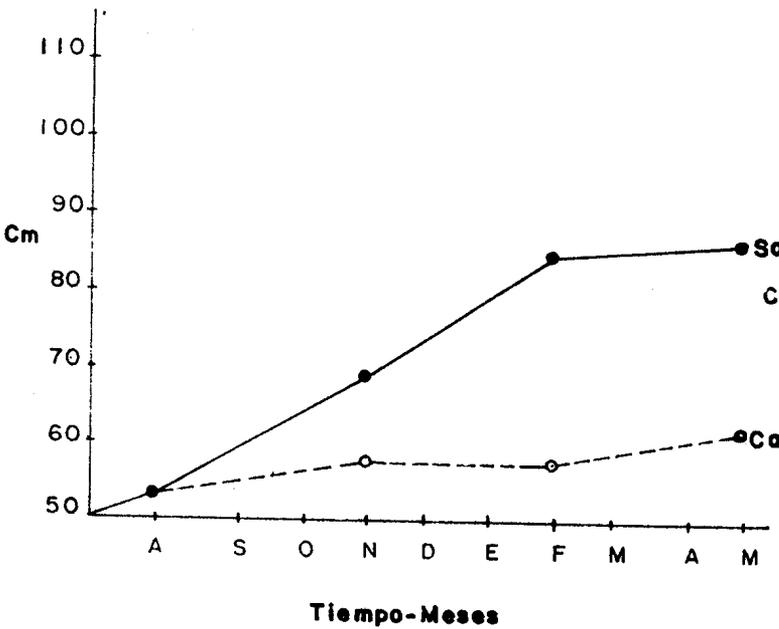
Eucalyptus citriodora



Eucalyptus maculata



Alnus arguta



Grevillea robusta

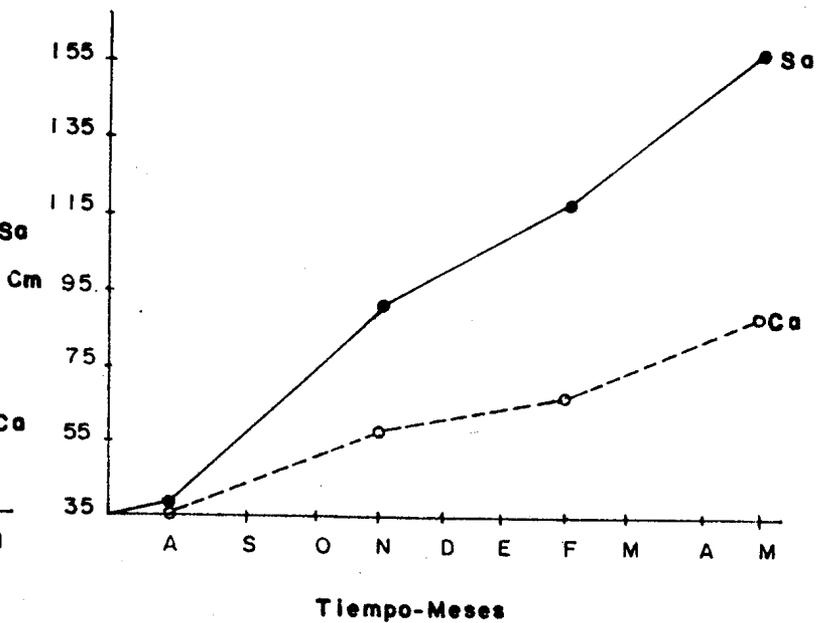


Fig.4 CRECIMIENTO EN ALTURA DE ESPECIES FORESTALES

La figura 4 muestra que con base en la última medición de altura, efectuada en este estudio, la curva de crecimiento de la especie Eucalyptus citriodora y Grevillea robusta sin asociado, siempre presentaron aumento de crecimiento en altura durante el período experimental, lo que las diferencia de las especies asociadas, cuando estuvieron presentes los cultivos de maíz y frijol.

Esto posiblemente se deba a que el asociado de los cultivos agrícolas si influyó en cuanto a competencia de luz, espacio y nutrientes. Barrera (2), indica que la especie de Alnus acuminata asociada y no asociada no incrementó el promedio de altura en el período comprendido de un año en estudio; esto debido a los hábitos de crecimiento que posee esta especie (defolia en época seca). De igual forma fue el comportamiento de Alnus arguta asociada y no asociada durante este trabajo de investigación.

Con base en los datos del Apéndice 4, se determinaron las ecuaciones de regresión entre las variables de altura promedio (dependiente) y edad en meses (independiente), para cada tratamiento. Después de probar 5 modelos: modelo lineal logarítmico, geométrico, cuadrático y radical. Las ecuaciones y líneas de regresión se presentan en la figura 5, utilizando el modelo lineal, que fue el que más se adaptó.

Se puede observar que el crecimiento en altura de los tratamientos de Grevillea robusta no asociada Gr sin myf; Eucalyptus citriodora no asociada Ec sin myf, y Eucalyptus maculata no asociada Em sin myf, mostraron mayor incremento de altura a través del tiempo, exceptuando a la especie Alnus arguta no asociada Aa sin myf y Alnus arguta asociada Aa con myf, se comportaron regularmente en cuanto al incremento de altura a través del tiempo.

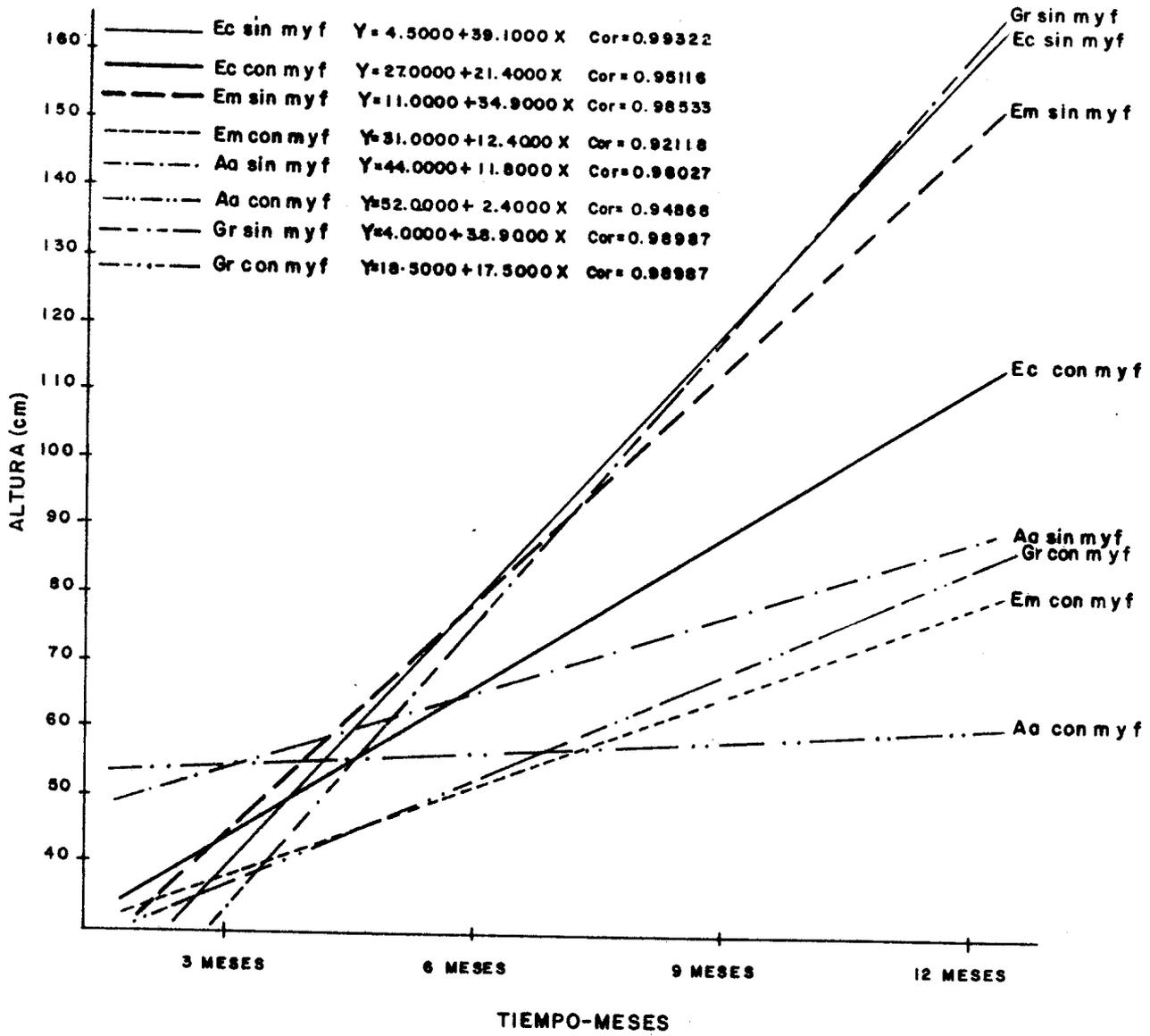


FIG. 5 DETERMINACION DE ALTURA PROMEDIO EN RELACION AL PERIODO DE TIEMPO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

Para todas las especies asociadas el incremento de altura a través del período de tiempo, el cual fue de 12 meses, fue menor a las especies no asociadas; esto puede estar influenciado por el asocio de los cultivos de maíz (Zea mays) y frijol (Phaseolus vulgaris), o posiblemente a la poca edad en estudio sobre el comportamiento de dichas especies.

Es notorio que la especie Greville robusta sin asocio Gr sin myf presentó el mayor incremento por unidad de tiempo y la especie Alnus arguta asociada Aa con myf presentó el menor incremento en altura con relación al tiempo.

#### 4.1.3 Crecimiento de diámetro basal

De acuerdo a los promedios finales de diámetro basal por tratamiento, se puede observar en el orden siguiente: -- Grevillea robusta no asociada con un diámetro basal de 26mm; Eucalyptus maculata no asociada con 25 mm; Eucalyptus citriodora no asociada con 21 mm ; Alnus arguta no asociada con 17 mm ; Grevillea robusta asociada con 13 mm ; Eucalyptus maculata asociada con 11 mm ; Eucalyptus citriodora asociada con 11 mm ; Alnus arguta asociada con 9 mm , de donde se deduce que las especies no asociadas obtuvieron mejores promedios de crecimiento de diámetro basal. Asimismo, en el cuadro 1, se puede observar que el tratamiento que obtuvo mayor incremento medio anual (IMA) en el ensayo fue Grevillea robusta no asociada, seguido en una aproximación similar por Eucalyptis maculata no asociada, además, se observó que las especies no asociadas presentaron en todos los casos mejor incremento. Estos resultados concuerdan con el estudio que realizó Barrera (2), en donde las especies no asociadas superaron en cuanto a la variable de diámetro basal a las especies asociadas; obteniéndose los resultados siguientes: Eucalyptus citriodora Brasil asociada 0.76 cm, Eucalyptus citriodora Brasil sin asocio 2.40 cms, Eucalyptus citriodora Guatemala asociada 0.76 -

cms, Eucalyptus citriodora Guatemala sin asocio 2.10 cms, Grevillea robusta asociada 0.98 cms, Grevillea robusta sin asocio 1.96 cms, Alnus acuminata asociada 1.53 cms y Alnus acuminata sin asocio 1.96 cms.

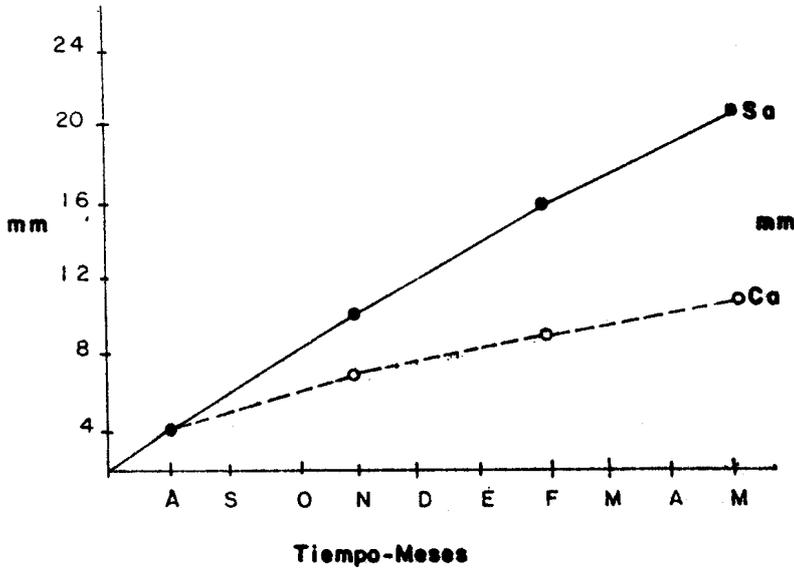
En la figura 6, se puede observar que las especies - Eucalyptus citriodora, Eucalyptus maculata, Alnus arguta y - Grevillea robusta sin asocio obtuvieron mejor promedio de crecimiento en diámetro basal que las asociadas; éstos promedios son similares a los encontrados por Detlefsen (5), quien realizó un ensayo en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala, en donde las medias finales de las especies presentaron los siguientes resultados: Leucaena leucocephala sin asocio 2.4cms, Eucalyptus camaldulensis sin asocio 2 cms, Caesalpinia velutina sin asocio 1.9 cms, Leucaena leucocephala asociada 1.6 cm Caesalpinia velutina asociada 1.5 cms, Eucalyptus camaldulensis asociado 1.4 cms.

De acuerdo al Apéndice 2, en análisis de varianza - del arreglo factorial mostró que las 2 primeras lecturas, las especies mostraron significancia, es decir, que se comportaron diferentes durante la época de lluvia, obteniendo superioridad las especies Grevillea robusta y Eucalyptus maculata sin asocio sobre las demás especies. Asimismo, en las 2 últimas - lecturas efectuadas en febrero-mayo 1985, el análisis estadístico se presentó diferente en comparación a las dos lecturas anteriores, en donde las especies mostraron en el análisis no significancia, es decir, que todas las especies se comportaron de igual forma, por lo que estadísticamente se podría decidir por utilizar una u otra especie.

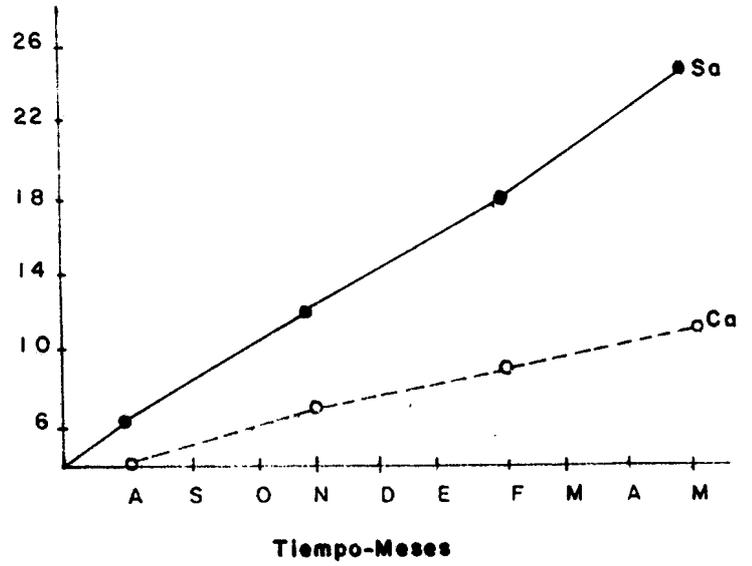
Refiriéndonos a los datos presentados en el Apéndice 4, se determinaron las ecuaciones de regresión entre las variables de diámetro basal promedio (dependiente) y edad en meses (independiente) para cada tratamiento.

Sa = SIN ASOCIO ———  
 Ca = CON ASOCIO - - - - -

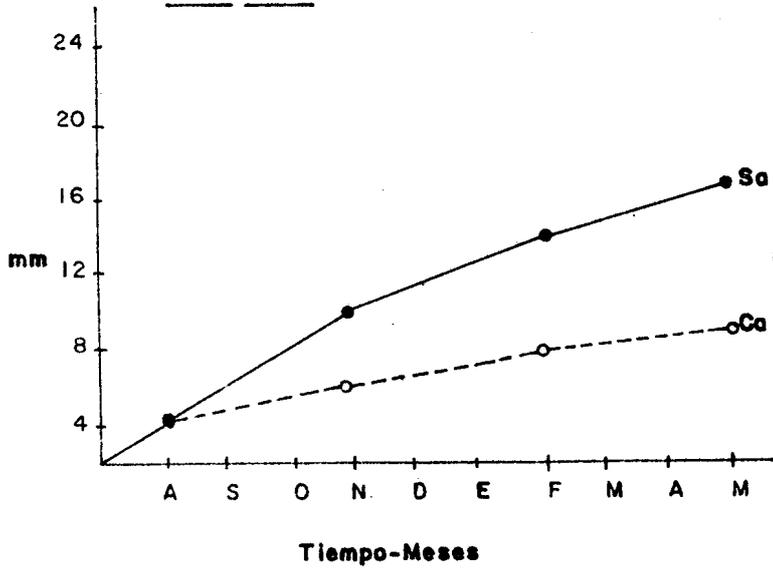
Eucalyptus citriodora



Eucalyptus maculata



Alnus arguta



Grevillea robusta

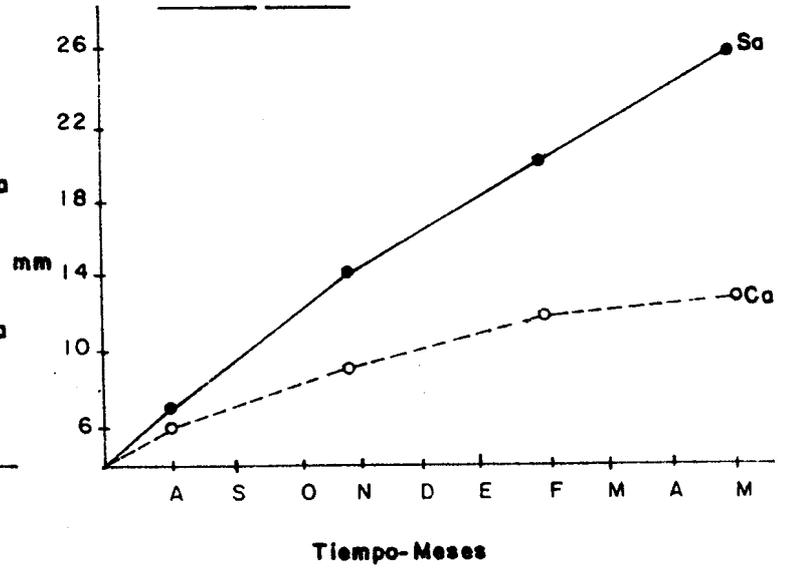


Fig. 6 CRECIMIENTO DIAMETRO BASAL DE ESPECIES FORESTALES

Después de probar 5 modelos: modelo lineal, logarítmico, geométrico, cuadrático y radical, las ecuaciones y líneas de regresión en la figura 7, utilizando el modelo lineal que fue el que más se adaptó.

Los tratamientos de Grevillea robusta no asociada - Gr sin myf, Eucalyptus maculata no asociada Em sin myf, Eucalyptus citriodora no asociada Ec sin myf, Alnus arguta no asociada Aa sin myf, mostraron mayor incremento de diámetro basal a través del tiempo. Lo que nos indica que las especies no asociadas nos determinaron una mayor cantidad de cambio de una variable asociada a un menor cambio único de la otra variable.

Se puede observar que el crecimiento del tratamiento de Grevillea robusta no asociada Gr sin myf presenta los mayores incrementos por unidad de tiempo, mientras que la línea de regresión para Alnus arguta asociada Aa con myf presenta los menores incrementos de diámetro basal a través del tiempo.

#### 4.1.4 Crecimiento en diámetro de copa

Presentándose que los hábitos de crecimiento son diferentes entre las especies durante el período experimental de investigación, el tratamiento que obtuvo el mejor promedio durante la última lectura de crecimiento de diámetro de copa fue el de Eucalyptus maculata no asociado con 131 cms, siguiéndole en el orden respectivo Eucalyptus citriodora no asociada con 126 cms, Grevillea robusta no asociada con 114 cms, Alnus arguta no asociada con 65 cms; Grevillea robusta asociada con 58 cms, Eucalyptus maculata asociada con 51 cms, Eucalyptus citriodora asociada con 49 cms, Alnus arguta asociada con 27 cms. Ver figura 8 y Apéndice 2.

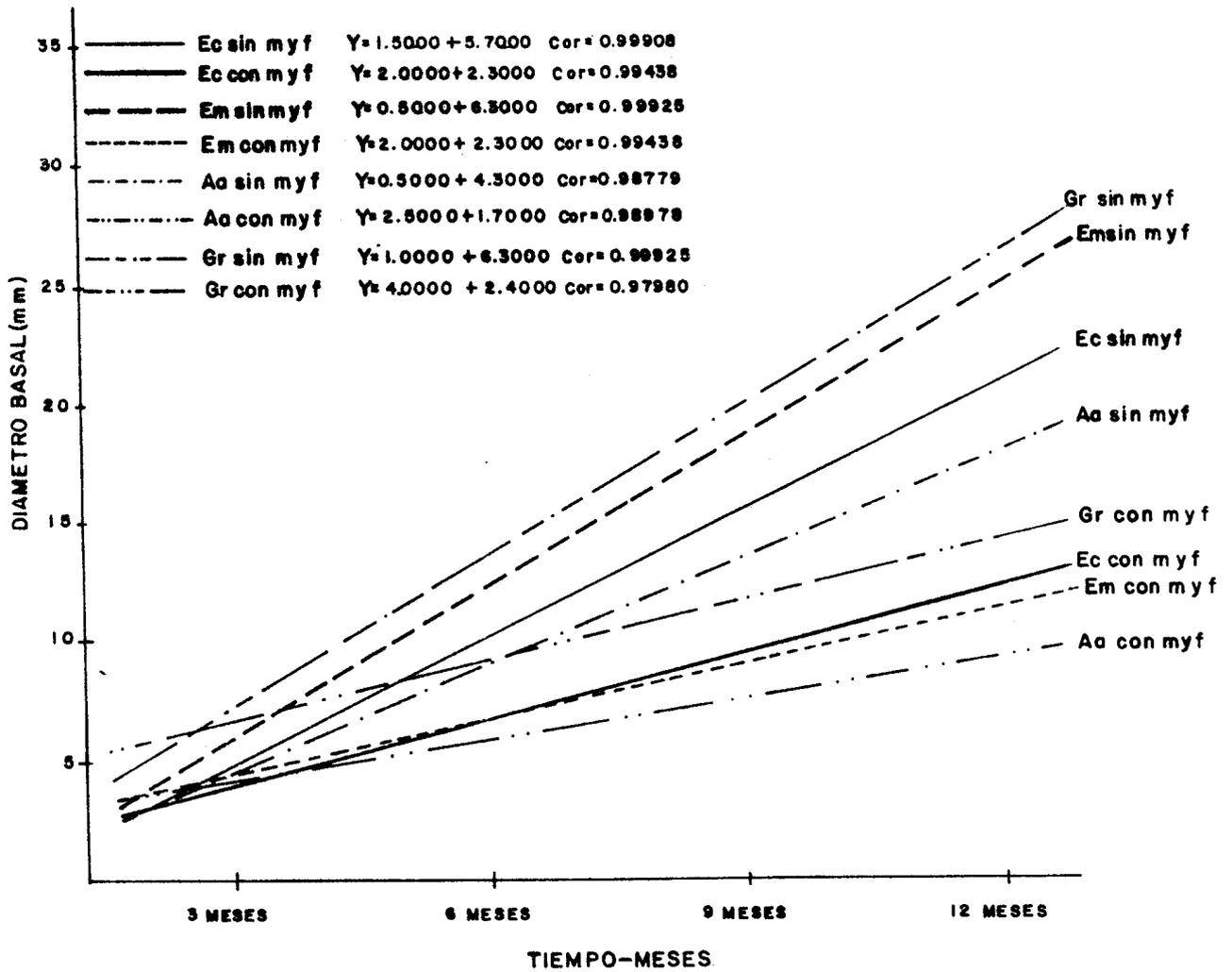


FIG. 7 DETERMINACION DE DIAMETRO BASAL PROMEDIO EN RELACION AL PERIODO DE TIEMPO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

En cuanto al incremento medio anual de esta variable Eucalyptus maculata no asociada presentó el resultado más alto, siguiéndole las especies no asociadas. Ver cuadro 1

Así mismo las especies asociadas como Eucalyptus citriodora, y Eucalyptus maculata, se puede observar en la figura 8, que a partir de la segunda lectura de medición, correspondiente a la finalización de la época lluviosa se siguió incrementando el crecimiento de dicha variable, a partir de la tercera y cuarta lectura, las cuales se efectuaron en la época de verano. Esto nos indica que las especies mencionadas anteriormente, presentaron una aceptable adaptación al área en estudio. Se observa que la especie Grevillea robusta asociada presenta un incremento mayor en la última lectura y la especie Alnus arguta asociada y no asociada durante la última lectura no presentó diferencia de diámetro de copa.

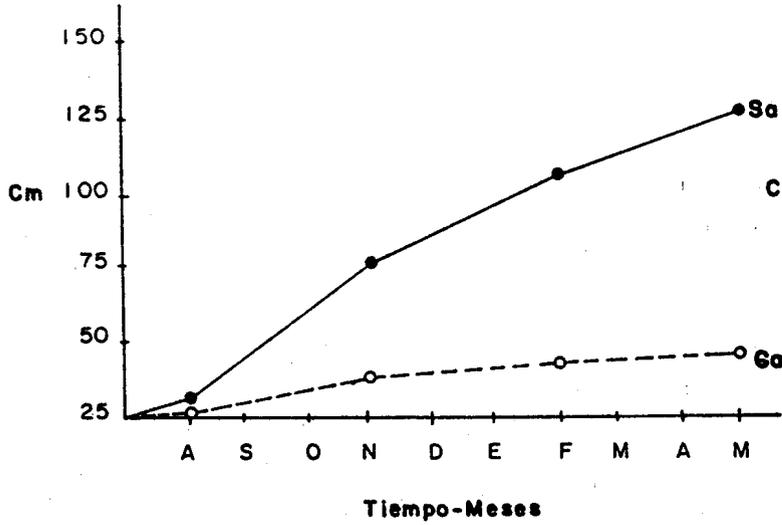
Refiriéndonos a las cuatro mediciones que se hicieron de dicha variable, el análisis de varianza mostró diferencias significativas a un nivel del 95% de probabilidad. Ver Apéndice 2.

En la primera lectura la especie forestal Grevillea robusta presentó superioridad respecto a las demás especies. Seguidamente, en lo que respecta a la segunda, tercera y última lectura realizadas en el área en estudio, las especies: -- Eucalyptus maculata, Eucalyptus citriodora y Grevillea robusta se comportaron iguales estadísticamente con respecto a dicha variable.

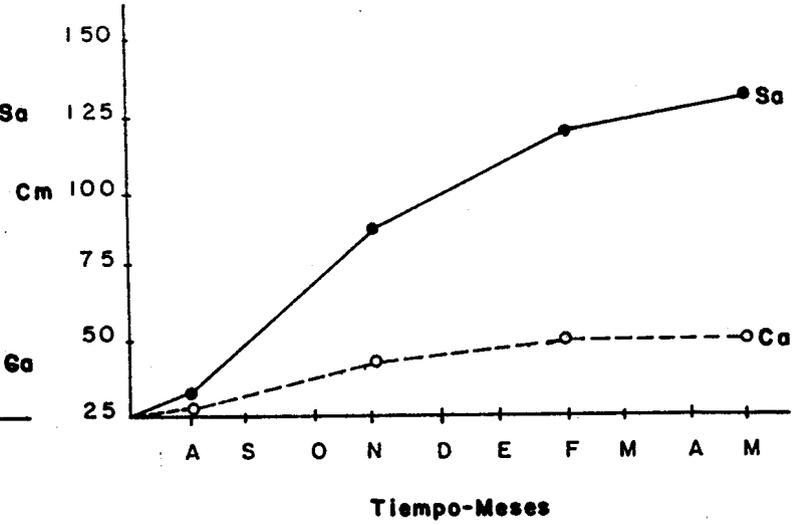
Detlefsen (5), cita que en general, existen pocos trabajos realizados respecto a crecimiento en diámetro de copa considerados con especies forestales en asociación de cultivos. Esta variable de crecimiento, se consideró en la presente investigación, debido a que la exposición foliar -----

Sa = SIN ASOCIO ———  
 Ca = CON ASOCIO - - - -

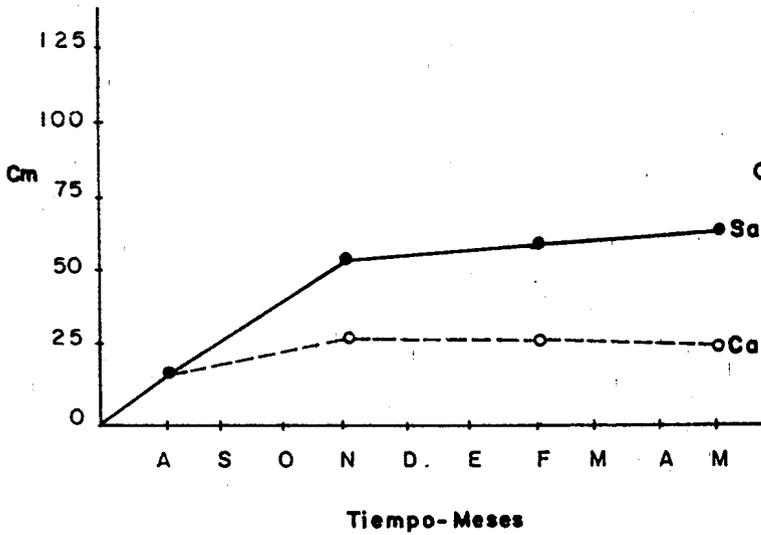
Eucalyptus citriodora



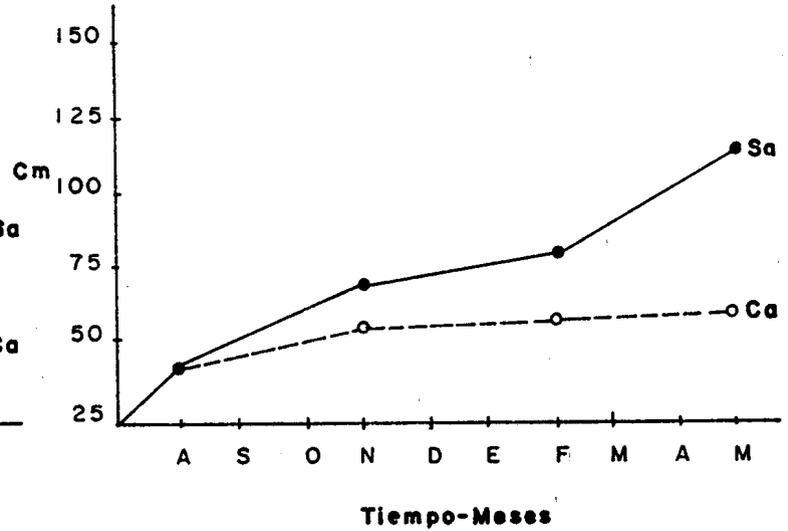
Eucalyptus maculata



Alnus arguta



Grevillea robusta



**Fig. 8 CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA DE ESPECIES FORESTALES**

incrementa la actividad fotosintética de los árboles con lo - cual se espera una mejor respuesta en altura. Esto tiende a tener mejor relevancia cuando el asocio es con cultivos anuales, que crecen rápido, con densidad alta y que pueden ser al tamente competitivos con luz, espacio y nutrientes con las es pecies forestales en las primeras etapas de establecimiento.

Los datos del Apéndice 4, nos determinan las ecuaciones de regresión entre las variables de diámetro de copa promedio (dependiente) y edad en meses (independiente) para cada tratamiento estudiado. Después de probar 5 modelos: modelo lineal, logarítmico, geométrico, cuadrático y radical.

Las ecuaciones y líneas de regresión se presentan en la figura 9, utilizando el modelo lineal que fue el que más - se adaptó. Se puede observar que el crecimiento de diámetro de copa de los tratamientos: Eucalyptus maculata no asociado Em sin myf, Eucalyptus citriodora no asociado Ec sin myf, --- Grevillea robusta no asociada Gr sin myf, Alnus arguta no asociada Aa sin myf, mostraron mayor incremento de diámetro de - copa a través del tiempo, lo que nos indica que obtuvieron - una relación aceptable en cuanto a dichas variables.

Las especies asociadas en cuanto al incremento de diámetro de copa a través del período de tiempo fue menor, debido posiblemente a la competencia de espacio, con los cultivos -- agrícolas en el inicio del establecimiento del área en estudio. La especie Eucalyptus maculata no asociada Em sin myf presenta el mayor incremento por unidad de tiempo y la especie Alnus arguta asociada Aa con myf presenta el menor incremento en relación al tiempo.

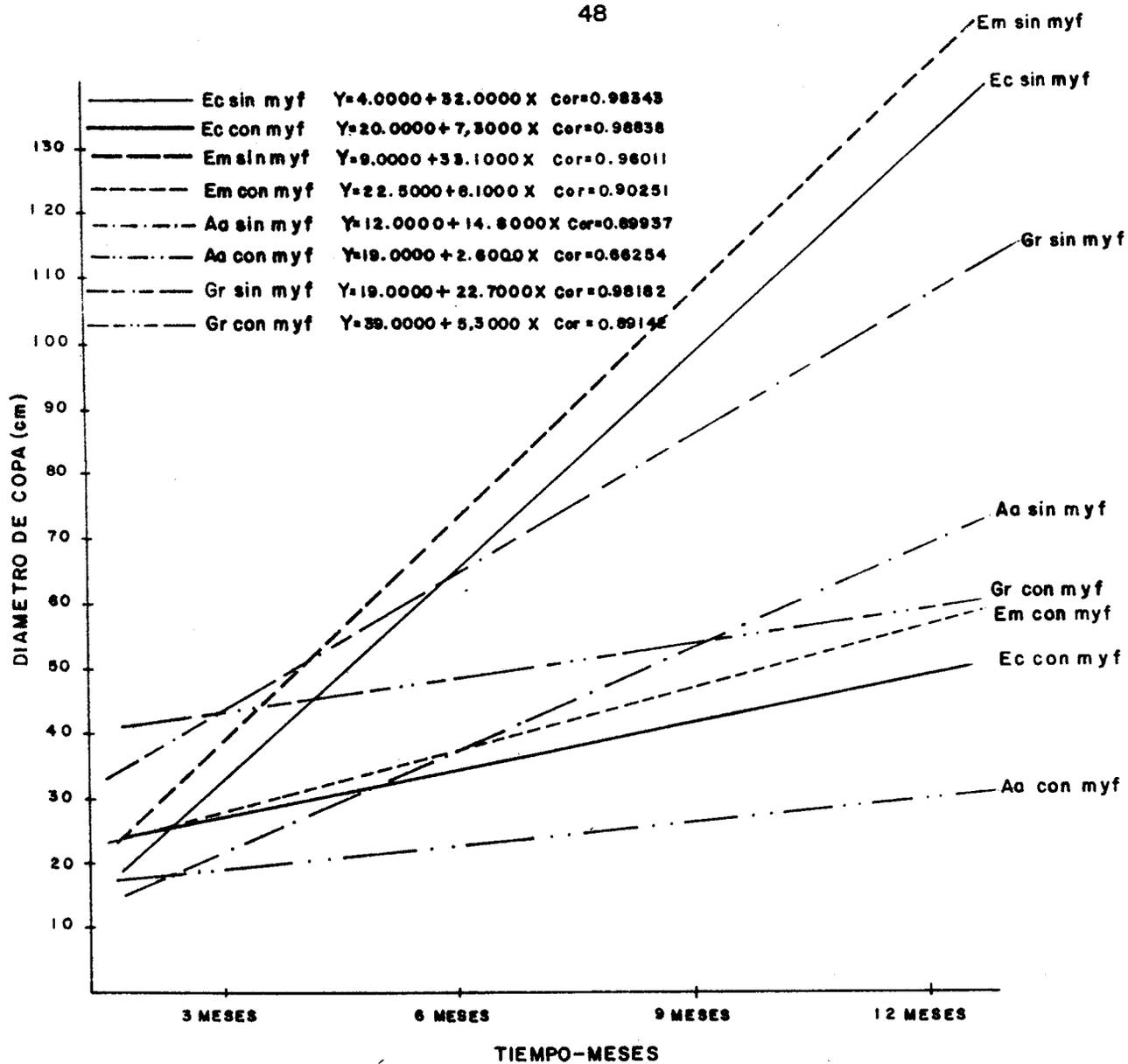


FIG. 9 DETERMINACION DE DIAMETRO DE COPA PROMEDIO EN RELACION AL PERIODO DE TIEMPO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.

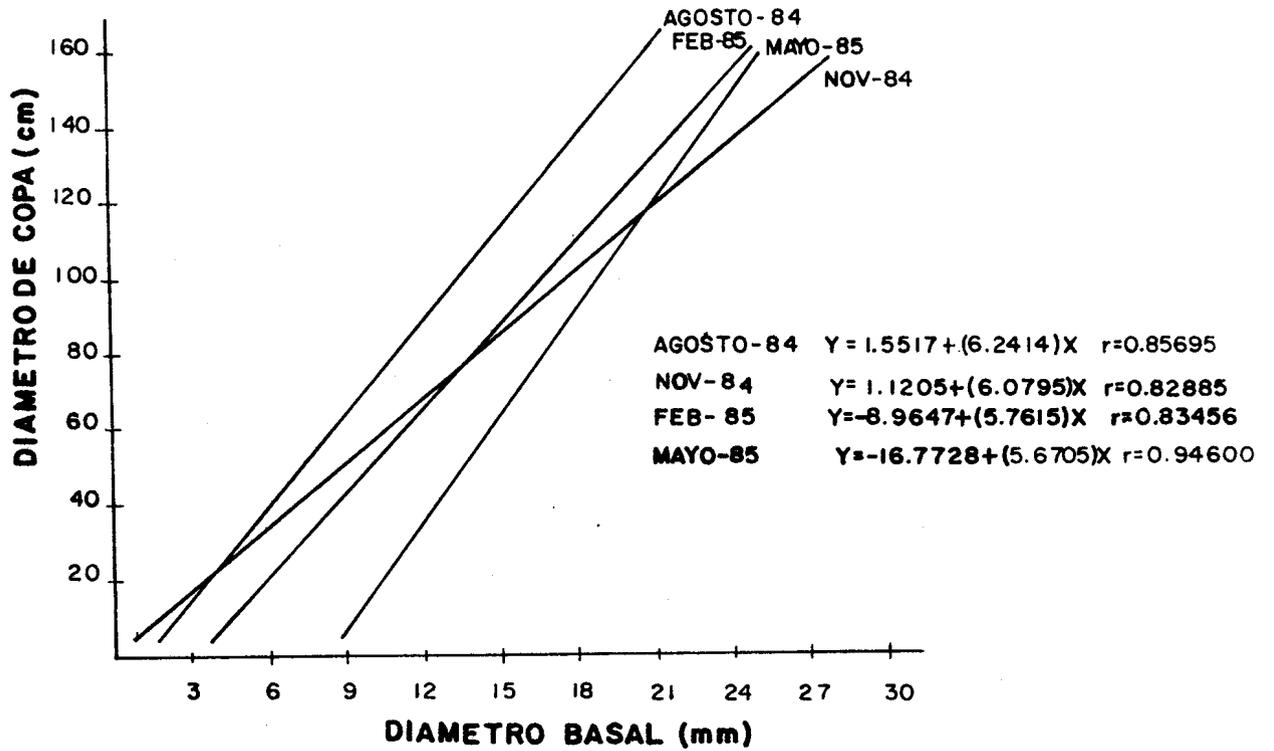
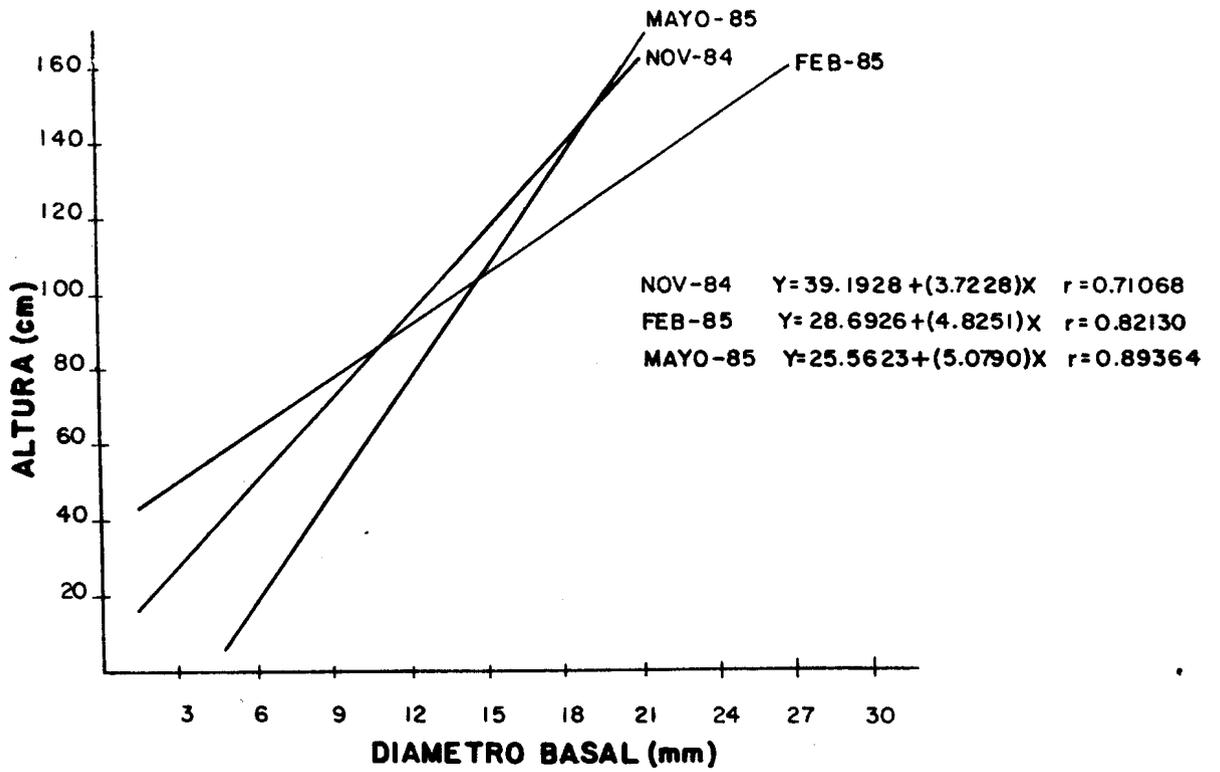
#### 4.2 Regresión de Variables Dasométricas

En base a los datos promedio de las diferentes lecturas, que se realizaron durante los meses de agosto-noviembre de 1984 y febrero-mayo de 1985, en el área en estudio, después de probar 5 modelos: modelo lineal, logarítmico geométrico, cuadrático y radical, se determinaron las ecuaciones de regresión, entre las variables de diámetro basal, (independiente)-altura (dependiente), diámetro basal (independiente) - diámetro de copa (dependiente), utilizando el modelo lineal que fue el que más se adaptó.

Las ecuaciones y líneas de regresión se muestran en la figura 10, que incluye a los tratamientos de Eucalyptus citriodora sin asocio Ec sin myf, Eucalyptus citriodora asociada Ec con myf, Eucalyptus maculata sin asocio Em sin myf, --- Eucalyptus maculata asociado Em con myf, Alnus arguta sin asocio Aa sin myf, Alnus arguta asociada Aa con myf, Grevillea robusta sin asocio Gr sin myf, Grevillea robusta asociada -- Gr con myf, presentándose los valores promedios de las diferentes variables en el Apéndice 5.

#### 4.3 Producción de Maíz y Frijol

Los cultivos agrícolas maíz y frijol son de suma importancia para los agricultores de la región, ya que son la base en cuanto a la dieta de sustento alimenticio y económico se refiere como fuente primordial para dichas personas. Refiriéndonos al cultivo de maíz en la zona, los agricultores acostumbran a efectuar las siembras cuando se inician las primeras lluvias de invierno y además realizan la cosecha finalizando el año; con el cultivo de frijol se presentan dos tipos de siembra, frijol de suelo que fue el que se utilizó en el área en estudio y frijol enredadera, realizando la siembra de este cultivo en la época de las primeras lluvias y cosechando cuatro meses después.



**FIG. 10 LINEA DE REGRESION DE LAS DIFERENTES VARIABLES DE LAS ESPECIES FORESTALES**

En relación a las semillas utilizadas en el área de los cultivos antes mencionados, la mayoría de agricultores hacen uso de semillas no mejoradas, es decir semillas criollas utilizando en menor cantidad semillas mejoradas. Las producciones que se han obtenido en determinada zona, según información proporcionada por los mismos agricultores, que se dedican a la actividad de trabajo de dichos cultivos, son de 36 quintales por manzana de maíz (2332.77 kg/ha), en el cultivo de frijol 12 quintales por manzana (777.59 kg/ha).

El rendimiento total que se obtuvo en el área experimental, donde se cultivó maíz fue de 1323 lbs en 0.2 hectáreas, lo que equivale a un rendimiento de 3000.53 kg/ha; para el cultivo de frijol el rendimiento fue de 169.89 lbs en 0.2 hectáreas, lo que equivale a un rendimiento de 385.31 kg/ha. Se podrá observar que los resultados son diferentes y que el incremento del 28% que se obtuvo en el rendimiento de maíz, en esta oportunidad no es lo suficientemente representativo para establecer de que el asocio de árboles le haya causado algún beneficio al cultivo. Es importante señalar que a finales de septiembre, se presentaron fuertes vientos que dañaron parte de esa zona, incluyendo el área de estudio, por lo que se cree que se hubiera obtenido un mejor aumento en el rendimiento de maíz, si no se hubiera presentado este tipo de fenómeno.

Así mismo, en el cultivo de frijol los resultados obtenidos por rendimiento fueron bastante bajos en comparación con cosechas anteriores en esa área de estudio, esto se debió a que en determinada época del ciclo de cultivo (época de intensas lluvias) se presentaron enfermedades fungosas como: Roya del frijol (*Uromyces phaseoli*) y Antracnosis; enfermedades que son importantes en determinada zona por el daño que causan, disminuyendo el rendimiento de dicho cultivo.

Es importante señalar que se presentó en el área en estudio el ataque de Tortuguilla (Diabrotica spp), la cual - causó un daño económico al cultivo de frijol, disminuyendo - así los rendimientos.

En el cuadro 2, correspondiente al cultivo de maíz, cuadro 3 correspondiente al cultivo de frijol, se muestran - los resultados obtenidos por bloque-tratamiento, habiendo - ocupado cada parcela un área de 100 mts<sup>2</sup>. En dichos cuadros también se incluyó la equivalencia de los distintos rendimien- tos obtenidos por parcela a rendimientos expresados en kg/ha. Como se puede apreciar en el cuadro 2, el rendimiento de maíz en el bloque 1 fue mayor al de los otros bloques, lo que pro- bablemente se deba a la presencia de mejor contenido de mate- ria orgánica, por encontrarse en la parte alta del área en es- tudio. Así mismo, el bloque 3 fue menor a los otros bloques lo cual se debe a la presencia del horizonte con respecto al tipo de suelo y a la erosión del mismo.

Al referirnos al cultivo de frijol en el cuadro 3, - se puede observar que los bloques 1 y 2 presentaron similitud en cuanto a menores rendimientos en relación a los bloques 3 y 4, ésto posiblemente se deba al daño que pudo causar las - enfermedades fungosas y a la plaga que causó el daño económi- co y a la erosión en determinadas áreas.

La producción de maíz y frijol en el análisis de va- rianza que se realizó para los dos cultivos, nos mostraron no significancia al 95% de probabilidad, esto nos indica que no hubo diferencias significativas de producción en cuanto a los tratamientos estudiados, como podemos observarlo en el Apéndice 3.

CUADRO 2

Producción de Maíz obtenida en el Area Experimental por Bloque  
Parcela y Tratamiento

Bloque No.	Parcela No.	Tratamiento	Rendimiento en libras por parcela (100 mts <sup>2</sup> )	Rendimiento expresado en Kg/Ha.
I	3	Ec con myf	107	4853.48
	7	Em con myf	92	4173.09
	6	Aa con myf	58	2630.86
	9	Gr con myf	86	3900.93
	8	OC*	89	4037.01
			<u>432</u>	<u>19595.37</u>
II	3	Ec con myf	67	3039.10
	9	Em con myf	64	2903.02
	5	Aa con myf	51	2313.34
	2	Gr con myf	82	3719.49
	4	OC *	74	3356.61
			<u>338</u>	<u>15331.56</u>
III	9	Ec con myf	49	2222.62
	3	Em con myf	84	3810.21
	5	Aa con myf	44	1995.82
	2	Gr con myf	43	1950.46
	7	OC *	52	2358.70
			<u>272</u>	<u>12337.81</u>
IV	6	Ec con myf	46	2086.54
	2	Em con myf	44	1995.82
	9	Aa con myf	55	2494.78
	8	Gr con myf	74	3356.61
	5	OC *	62	2812.30
			<u>281</u>	<u>12746.05</u>
		Total:	1323	60010.79
		Promedio	66.15	3000.54

Con. Cuadro 2.

*	=	Parcela testigo
Ec con myf	=	<u>Eucalyptus citriodora</u> asociado con cultivos
Em con myf	=	<u>Eucalyptus maculata</u> asociado con cultivos
Aa con myf	=	<u>Alnus arguta</u> asociado con cultivos
Gr con myf	=	<u>Grevillea robusta</u> asociado con cultivos
OC	=	Cultivos agrícolas
1 Lb	=	0.4592 kgs.

CUADRO 3  
Producción de Frijol obtenida en el Area Experimental por  
Bloque, Parcela y Tratamiento

Bloque No.	Parcela No.	Tratamiento	Rendimiento en libras por parcela (100 mts <sup>2</sup> )	Rendimiento expresado en Kg/Ha
I	3	Ec con myf	6.44	292.12
	7	Em con myf	5.63	255.38
	6	Aa con myf	6.50	294.84
	9	Gr con myf	9.94	450.88
	8	Oc *	<u>8.00</u>	<u>362.88</u>
				36.51
II	3	Ec con myf	7.50	340.20
	9	Em con myf	13.25	601.02
	5	Aa con myf	4.75	215.46
	2	Gr con myf	6.00	272.16
	4	OC *	<u>6.63</u>	<u>300.73</u>
				38.13
III	9	Ec con myf	8.06	365.60
	3	Em con myf	7.00	317.52
	5	Aa con myf	4.00	181.44
	2	Gr con myf	8.00	362.88
	7	OC *	<u>9.56</u>	<u>433.64</u>
				36.62
IV	6	Ec con myf	15.00	680.40
	2	Em con myf	8.63	391.45
	9	Aa con myf	10.00	453.60
	8	Gr con myf	13.00	589.68
	5	OC *	<u>12.00</u>	<u>544.32</u>
				58.63
		Total:	169.89	7706.20
		Promedio	8.49	385.31

Cont. Cuadro 3.

*	=	Parcela testigo
Ec con myf	=	<u>Eucalyptus citriodora</u> con asocio de cultivos
Em con myf	=	<u>Eucalyptus maculata</u> con asocio de cultivos
Aa con myf	=	<u>Alnus arguta</u> con asocio de cultivos
Gr con myf	=	<u>Grevillea robusta</u> con asocio de cultivos
OC	=	Cultivos agrícolas
1 lb	=	0.4592 kgs.

#### 4.4 Suelos

Los resultados obtenidos de los análisis de fertilidad de suelos, se adjuntan en el Apéndice 6; de acuerdo a dichos resultados se observa que las muestras 1, 2, 3 y 4 que corresponden a los bloques I, II, III y IV respectivamente, el contenido de P se encuentra por debajo del límite crítico, establecido por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-. Así mismo el contenido de K en las muestras 1, 2 y 3 son deficientes, respecto a la muestra 4, la cual se encuentra por encima del límite crítico permitido.

El contenido de Ca se encuentra por debajo del nivel crítico, mientras que el contenido de Mg se encuentra por encima de dicho nivel, como se puede observar en la relación -- Ca/Mg que se manifiesta por debajo de los valores recomendables. Como podemos observar en las cuatro muestras, los resultados obtenidos con respecto al pH, el suelo se considera neutro.

En el muestreo de suelos, tomado a distintas profundidades de una calicata que se elaboró, puede dar una idea bastante general de la variación del contenido de materia orgánica en relación a los estratos superiores e inferiores, en donde la muestra 0-30 cms obtenida del estrato superior, el porcentaje de materia orgánica es mayor a los otros estratos. Fassbender (7) cita, que los horizontes A de suelos explotados agrícolamente presentan por lo general valores entre 0.1 y 10% de materia orgánica, cuyo contenido decrece con la profundidad en el perfil del suelo; clasificándose los suelos de acuerdo a su contenido de materia orgánica y a las necesidades de un determinado cultivo.

Con respecto al pH de las muestras obtenidas a diferentes profundidades, como se observa en el Apéndice 6, se --

presenta el suelo neutro. Así mismo, al referirnos al color húmedo, la clave 10 Yr 2/2 nos dá un suelo pardo muy oscuro, 10Yr 4/4 pardo oscuro amarillento, 7.5 Yr 5/6 pardo fuerte; - con color seco la clave 10Yr 5/4 nos dá pardo amarillento, -- 10 Yr 5/6 pardo amarillento, 10Yr 7/6 amarillo, ésto de acuerdo a la escala de Munsell. La textura nos dá una idea en -- cuanto a la relación con materia orgánica, ya que en el estrato superior se presentó un suelo franco-arcilloso-limoso, diferente a los otros dos estratos, los cuales se presentan como arcillosos con mayor porcentaje de arcilla, mayor porcentaje de limo y menor porcentaje de arena.

#### 4.5 Análisis Económico

En lo que se refiere a este renglón, en el presente estudio sólo se consideraron los costos de inversión, es decir, los costos de mano de obra, insumos utilizados durante el período experimental y algunos costos fijos, tales como: - intereses de capital, gastos de administración, gastos imprevistos, tomándose en cuenta el alquiler del terreno, puesto - que esta investigación fue realizada con arrendatarios de la región.

En el cuadro 5 se detallan las labores, prácticas e insumos que se utilizaron en los cultivos durante el período de tiempo comprendido entre mayo y diciembre de 1984 para el cultivo de maíz y de junio a septiembre de 1984 para el cultivo de frijol, de acuerdo a la inversión del área en estudio, para realizar dicha investigación, en la cual dentro de los jornales pagados se cubrieron las prestaciones sociales exigidas por la Ley Laboral del país. Como estas prestaciones generalmente no son cubiertas por los agricultores de esta región, en el cuadro 4 se incluyó el costo de producción de estos cultivos para el año 1982, con la información proporcionada por el Departamento de Socioeconomía Rural del ICTA, -----

Chimaltenango, a fin de tener una idea más clara de la inversión real, que le representaría realizar a los agricultores sobre dichos cultivos.

## CUADRO 4

Costos de Producción-Tecnología típica, sistema maíz y frijol. Valle de Chimaltenango, Región V-4, 1982

Labores	Forma	Q/Ha
Preparación d/tierra	Manual	63.09
Siembra maíz s/abono s/desinfec	Manual	23.66
Deshierbo	Manual	33.33
Calza	Manual	47.31
Siembra frijol	Manual	9.10
Despunte maíz	Manual	17.56
Tapizca maíz	Manual	47.43
Entrojado maíz	Manual	5.29
Cosecha frijol	Manual	35.71
Aporreo frijol	Manual	12.46
Transporte maíz	Mecanizada	14.84
Transporte frijol	Mecanizada	9.46
Total:		256.15
<u>Insumos</u>	<u>Clase</u>	<u>Q/Ha</u>
Semilla maíz	Criollo blanco	3.31
	Criollo amarillo	2.74
Frijol	Criollo mata	42.86
Fertilizante	Urea	62.66
Total:		111.57
Costos Directos		378.09
Interés 8% scd		35.29
Administración, 10% scd		44.11
Alquiler tierra, promedio		128.57
Costo Total de Producción		575.69

Cont. cuadro 4.

No de colaboradores	9
Area total	6.16 Mz
	8.80 ha

FUENTE: Socioeconomía Rural, ICTA, Chimaltenango, 1982.

## CUADRO 5

Costos de Producción de Maíz y Frijol, de acuerdo a la inversión del Area en estudio. Mayo-diciembre 1984

Labores	Forma	Q/Ha
Limpia de terreno	Manual	31.28
Surqueado	Manual	44.69
Chapeo	Manual	5.59
Siembra	Manual	53.63
Limpias 1a y 2a	Manual	27.93
Fertilización 1a y 2a	Manual	22.34
Aplicación pesticidas	Manual	16.76
Boleo o calza	Manual	<u>16.76</u>
Total costo de labores:		218.98
<u>Cosecha</u>		
Arranque	Manual	22.34
Aporreo o soplado	Manual	4.00
Tapizca, destuzado, asoleo	Manual	26.81
Desgrane	Manual	10.00
Transporte al lugar/aporreo	Mecanizado	<u>15.00</u>
Total costo de cosecha:		78.15
<u>Insumos</u>		
Fertilizantes	46-0-0 y 16-20-0	65.85
Pesticidas	Dithane-folidol-malathión	9.50
Semillas	Criollas no mejoradas	<u>13.44</u>
Total costo de insumos:		88.79
<u>Costos Directos</u>		385.92
Arrendamiento		107.25
Gastos de oportunidad	Administrativos (5%) Imprevistos (5%)	38.59
Interés (8% scd)		<u>30.87</u>
		176.71
Costos Indirectos	Q 176.71	
Costo total de Producción	Q 562.63	

## CUADRO 6

Costo de Reforestación utilizando el sistema "Taungya", de acuerdo a la  
Inversión del área en estudio, junio/84-mayo/85

Labores	Forma	Q/Ha
Limpia del terreno	Manual	31.28
Surqueado	Manual	44.69
Chapeo	Manual	5.59
Siembra	Manual	53.63
Hechura de estacas	Manual	4.47
Trazo terreno, estaquillado ahoyado, siembra de plantas	Manual	292.97
Transporte de plantas	Mecanizada	9.38
Fertilización	Manual	22.34
Limpias	Manual	27.93
Plateo de árboles	Manual	33.52
Aplicación pesticidas	Manual	16.76
Boleo o calza	Manual	16.76
Total costo labores:		<u>559.32</u>
<u>Cosecha</u>		
Arranque	Manual	22.34
Aporreo o soplado	Manual	4.00
Tapizca	Manual	26.81
Destuzado, asoleo y desgrane	Manual	10.00
Transporte al lugar aporreo	Mecanizado	15.00
Total costo cosecha:		<u>78.15</u>
<u>Insumos</u>		
Fertilizantes	46-0-0 y 16-20-0	65.85
Pesticidas	Dithane, folidol, malathion	9.50
Semillas	Criollas no mejoradas	13.44
Bolsa plástica		16.00
Total costo de insumos:		<u>104.79</u>
<u>Costos Directos</u>		
Arrendamiento		107.25

Cont. cuadro 6.

Gastos de	Administrativos (5%)	70.87
oportunidad	Imprevistos (5%)	
Interés (8% scd)		<u>56.70</u>
		234.82
Costos Indirectos		234.82
Costo Total de Producción		<u>977.08</u>

En el cuadro 6, se puede observar en cuanto al costo de labores que implicó la reforestación por área, utilizando el sistema de asocio de maíz y frijol y árboles (sistema Taungya) en relación al trazo del terreno, estaquillado, ahoyado y siembra de las plantas, observándose un incremento del costo debido a que las personas que realizaron dicha actividad corresponden a personal de INAFOR (Institución del Estado), por lo que los salarios de cada jornal son mayores, comparado con lo que puede ganar un agricultor de la región.

En el cuadro 7, se puede observar en cuanto al costo de labores que implicó la reforestación por área, sin el asocio de cultivos agrícolas maíz y frijol, en relación al trazo del terreno, estaquillado, ahoyado y siembra de las plantas, observándose un incremento del costo debido a que las personas que realizaron dicha actividad, corresponden a personal del INAFOR (Institución del Estado), por lo que los salarios de cada jornal son mayores, comparado con lo que puede ganar un agricultor de la región.

## CUADRO 7

Costo de Reforestación sin asocio de Maíz y Frijol, de acuerdo a la Metodología seguida y a la Inversión del area en estudio. Junio/84-mayo/85.

Labores	Forma	Q/Ha
Limpia de terreno	Manual	31.28
Chapeo	Manual	5.59
Hechura de estacas	Manual	4.57
Trazado de terreno, estaquillado, ahoyado, siembra d/plantas	Manual	292.97
Transporte de plantas	Mecanizado	9.28
Plateo de árboles	Manual	<u>33.52</u>
Total costo de labores:		377.21
<u>Insumos</u>		
Bolsa plástica		16.00
<u>Costos Directos</u>		393.21
Arrendamiento		107.25
Gastos de Oportunidad	Administrativos (5%)	39.32
Interés (8% scd)	Imprevistos (5%)	<u>31.46</u>
		178.03
Costos Indirectos	178.03	
<u>Costo Total de Producción</u>	<u>571.24</u>	

En el cuadro 8, se resumieron los costos totales de los cuadros del 4 al 7, con el fin de comparar el costo del "Sistema Taungya" con el otro sistema de reforestación, sin el asocio de cultivos agrícolas, y también con el costo del cultivo de maíz y frijol.

## CUADRO 8

Diferencia de Costos Totales utilizando el Sistema "Taungya" como comparador

	Sistema Taungya	Reforestación sin maíz y frijol	Cultivo de Maíz y Frijol Inversión del area en estudio	Tecnología típica
Costo Total por ha (Q)	977.08	571.24	562.63	575.69
Diferencia	-	405.84	414.45	401.39

De acuerdo al cuadro 8, se puede deducir que el costo de reforestación sin maíz y frijol, únicamente se redujo en un 41.54% comparado con el costo de inversión que se hizo en el sistema "Taungya", y que en el cultivo de maíz y frijol se redujo en 42.42%, lo que nos indica que las diferencias se encuentran en un porcentaje menor de la mitad de la inversión del sistema "Taungya".

Pero si se considera el ingreso del producto total de la cosecha de los cultivos, que fue de Q 174.77 (para maíz fué de Q 132.30 y para el cultivo de frijol fue de Q 42.47), en 0.20 ha se deduce fácilmente como se muestra en el cuadro 9, que el costo de inversión para el sistema "Taungya" queda reducido a Q 103.18, lo que representa una disminución de 89.44% de la inversión inicial; y si a la vez comparamos este valor reducido del sistema "Taungya", con la inversión de la reforestación sin maíz y frijol, se puede establecer que la inversión de "Taungya" representa una disminución de 81.94 % respecto al sistema de reforestación mencionado.

CUADRO 9

Reducción en los Costos de Inversión debido al Ingreso obtenido en la cosecha de maíz y frijol

Concepto	Sistema Taungya	Cultivo de Maíz y Frijol Inversión del Tecnología area en estudio típica	
Costo total de inversión en Q/ha	977.08	562.63	575.69
Ingreso por cosecha en Q/ha	873.90	873.90	873.90
Inversión reducida en Q/ha	103.18	-	-
% reducción	89.44	-	-
Ganancia	-	311.27	298.21

Al considerar el ingreso del producto de la cosecha se puede observar en el cuadro 9, que según la inversión realizada dentro del área - en estudio del cultivo de maíz y frijol, se compensaron los gastos; es decir, que se obtuvo una ganancia de Q 311.27.

Asimismo, si se compara con el costo de la tecnología típica del cultivo de maíz y frijol en la región, se podrá observar que existe una ganancia de Q 298.21 por hectárea.

Según Fernández (8), citado por Spiegelner trabajando con Gmelina arborea asociada con maíz y frijol, indica que la producción de los cultivos durante el primer año cubrió los gastos de establecimiento y mantenimiento de la plantación, dejando ingresos netos hasta \$ 1076.11 por ha.

US\$ 1 = 1 quetzal.

#### 4.6 Producción Volumétrica

Se hizo una estimación de la producción en volumen por hectárea, para cada una de las especies, a la edad de 12 meses, usando los promedios de altura y diámetro de tallo para cada especie, usando la metodología propuesta por Ortíz (17);  $\text{mts}^3/\text{ha} = g \times h \times 0.5$ .

El factor 0.5 fue usado en forma general para todas las especies de tal forma que permitiera comparaciones dentro y entre especies. La estimación de los volúmenes son presentados en los cuadros 10 y 11.

Es necesario hacer la observación que, aunque a esta edad las especies no pueden ser aprovechadas para leña debido a sus dimensiones pequeñas y a la densidad de la madera, la estimación del volumen nos permitirá hacer comparaciones dentro de la misma especie a diferentes edades.

CUADRO 10  
Producción Volumétrica ( $\text{mts}^3/\text{ha}$ ) a los doce meses

Especies no asociadas	Area basal media ( $\text{m}^2$ )	Altura media (m)	Factor forma	Volumen medio ( $\text{m}^3$ )	Densidad por ha	Volumen ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )
E. citriodora	$3.46 \times 10^4$	1.57	0.5	$2.72 \times 10^4$	2500	0.68
E. maculata	$4.91 \times 10^4$	1.44	0.5	$3.53 \times 10^4$	2500	0.88
A. arguta	$2.27 \times 10^4$	0.87	0.5	$9.87 \times 10^5$	2500	0.25
G. robusta	$5.31 \times 10^4$	1.58	0.5	$4.19 \times 10^4$	2500	1.05

CUADRO 11  
Producción Volumétrica ( $m^3/ha$ ) a los doce meses

Especies Asociadas	Area Basal media ( $m^2$ )	Altura media (m)	Factor forma	Volumen medio ( $m^3$ )	Densidad por/ha	Volumen ( $m^3/ha$ )
E. citriodora	$9.50 \times 10^5$	1.06	0.5	$5.04 \times 10^5$	2500	0.13
E. maculata	$9.50 \times 10^5$	0.76	0.5	$3.61 \times 10^5$	2500	0.09
A. arguta	$6.36 \times 10^5$	0.62	0.5	$1.97 \times 10^5$	2500	0.05
G. robusta	$1.33 \times 10^4$	0.90	0.5	$5.97 \times 10^5$	2500	0.15

V =  $g \times h \times f$

V = volumen ( $m^3$ )

g = área basal media de la especie ( $m^2$ )

h = altura media de la especie (m)

f = factor forma.

## 5. CONCLUSIONES

-Los tratamientos de las especies en cuanto al porcentaje de sobrevivencia, resultaron ser estadísticamente significativas, lo que indica que hay diferencias entre las mismas, en cuanto a la adaptabilidad al área en estudio; presentando superioridad las especies Grevillea robusta y Eucalyptus maculata, sobre las demás especies.

-Respecto al análisis estadístico realizado sobre la variable de altura, este mostró significancia entre los tratamientos, predominando Eucalyptus citriodora y Grevillea robusta comparadas sobre los demás tratamientos. Así mismo las especies no asociadas presentaron mayor altura que las especies asociadas, ésto se debe al comportamiento inicial de las especies.

-En cuanto al crecimiento de diámetro basal, las especies Grevillea robusta y Eucalyptus maculata sin asocio, presentaron superioridad a las demás especies asociadas durante la mitad del período de tiempo en estudio. Seguidamente al finalizar el experimento se pudo observar que las especies no asociadas obtuvieron mejor crecimiento de diámetro basal que las especies asociadas, lo cual se indica estadísticamente. Esto se debe a la competencia que existe entre especies forestales y cultivos anuales respecto a luz solar, agua, nutrientes y espaciamiento.

-Los tratamientos que presentaron el mejor crecimiento de diámetro de copa fueron Eucalyptus maculata y Eucalyptus citriodora. Esto se debe a que el desarrollo de estas especies sobre dicha variable es superior a las otras especies estudiadas.

-La producción de maíz en las parcelas no asociadas con árboles (3141 kg/ha) presentaron una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de maíz en las parcelas en donde si hubo asocio ( 2965 kg/ha).

-La producción de frijol en las parcelas no asociadas con árboles (410 kg/ha) presentaron una pequeña diferencia (estadísticamente no significativa) en relación a la producción de frijol en las parcelas en donde si hubo asocio ( 379 kg/ha).

-Durante el período experimental, el Sistema Taungya" con respecto al valor total de la inversión, este se redujo en un 89.44%, lo que equivale a una disminución del 81.94% respecto a la inversión realizada en el sistema de reforestación sin asocio de maíz y frijol.

-Al comparar el costo de la tecnología típica del maíz y frijol que emplean los agricultores de la región, con los ingresos adquiridos por la cosecha de estos cultivos durante el presente ensayo, se llega a la conclusión de que se habría obtenida una ganancia de Q 298.21 por hectárea, lo que permite asumir que la inversión real para los agricultores de una parte de la región del departamento de Chimaltenango (cabecera), adopten el sistema "Taungya" de reforestación, por lo que podrán obtener resultados más beneficiosos de los que se obtuvieron en esta investigación.

6. RECOMENDACIONES

-Interesarse por llevar a cabo plantaciones con especies forestales de Grevillea robusta, Eucalyptus citriodora y Eucalyptus maculata, para la recuperación de tierras degradadas por usos inapropiados en las partes altas de la región.

-Se sugiere la utilización del "Sistema Taungya" por presentar una reducción en relación al valor total de inversión realizado, comparado con el sistema tradicional de reforestación.

-Se recomienda que se realicen más investigaciones sobre el sistema "Taungya" en las partes altas de la región estudiada, con especies de rápido crecimiento, rápido rebrote y con cultivos anuales que resulten económicamente rentables para los agricultores, con la finalidad de recuperar a corto plazo parte de la inversión efectuada en la siembra de árboles y que las especies arbóreas se beneficien de los cuidados que se le brindan a los cultivos.

-Que las Entidades responsables de la reforestación del país, fomenten viveros y planten las especies Grevillea robusta, Eucalyptus citriodora y Eucalyptus maculata en la región en estudio, de acuerdo a las necesidades requeridas de la población.

-Realizar análisis de suelos con una atención cuidadosa a la identificación de deficiencias y a la adición de suplementos, según las necesidades de los cultivos asociados a las especies forestales.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, G. J. Los eucalyptus y la reforestación - del país. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Dirección General Forestal, 1960. 51 p.
2. BARRERA G., L. E. Comportamiento inicial de tres - especies forestales bajo dos métodos de refores tación en San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Gua temala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universi - dad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1986. 92 p.
3. BUDOWSKI, G. Aplicabilidad de los sistemas agrofo- restales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 8 p.
4. COMBE, J. Y GEWALD, N. Guía de campo en los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Costa Rica, Turrialba, CATIE, 1979. 378 p.
5. DETLEFSEN, E. G. Comportamiento inicial de tres es- pecies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (Zea mays L.) en la Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Gua temala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 104 p.
6. ENABOR, E. E. Aspectos socioeconómicos del sistema taungya en relación con la agricultura migrato- ria y la conservación de suelos en Africa. FAO. Boletín de Suelos no. 24. 1974. pp 152-165.
7. FASSBENDER, H. W. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1978. 398 p.
8. FERNANDEZ, S. Comportamiento inicial de Gmelina ar- bórea Roxb asociada con maíz (Zea mays L.) y fri jol (Phaseolus vulgaris L.) en dos espaciame- ntos en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag Sc. - Turrialba, UCR-CATIE, 1978. 125 p.
9. FLORES T., S. A. Estudio preliminar de la vegeta - ción de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fa- cultad de Agronomía, 1984. 71 p.
10. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Estudios - para la reforestación nacional de Guatemala. - Guatemala, 1977. 55 p.

11. ----- . MINISTERIO DE COMUNICACIONES, TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS. Proyecto de control de inundaciones (los ríos Achiguate y Pantaleón). Guatemala, 1985. 220 p. (Reporte Principal no. 45).
12. KING, K. F. S. Agro-silviculture (the taungya system). Ibadan, Nigeria. University of Ibadan. Bulletin no. 1. 1968. 100 p.
13. LITTLE, T. M. Y. JACKSON, H. F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas, 1980. 271 p.
14. LOPEZ, R. L. Importancia y necesidad de bosques energéticos en Guatemala. Guatemala, Dirección General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía, 1984. 11 p.
15. MARTINEZ G., H. A. Algunos casos de agroforestación observados en Guatemala. Guatemala, 1983. 11 p.
16. NORMAS PARA la investigación silvicultural de especies de leña. Turrialba, Costa Rica, CATIE-RÖCAP, 1984. 115 p.
17. ORTIZ C., L. F. Crecimiento inicial de 18 especies forestales con diseño de espaciamiento nelder e tres localidades de Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables, 1984. 128 p.
18. REICHE, C. E. Implicaciones económicas del componente agroforestal. Turrialba, Costa Rica, CATIE-USAID, 1984. 343 p.
19. REYES, C. P. Diseño de experiencias aplicadas. 2a ed. México, Trillas, 1980. 433 p.
20. REYES, W. N. Caracterización preliminar de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 167 p.
21. SIMMONS, CH., TARANO, J. M. Y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

22. SPIEGGLER, C. Comportamiento inicial del Pinus oocarpa Schiede asociado con cultivos anuales. - Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 110 p.
23. STANDLEY, P. C. and STEYER, M. J. A. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v. 24, Parte III, 1946. pp 359-369.
24. US NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Especies para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 343 p.
25. WATTERS, R. F. La agricultura migratoria en América Latina. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal no. 17. 1971. 342 p.
26. WEBB, D. B. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales en regiones tropicales y subtropicales. London, England, Administración para el Desarrollo de Ultramar, 1980. 275 p.
27. ZANOTTI, J. R. Manejo del género de eucalyptus en vivero. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1983. 7 p.



8. A P E N D I C E

APENDICE 1

ANALISIS DE VARIANZA PARA % SOBREVIVENCIA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ Y FRIJOL

F.V.	F. CALCULADA					F. TABULADA	
	Julio-84	Agosto-84	Nov.-84	Feb.-85	Mayo-85	0.05	0.01
BLOQUES	1.787	0.356	0.304	1.484	1.484		
TRATAMIENTOS	1.689	3.466	0.562	3.327	3.327	2.49	3.64
ESPECIE (A)	3.855*	7.713*	0.304 N.S	5.557	5.557*	3.07	4.87
ASOCIACION (B)	0.064 N.S	0.056 N.S	2.739 N.S	1.145 N.S	1.145 N.S	4.32	8.02
(AB)	0.064 N.S	0.356 N.S	0.304 N.S	1.824 N.S	1.824 N.S	3.07	4.87
C.V.	7.89 %	8.57 %	3.56 %	5.78 %	5.78 %		

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE CRECIMIENTO EN ALTURA (cm) DE CUATRO ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON MAIZ Y FRIJOL

F.V.	F. CALCULADA				F. TABULADA	
	Agosto-84	Nov.-84	Feb.-85	Mayo-85	0.05	0.01
BLOQUES	0.964	0.196	0.049	0.161		
TRATAMIENTOS	4.797	2.367	3.386	5.644	2.49	3.64
ESPECIE (A)	10.995*	1.718 N.S	2.482 N.S	5.046*	3.07	4.87
ASOCIACION (B)	0.016 N.S	9.169 *	14.936 *	21.961*	4.32	8.02
(AB)	0.194 N.S	0.749 N.S	0.439 N.S	0.804 N.S	3.07	4.87
C.V.	16.69 %	25.16 %	30.89 %	29.13 %		

N.S.: No. Significativo

\* : Significancia al 95% de probabilidad

C.V.: Coeficiente de Variación.

## APENDICE 2

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL (mm)  
DE CUATRO ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS CON  
MAIZ Y FRIJOL.

F.V.	F. CALCULADA				F. TABULADA	
	Agosto-84	Nov.-84	Feb.-85	Mayo-85	0.05	0.01
BLOQUE	0.511	0.624	0.103	0.384		
TRATAMIENTOS	6.351	10.208	5.753	4.963	2.49	3.64
ESPECIE (A)	10.398*	5.847*	2.236N.S	1.860N.S	3.07	4.87
ASOCIACION (B)	8.022*	52.798*	32.802*	27.705*	4.32	8.02
A.B	1.747 N.S	0.373N.S	0.253N.S	0.484N.S	3.07	4.87
C.V.	19.08 %	18.73 %	28.65 %	35.82 %		

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE EL CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA  
(cm) DE CUATRO ESPECIES FORESTALES ASOCIADAS Y NO ASOCIADAS  
CON MAIZ Y FRIJOL.

F.V.	F. CALCULADA				F. TABULADA	
	Agosto-84	Nov.-84	Feb.-85	Mayo-85	0.05	0.01
BLOQUES	1.055	0.354	0.414	0.265		
TRATAMIENTOS	13.570	5.528	7.047	8.131	2.49	3.64
ESPECIE (A)	30.751 *	3.160 *	4.201 *	4.518 *	3.07	4.87
ASOCIACION (B)	1.582 N.S	25.183 *	31.378 *	40.295 *	4.32	8.02
AB	0.387 N.S	1,345N.S	1.784N.S	1.023N.S	3.07	4.87
C.V.	17.09 %	30.45 %	34.97 %	36.23 %		

## APENDICE 3

ANALISIS DE VARIANZA  
PRODUCCION DE MAIZ (kg)

F.V.	F. CALCULADA	F. TABULADA	
		0.05	0.01
BLOQUES	5.15 *	3.49	5.95
TRATAMIENTOS	1.24 N.S	3.26	5.41
C.V.	21.89 %		

ANALISIS DE VARIANZA  
PRODUCCION DE FRIJOL (kg)

F.V.	F. Calculada	F. TABULADA	
		0.05	0.01
BLOQUES	4.00 *	3.49	5.95
TRATAMIENTOS	1.06 N.S.	3.26	5.41
C.V.	28.44 %		

APENDICE 4

PROMEDIO DE LAS DIFERENTES VARIABLES, CORRESPONDIENTES A LAS ECUACIONES DE REGRESION Y CORRELACION.

TRATAMIENTOS:	Ec	Ec	Em	Em	Aa	Aa	Gr	Gr	Ec	Ec	Em	Em	Aa	Aa	Gr	Gr
	sin m y f	con m y f	sin m y f	con m y f	sin m y f	con m y f	sin m y f	con m y f	sin m y f	con m y f	sin m y f	con m y f	sin m y f	con m y f	sin m y f	con m y f
	ALTURA (cm)								DIAMETRO BASAL (mm)							
AGOSTO-84	38	40	39	37	53	54	37	35	4	4	6	4	4	4	7	6
NOV. - 84	90	80	88	64	69	58	92	57	10	7	12	7	10	6	14	9
FEB. - 85	124	96	122	71	85	58	118	67	16	9	18	9	14	8	20	12
MAYO - 85	157	106	144	76	87	62	158	90	21	11	25	11	17	9	26	13
	ALTURA (cm)								DIAMETRO DE COPA (cm)							
AGOSTO-84	38	40	39	37	53	54	37	35	29	26	31	26	18	18	42	41
NOV. "	90	80	88	64	69	58	92	57	76	36	87	44	53	29	68	54
FEB. -85	124	96	122	71	85	58	118	67	105	43	118	50	60	28	79	56
MAYO "	157	106	144	76	87	62	158	90	126	48	131	51	65	27	114	58

## APENDICE 5

PROMEDIO DE LAS DIFERENTES VARIABLES CORRESPONDIENTES A LAS LINEAS DE REGRESION Y CORRELACION.

f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f
y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
sin	con														
Ec	Ec	Em	Em	Aa	Aa	Gr	Gr	Ec	Ec	Em	Em	Aa	Aa	Gr	Gr

AGOSTO-84

		DIAMETRO BASAL (mm)										ALTURA (cm)				
4	4	6	4	4	4	7	6	38	40	39	37	53	54	37	35	

		DIAMETRO BASAL (mm)									DIAMETRO DE COPA (cm)				
4	4	6	4	4	4	7	6	29	26	31	26	18	18	42	41

NOVIEMBRE-84

		DIAMETRO BASAL (mm)									ALTURA (cm)				
10	7	12	7	10	6	14	9	90	80	88	64	69	58	92	57

		DIAMETRO BASAL (mm)									DIAMETRO DE COPA (cm)				
10	7	12	7	10	6	14	9	76	36	87	44	53	29	68	54

FEBRERO - 85

		DIAMETRO BASAL (mm)									ALTURA (cm)				
16	9	18	9	14	8	20	12	124	96	122	71	85	58	118	67

		DIAMETRO BASAL (mm)									DIAMETRO DE COPA (cm)				
16	9	18	9	14	8	20	12	105	43	118	50	60	28	79	56

MAYO-85

		DIAMETRO BASAL (mm)									ALTURA (cm)				
21	11	25	11	17	9	26	13	157	106	144	76	87	62	158	90

		DIAMETRO BASAL (mm)									DIAMETRO DE COPA (cm)				
21	11	25	11	17	9	26	13	126	48	131	51	65	27	114	58

## APENDICE 6

## RESULTADOS DE FERTILIDAD DE SUELO EFECTUADO A 3 PROFUNDIDADES DISTINTAS.

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD	TEXTURA	% Ar	% L	% A	Tensión en Atmósfera 1/3 ATM 15ATM	
1	0-30	Franco-Arcillo-Limoso	32.18	20.96	46.86	32.09	15.53
2	30-60	Arcilla	42.37	21.51	36.12	39.75	24.06
3	60-90	Arcilla	44.00	26.00	30.00	46.85	29.55

MATERIA ORGANICA	D.A.	pH	COLOR HUMEDO CLAVE	COLOR SECO COLOR	COLOR CLAVE	SECO COLOR
3.260	1.2726	6.13	10 y R	2/2	10 y R	5/4
1.568	1.1853	6.34	10 y R	4/4	10 y R	5/6
0.357	1.0562	6.62	7.5 y R	5/6	10 y R	7/6

## RESULTADOS DE FERTILIDAD DE SUELO EN CADA UNO DE LOS BLOQUES

MUESTRA No.	LABORATORIO	pH	MICROGRAMOS/ml		MEQ/100 Ml de Suelo		
			P	K	Ca	Mg	Ca/Mg
A	9138	6.2	6.25	173	8.10	3.42	2.3:1
B	9139	6.5	4.17	185	8.10	3.04	2.6:1
C	9140	6.5	5.42	130	8.73	2.28	3.8:1
D	9141	6.2	1.67	270	7.47	3.04	2.4:1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



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

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

I M P R I M A S E

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. A. Castañeda S.', enclosed within a hand-drawn rectangular border.

ING. AGR. CÉSAR A. CASTAÑEDA S.  
D E C A N O

