

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

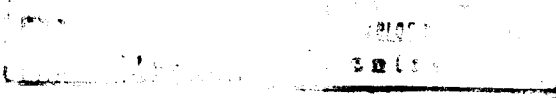
COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES
BAJO DOS METODOS DE REFORESTACION, EN LA ALDEA
BUENA VISTA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA.



EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

Guatemala, septiembre de 1987



DL
01
7(1090)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal Martínez
VOCAL I	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL II	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL III	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL IV	Bachiller Marco Antonio Hidalgo A.
VOCAL V	T. U. Carlos Enrique Méndez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL EXAMINADOR QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. Aníbal Martínez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Ricardo Miyares J.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Manuel Martínez
EXAMINADOR	Ing. Agr. César A. Azurdia P.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

16 de septiembre de 1987

Ingeniero
Aníbal Martínez
Decano, Facultad de Agronomía
Presente.

Señor Decano:

Tengo el agrado de comunicarle que he concluído el asesoramiento del trabajo de tesis titulado: "COMPORTAMJEN TO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES BAJO DOS METODOS DE REFORESTACION, EN LA ALDEA BUENA VISTA, CHIMALTENANGO, GUA TEMALA, del estudiante: Alvaro Mardoqueo Figueroa Arriaga.

Después de revisar el documento final, consiente de que dicho trabajo constituye un valioso aporte para la investigación en silvicultura de especies forestales de rápido crecimiento, recomendando su aprobación, ya que cumple con los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. José Miguel Leiva P.
A S E S O R

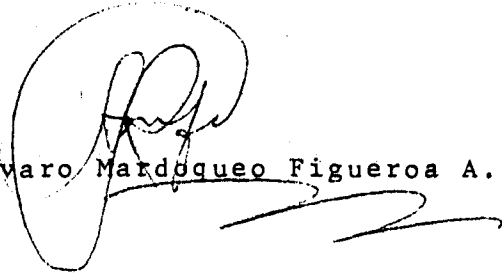
Guatemala,
septiembre de 1987

Señores
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
Facultad de Agronomía.

Señores:

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "COMPORTAMIENTO INICIAL DE TRES ESPECIES FORESTALES BAJO DOS METODOS DE REFORESTACION, EN LA ALDEA BUENA VISTA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA". Como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando vuestra aprobación, atentamente,


Prof. Alvaro Mardoqueo Figueroa A.

AMFA.

ACTO QUE DEDICO

DIOS TODO PODEROSO

A MI PATRIA

A MI MADRE:

Virginia Arriaga Montúfar

A MIS HERMANOS:

Rosidalia,
y
Oscar Leonel

A LA MEMORIA DE MI ABUELA:

Higinia Montúfar Pérez
(Q.E.P.D.)

A MIS FAMILIARES EN GENERAL.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS.

AGRADECIMIENTOS

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

A mi Asesor: Ing. Agr. Mag. Sc. José Miguel Leiva, por su acertada asesoría, tiempo y esfuerzos dedicados para llevar a cabo el presente trabajo.

A los ingenieros: Víctor Hugo Méndez y Marco A. Nájera, por su amistad y enseñanza brindadas durante el transcurso de el Ejercicio Profesional Supervisado y desarrollo del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Luis Ernesto Barrera Garavito, por la colaboración brindada, como un gran aporte para ésta investigación.

Al Señor Julio Alburez Casados, por su desinteresada colaboración al brindar la finca donde se monto' el ensayo experimental.

Al Instituto Nacional Forestal. INAFOR., por haber brindado las especies forestales usadas en el ensayo y por el demás apoyo brindado.

CONTENIDO

	Página
1 INTRODUCCION	1
2 HIPOTESIS	3
3 OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo general	3
3.2 Objetivos específicos	3
4 REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Técnicas agroforestales	4
4.2 Descripción del sistema Taungya	5
4.3 Algunos trabajos realizados sobre el Sistema Taungya	6
4.4 Ventajas y desventajas del Sistema Taungya respecto al sistema tradicional de reforestación	8
5 MATERIALES Y METODOS	10
5.1 Descripción del área experimental	10
5.1.1 Localización	10
5.1.2 Antecedentes del área experimental	13
5.1.3 Clima y zona de vida	13
5.1.4 Suelos	14
5.2 Diseño experimental	15
5.2.1 Tratamientos	15
5.2.2 Modelos estadísticos	16
5.2.3 Análisis estadístico	18
5.3 Período experimental	18
5.4 Elección del cultivo de asocio	18

	Página
5.5 Trabajos de campo	19
5.5.1 Preparación del suelo	19
5.5.2 Muestreo del suelo	19
5.5.3 Trazo del experimento y plantación de la especies forestales	19
5.5.4 Labores culturales	20
5.6 Variables a medir en el ensayo	20
5.6.1 Variables a medir en las especies forestales	20
5.6.2 Variables a medir en los cultivos	21
6. RESULTADOS Y DISCUSION	21
6.1 Sobrevivencia	21
6.2 Crecimiento en diámetro basal	22
6.3 Crecimiento de altura	23
6.4 Crecimiento en diámetro de copa	28
6.5 Producción de maíz y frijol	29
6.6 Análisis financiero	29
7. CONCLUSIONES	35
7.1 Sobrevivencia	35
7.2 Crecimiento en altura	35
7.3 Crecimiento en diámetro basal	35
7.4 Crecimiento en diámetro de copa	35
7.5 Sistema Taungya	36
7.6 Producción de maíz y frijol	36
8. RECOMENDACIONES	37
9. BIBLIOGRAFIA	38
10. APENDICE	40

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		Página
EN EL TEXTO		
1	Producción de maíz y frijol en el área experimental por bloque parcela y tratamiento.	30
2	Costos de producción bajo el sistema Taungya	31
3	Costos de producción de maíz y frijol (testigo)	32
4	Costos de reforestación bajo el método tradicional	33
5	Comparación de costos: Sistema Taungya Vrs. Tradicional.	33
6	Reducción de los costos de inversión debida al ingreso obtenido en la cosecha de maíz y frijol.	34
EN EL APENDICE		
1	Precipitación de la aldea Buena Vista, Chimaltenango durante el período experimental junio 1985 - junio 1986.	41
2	Temperaturas mensuales en (°C) en la aldea Buena Vista, Chimaltenango, durante el período experimental junio 1985 - junio 1986.	41
3	Análisis de varianza en sobrevivencia de tres especies forestales asociadas con maíz y frijol, durante el período experimental junio 1985 - junio 1986.	42
4	Análisis de varianza total de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol, durante el período experimental junio 1985 - junio 1986. Crecimiento en diámetro basal (mm).	43
5	Análisis de varianza total de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol, durante el período de junio 1985 - junio 1986. Crecimiento en altura (dm).	44

6	Análisis de varianza total de tres especies forestales asociadas y no asociadas, durante el período experimental junio 1985 - junio 1986. Crecimiento en diámetro de copa (dm).	45
7	Modelo de crecimiento para cada uno de los tratamientos, según el análisis de regresión de dos variables.	46
8	Resultado de análisis de suelo del área experimental realizado a una profundidad de 0 - 25 cm.	51
9	Análisis de varianza sobre el rendimiento de frijol asociado con maíz y tres especies forestales.	52
10	Valores promedio por tratamiento de las variables medidas en las especies forestales. Junio 1985-junio 1986.	53
11	Incremento Medio Anual	54
12	Descripción de las especies forestales utilizadas en el ensayo.	55
1.	<u>Alnus arguta</u> Schlecht	55
	A. Descripción	55
	B. Distribución	56
	C. Requerimientos	56
	D. Usos como leña	57
	E. Otros usos	57
2.	<u>Casuarina equisetifolia</u>	57
	A. Descripción	57
	B. Distribución	58
	C. Usos para leña	58
	D. Requerimientos	58
	E. Otros usos	59
	F. Plagas y enfermedades	59

	Página
3. <u>Eucalyptus globulus</u>	59
A. Descripción	59
B. Distribución	60
C. Requerimientos	60
D. Usos para leña	61

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
EN EL TEXTO		
1	Localización del área experimental en el departamento de Chimaltenango.	11
2	Localización geográfica del área experimental en la aldea Buena Vista, Chimaltenango, Chimaltenango.	12
3	Distribución de los tratamientos en cada repetición.	17
4	Crecimiento de diámetro basal en mm de las especies forestales estudiadas en el período experimental junio 1985 - junio 1986.	24
5	Crecimiento en altura en (dm) de las especies forestales estudiadas en el período experimental junio 1985 - junio 1986.	26
6	Crecimiento en diámetro de copa en (dm) de las especies forestales estudiadas en el período experimental junio 1985 - junio 1986.	27

RESUMEN

Nuestro país tiene una extensión territorial de 108,889 kilómetros cuadrados, de la cual algunos técnicos consideran que un 75% y otros un 60% es de vocación forestal. Sin embargo son grandes las extensiones boscosas de nuestro territorio que por varias causas han sido devastadas, y por ende el suelo queda expuesto a la degradación por efecto de la erosión, lo cual conlleva a que con el transcurso del tiempo, grandes extensiones de nuestro territorio queden totalmente improductivas, esto desde luego; si no se toman medidas tendientes a la regeneración de estos suelos que están ya en proceso de degradación.

El objeto de esta investigación es comparar dos métodos de reforestación, como medidas para la preservación y regeneración de los suelos. Uno de estos métodos de Reforestación es el sistema Taungya que consiste básicamente, en el asocio de especies forestales con cultivos de alimentación humana o animal. El otro método es el llamado sistema de Reforestación tradicional o convencional y que consiste en la plantación de especies forestales sin asocio de cultivos y por ende sin mayores cuidados culturales.

La presente investigación se llevó a cabo en la aldea Buena Vista, de la cabecera municipal del departamento de Chimaltenango, con una latitud de 14° 02' y longitud 90° 48' a 1860 msnm, en la zona de vida (bh-Mb), los cuales pertenecen a la serie Guatemala.

Para la comparación de los dos métodos de reforestación y tres especies forestales, se utilizó un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial y para evaluar el rendimiento de los cultivos probados maíz y frijol, se utilizó un análisis de bloques al azar, para ello se utilizaron seis tratamientos, con cuatro repeticiones, además se incluyó dentro de cada repetición una parcela testigo de maíz y frijol, con el fin de comparar el rendimiento de los cultivos, cuando estuvieron

asociados a especies forestales, y cuando estuvieron solos.

Las especies forestales que se utilizaron fueron: Alnus arguta, Casuarina equisetifolia y Eucalyptus globulus, a los cuales se les observó; bajo los dos métodos de reforestación: el compartamiento en su crecimiento inicial; bajo los parámetros de sobrevivencia, crecimiento en diámetro basal, crecimiento en diámetro de copa y crecimiento en altura.

La siembra de las especies forestales se realizó en la segunda quincena del mes de junio de 1985. Inmediatamente de terminada la plantación forestal se prosedió a la siembra de los cultivos maíz y frijol. En las especies forestales se utilizó un distanciamiento de 2 metros al cuadrado para obtener una densidad poblacional de 2500 árboles por hectárea. cada parcela contenía 25 árboles de los cuales, los 9 centrales se utilizaron para efectuar las mediciones y el resto sirvieron de borde.

Los cultivos de maíz y frijol se plantaron a un distanciamiento de 1 metro entre surcos y 0.50 metros entre plantas, con posturas de 2 y 3 granos. Para el caso del maíz se utilizó una variedad mejorada, B-304, recomendada para la región por técnicos del ICTA, Chimaltenango. El frijol se sembró sobre los surcos a una distancia de 1 metro entre surcos y 3 cm. entre plantas con 2 ó 3 granos por postura.

El Área Experimental ocupó 0.26 Has, con un total de 28 parcelas, habiéndose plantado 200 árboles por especie haciendo un total de 600 árboles.

Se efectuaron 4 mediciones en forma trimestral para los parámetros de sobre vivencia, diámetro de copa, diámetro basal y altura de las especies forestales. Durante el período experimental junio 1985 - junio 1986.

Al final del ensayo se determinó a travéz del análisis de varianza que no existieron diferencias significativas para la sobrevivencia; variando esta entre 78% para Eucalyptus

globulus sin asocio y 100% para Casuarina equisetifolia con y sin asocio.

En cuanto al diámetro basal de acuerdo al análisis de varianza se determinó que no hubo diferencias significativas, en cuanto a los dos métodos de reforestación pero si entre las especies forestales, obteniendo la mejor media Alnus arguta cuando estuvo asociado. (24.86 mm.) y la menor Eucalyptus globulus (12.62 mm.) sin asocio.

Para el diámetro de copa el análisis de varianza demostró que no hubo diferencias significativas entre las especies forestales, ni entre los métodos de reforestación. La especie que mejor media obtuvo fue Casuarina equisetifolia 14.13 dm. y 13.32 dm. con asociados y sin asocio respectivamente y la media más baja la mostró Alnus arguta cuando estuvo sin asocio (8.76 dm.) aunque cuando estuvo sin asocio (9.79 dm.).

Al realizar el análisis de varianza, la producción de maíz y frijol, resulto no ser estadísticamente significativa, Al efectuar la comparación entre el rendimiento obtenido bajo el sistema Taungya y el tratamiento testigo de maíz y frijol sin el asocio de especies forestales.

Desde el punto de vista económico el sistema Taungya necesitó una inversión inicial de Q.1243.67/Ha., mientras que el sistema tradicional necesitó Q.325.00/Ha., al obtener la cosecha bajo el sistema Taungya se obtuvo una ganancia de Q.123.51 lo que equivale a una rentabilidad de 9.93%.

1. INTRODUCCION

Nuestro país tiene una extensión territorial de 108.889 kilómetros cuadrados de la cual se considera que un alto porcentaje 58%(18), 72.8% (11), es de vocación forestal. Además los bosques existentes son aprovechados principalmente para la producción de leña, extracción de madera y otros usos. Sin embargo, las explotaciones se hacen en la mayoría de los casos sin ningún ordenamiento. López (11), el 80% de los hogares usan leña como combustible para cocinar, además de que se usa en otras actividades que generan ingresos económicos para la población; representando esto el 61% del total de energía consumida en el país.

Además grandes volúmenes de madera se destruyen, sea por las plagas de insectos, enfermedades y por los incendios. Finalmente el campesino tala anualmente extensiones boscosas destinando la tierra a cultivos limpios.

En la década del 70 se estimó que existían solo 36,100 kms² de los bosques, lo que representa casi una tercera parte de la aptitud de las tierras del país.

Los trabajos que realiza el estado a través de INAFOR, son insignificantes en comparación con la deforestación masiva que realiza la gente. Un programa de reforestación deberá plantar por lo menos 10,000 Ha. anuales, empleando unos 25 millones de árboles lo que a un costo de Q325.00/ha, obliga a invertir 325 millones de quetzales por año como mínimo.

Una alternativa adecuada para la recuperación del recurso bosque, sin dejar por un lado la producción agrícola, son las técnicas Agroforestales.

El sistema Taungya, que consiste en el establecimiento de especies forestales en combinación con cultivos agrícolas durante los primeros años, es una de las técnicas agrosilvícolas que más se ha utilizado en el mundo.

En regiones tropicales y subtropicales desde el siglo pasado se ha usado como método de reforestación en la incorporación de tierras para los bosques.

La utilización de especies forestales de rápido crecimiento, en asocio con cultivos anuales o permanentes, reduce grandemente los costos de reforestación al obtener las cosechas de los cultivos con asocio, proporcionando, aparte de los beneficios económicos beneficios ecológicos y edáficos.

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento inicial de 3 especies forestales, siendo éstas: Ilamo (Alnus arguta), Casaurina (Casaurina equisetifolia), y Eucalipto (Eucalyptus globulus). Así como también dos métodos de reforestación, el sistema Taungya y el método tradicional, en la aldea Buena Vista. Chimaltenango, Chimaltenango.

Bajo los dos métodos de reforestación se evaluó, en las especies forestales el crecimiento inicial tomando en cuenta los siguientes parámetros: Altura, diámetro basal y diámetro de copa. Además en el sistema Taungya se evaluó el comportamiento de las especies forestales en asocio con los cultivos de maíz y frijol.

Determinandose que no existen diferencias significativas respecto al crecimiento inicial de las especies forestales bajo ninguno de los dos métodos de reforestación, pero sí entre las especies forestales. También se determinó que no existen diferencias significativas ente el rendimiento de los cultivos de maíz y frijol en asocio con las especies forestales y cultivos solos.

Se obtuvo una rentabilidad del 9% bajo el sistema Taungya comparado con el sistema tradicional, en donde se obtuvo una rentabilidad de un 22 % diferencia que estadísticamente no es significativa.

2. HIPOTESIS

2.1 Por los menos una de las especies forestales en estudio no tiene igual sobrevivencia y desarrollo con respecto a las demás.

2.2 Las especies no asociadas con cultivos presentan mejor crecimiento que las que estan asociadas con cultivos.

2.3 Los cultivos sin asocio con especies forestales obtendrán mayor rendimiento que las que se encuentran asociadas.

3. OBJETIVOS

3.1 Generales

Comparar dos métodos de reforestación usando tres especies forestales en las condiciones de la aldea Buena Vista, Chimaltenango, Chimaltenango.

3.2 Específicos

a) Establecer el índice de sobrevivencia de tres especies forestales mediante evaluaciones trimestrales, en las condiciones de la aldea Buena Vista Chimaltenango.

b) Determinar el crecimiento de las especies forestales, bajo los dos métodos de reforestación, en base a; altura, diámetro de copa, diámetro basal, mediante mediciones trimestrales, apartir de agosto de 1985 a junio de 1986.

c) Realizar un análisis financiero que permita determinar la comparación de los costos de inversión en el sistema de reforestación de plantación sola y el sistema de Reforestación con asocio (Taungya)

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Técnicas Agroforestales

El método Taungya, es una variante de las técnicas agroforestales. Combe y Budewski, citados por Detlesfen (3), proponen una clasificación para las técnicas de agroforestería, dicha clasificación es:

- A. Sistemas silvo agrícolas
- B. Sistemas Agrosilvopastoriles
- C. Sistema Silvopastoriles.

Esta clasificación se basa fundamentalmente en la conjugación de técnicas que permitan una mejor utilización del recurso suelo por unidad de área.

Para centrar mejor la finalidad de este trabajo se hará énfasis en el inciso "A" de la clasificación antes descrita y que se refiere a los sistemas silvoagrícolas.

Al respecto Combe (2), define a la agroforestería como una técnica de manejo de las tierras que implica la combinación de árboles forestales, con cultivos, con ganadería o una combinación de ambos. Tal asociación puede ser escalonada en el tiempo y espacio, y tiene como objeto optimizar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio de rendimiento sostenido.

Peck (16), define como Agrosilvicultura a un sistema de producción de cultivos múltiples con especies de árboles posibles de intercalar entre los cultivos agrícolas o pastoriles con el objeto de optimizar la productividad de la utilización de la tierra.

Flinta (8), no menciona el término agroforestería pero hace referencia a: "Plantaciones con asocio con cultivos agrícolas" y se refiere a que esta es quizá una práctica re-

ciente en América Latina y que son técnicas que tienen por objeto la producción simultánea sobre una misma superficie, de productos forestales y cultivos anuales, perennes o plantaciones forrajeras.

La organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (6), define el término Agrosilvicultura como todos los sistemas en que se utiliza la tierra para producir árboles forestales y cultivos agrícolas simultáneamente o alternativamente.

4.2 Descripción del sistema TAUNGYA.

Existen diferentes criterios para describir el sistema Taungya, entre los cuales se tienen:

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (5), dice que éste sistema consiste en permitir a los agricultores que levanten cultivos intercalados, a condición de que se encarguen de limpiar el terreno, total o parcialmente, plantar y cuidar los árboles en forma tradicional. Se hace mención que sólo se puede aplicar cuando hay escases de tierra y que el sistema Taungya puede aplicarse solamente cuando la humedad del suelo es suficiente tanto para los árboles como para los cultivos agrícolas en los períodos críticos del año. A este respecto menciona también que debe usarse cultivos poco competidores entre los que menciona: Algodón, arroz de secano, maíz, frijol. A esto agrega que es inevitable una disminución del crecimiento de los árboles, aunque ésta se ve compensada por las economías que se efectúan en los gastos de plantación y primeros cuidados.

Ordoñez (15), dice que el sistema Taungya consiste en la realización de una plantación forestal intercalada con cultivos agrícolas durante los primeros años de establecida hasta que se cierran las copas de los árboles, o en ciertos casos mediante el espaciamiento mayor de éstos; es posible continuar indefini

damente la producción de cultivos agrícolas. Está caracterizado por el conjunto de técnicas de manejo de suelos donde la asociación silvoagrícola puede ser simultánea o escalonada dependiendo de sus objetivos y la extensión territorial con que se cuente. Esto significa que en las plantaciones forestales es posible intercalar el cultivo deseado o viceversa. Como se emplee, su principal finalidad es optimizar la producción por unidad de superficie, sin olvidar otro objetivo importante, que es la producción agrícola de subsistencia.

Según Combe (2), el sistema Tungya también conocido como agrosilvicultura, permite la combinación temporal de una plantación forestal durante la fase de su 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 aplicado en Africa y también en ciertas partes de América Tropical.

4.3 Algunos trabajos realizados sobre el sistema Taungya

Combe (2), al mencionar las técnicas agroforestales hace mención de cinco ensayos sobre Taungya, en los campos experimentales de CATIE, en Turrialba, Costa Rica. En estos ensayos se pone de manifiesto las ventajas del sistema Taungya, sobre el sistema tradicional de reforestación.

A continuación se hará una descripción de estos ensayos, así como también de algunas experiencias obtenidas a nivel nacional, sobre lo que es el sistema Taungya.

Ensayo Taungya No. 1. Este ensayo consiste en el estudio de la adaptación de cuatro especies, siendo estas: Swietenia humilis, Cordia alliodora, Cupresus lusitanica y Tectona grandis. Combinados a un alto número de cultivos de la zona.

En este ensayo se determinó una ganancia neta de 388.42 dólares por hectárea durante el primer año, aplicando el sistema Taungya.

Ensayo Taungya No. 3 Este experimento se llevó a cabo de enero a diciembre de 1976. Se investigó el comportamiento de Eucalyptus. Utilizando un diseño en bloques completamente randomizados, con cinco repeticiones y seis tratamientos. Tres sistemas de plantación fueron combinados con dos especiamientos.

Ensayo Taungya No. 4 Utilizando Gmelina Arborea, este experimento se llevó a cabo en 1977 - 1978. En un terreno abandonado desde 1973, estaba cubierto por charral bajo, estas condiciones se decidió imitar al pequeño agricultor quemando la vegetación previo a la preparación del suelo.

El Experimento consistió básicamente en la evaluación de dos especiamientos: 2 X 1 y 2 X 3mts. y cuatro sistemas de asocio, el diseño utilizado fué bloques completamente randomizados, se incluyó simultáneamente maíz y frijol en dos siembras consecutivas durante el año.

Cultivo asociado de maíz con una especie forestal

El Experimento se realizó en el municipio de Huité, Zacapa en 1981 la especie forestal elegida fué Aripin (Caesalpinia velutina). y el cultivo Zea Mays, donde se obtuvo un rendimiento entre 16-24 quintales por ha., aproximadamente.

El ensayo se llevó a cabo en el parcelamiento al Máquina, Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez. Se comparó dos diferentes sistemas de reforestación: El sistema tradicional y el sistema Taungya, para el cual se utilizó maíz para el asocio con las especies forestales. Las especies forestales que se utilizaron fueron: Caesalpinia velutina, Eucalyptus camardulensis y Loucaena leucocaphala; El diseño utilizado fué de bloques completamente al azar, con seis tratamientos

y cuatro repeticiones, incluyendo, además dentro de cada bloque del ensayo dos parcelas testigo de maíz con el objeto de realizar o comparar el rendimiento del cultivo asociado y no asociado. La instalación del experimento se realizó durante el mes de junio de 1983, usando un distanciamiento de 2 X 2 m. para las especies forestales, y un metro entre surcos y 0.5 mts. entre postura para el maíz para obtener una densidad de 66,700 plantas por hectáreas.

Las variables a medir fueron: sobrevivencia bimestralmente crecimiento en altura, diámetro basal y diámetro de copa trimestral.

La producción de maíz fué similar a las producciones anteriores.

La especie que alcanzó mayor desarrollo fué: Leucaena leucocaphala sin socio, alcanzó un desarrollo de 2.1 mts. de altura, siguiendole en su orden; Eucalyptus camandulensis sin socio 2.0 tms. de altura y Leucaena leucocephala, 1.8 mts.

La diferencia entre la producción de las parcelas asociadas con maíz y las parcelas solo con maíz no fueron estadísticamente significativas.

Se determinó al considerar los ingresos de la cosecha del maíz que el sistema Taungya registró una producción en la inversión equivalente al 22.16% con respecto a la inversión efectuada en el sistema de reforestación sin socio de maíz.

4.4 Ventajas y desventajas del sistema Taungya respecto al Sistema tradicional de reforestación.

Según Ordoñez (15) las ventajas y desventajas son las siguientes

Ventajas:

- Es un método bastante barato para transformar áreas descubiertas en bosque altamente productivo.

- Suaviza y reduce gradualmente las grandes consecuencias de la agricultura migratoria y hace posible además controlar ciertas actividades del agricultor.
- Incorpora al campesino migratorio en cierto grado a la economía nacional, al realizar actividades de producción agroforestal, con resultados a los largo plazo.
- Los cultivos agrícolas al inicio dan cierta protección a los suelos y a la plantación forestal, posteriormente al secar los cultivos la masa forestal se encarga de la protección de los mismos.

Desventajas:

- Permanecen los peligros de la plantación al aplicar la ta la rasa, al quedar el área completamente desnuda a merced de los efectos negativos del clima.
- Conduce al establecimiento de monocultivos sobre grandes extensiones, situación que puede ser corregida dividiendo el área a reforestar en cuarteles que deberán plantarse con especies distintas lo que hará también que el cultivo combinado también sea variado.
- Hay relativamente pocas especies forestales aptas para utilizarse en este sistema, siendo las mejores aquellas que sí soportan condiciones severas del campo abierto, que son rústicas y resistentes y que son de rápido desarrollo.
- Los campesinos deben estar acostumbrados a este tipo de cultivos y debe existir una fuerte demanda por tierras agrícolas.
- Exige control y supervisión constantes por los riesgos y problemas que se pueden presentar en la aplicación del sistema.
- En el fondo no resuelve ninguno de los problemas básicos de la agricultura migratoria, al contrario tiende a perturbarlas.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Descripción del área experimental

5.1.1. Localización:

El área en estudio se localiza en la Aldea Buena Vista del municipio de Chimaltenango, en el departamento de Chimaltenango, en la Finca La Loma, con una latitud norte de $14^{\circ} 02''$ y longitud oeste de $90^{\circ} 48'' 12'$, con una elevación aproximada de 1860 msnm. a una distancia de 2.5 Kilometros de la cabecera municipal, colindando al norte con la finca San Fernando, al sur con el Socorro, al este con la Finca Santa Mónica, al este con la granja San Sebastian, y Bella Vista.

La finca ocupa una extensión de 64 manzanas.

Ver figuras 1 y 2.

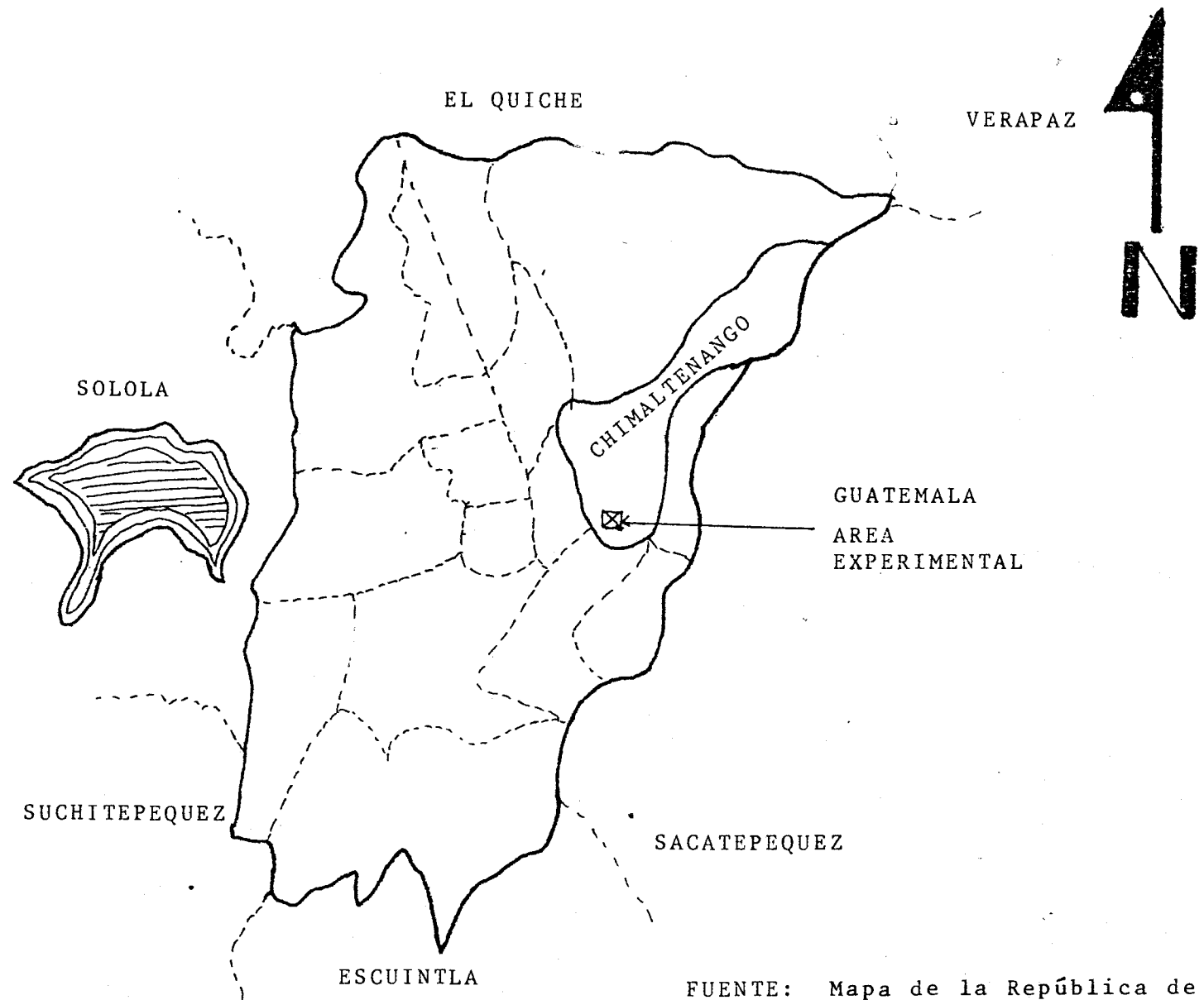
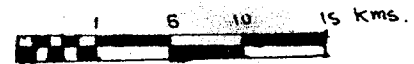


FIGURA No. 1 LOCALIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL EN EL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.

FUENTE: Mapa de la República de Guatemala, listado de departamentos y municipios, Dirección General de Estadística, noviembre 1962.



ESCALA: 1:500,000

MAPA DE BUENA VISTA

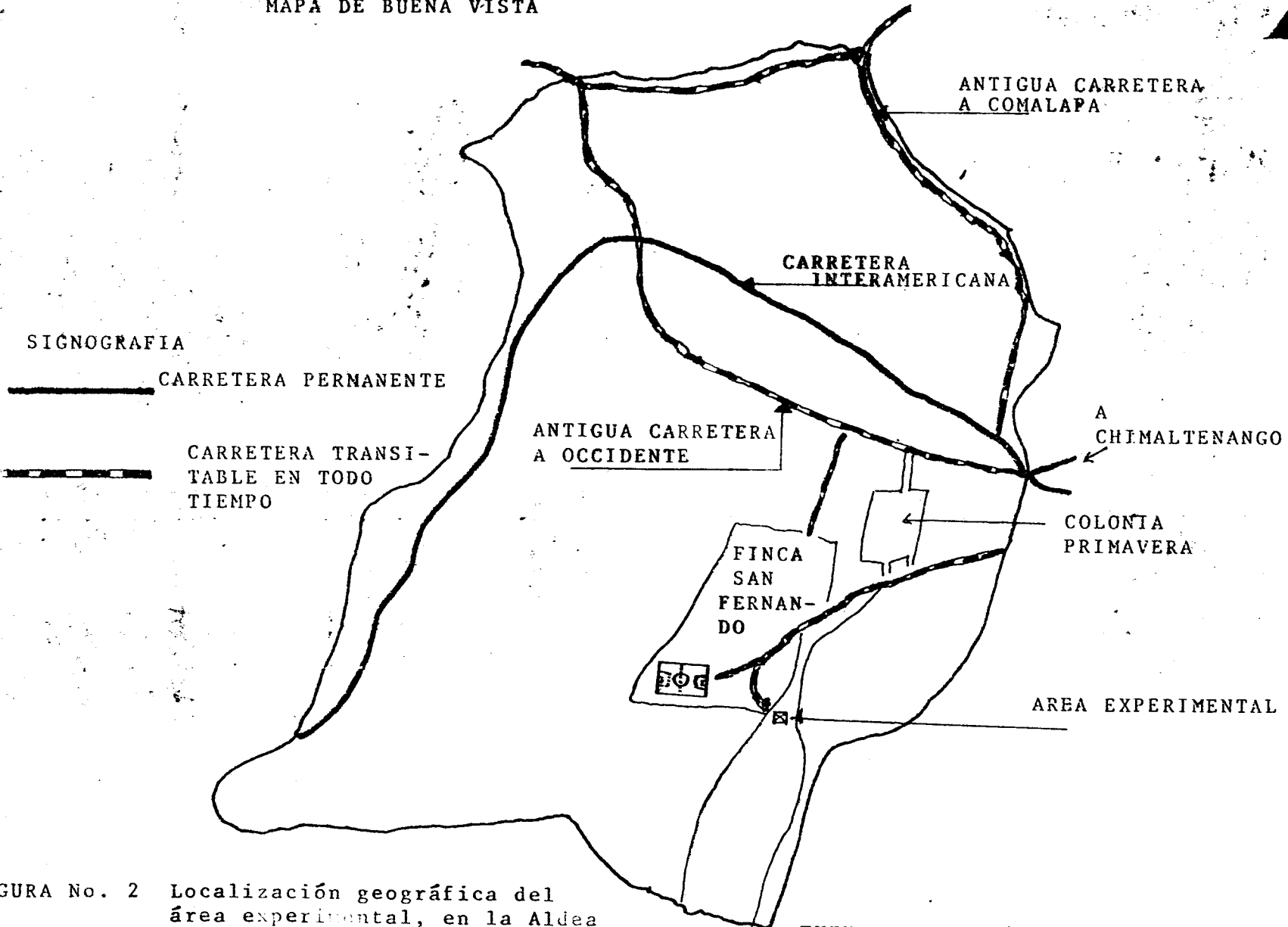


FIGURA No. 2 Localización geográfica del área experimental, en la Aldea Buena Vista, Chimaltenango, Chimaltenango.

FUENTE: Sección de Cartografía mapa del municipio de Chimaltenango. Dirección General de Estadística.



ESCALA: 1:25,000

La figura No. 1 permite ubicar geográficamente el área donde se instaló el experimento.

La figura No. 2 muestra las vías de acceso al área de estudio. Los terrenos circundantes del área donde se instaló el ensayo están cubiertos por bosques de Pinus Sp. y Quercus Sp. y cultivos de maíz y frijol.

5.1.2 Antecedentes del área experimental

El área que se utilizó para el ensayo, hasta hace unos años fué utilizada para el cultivo de maíz y frijol, esto después de haber realizado una tala rasa del bosque, posterior a esto se sembró árboles frutales (durazno), plantación que fué destruida por un incendio forestal que llegó hasta la plantación. En los dos últimos años se utilizó el área para pastoreo. En marzo de 1985 otro incendio forestal alcanzó el área quedando parcialmente quemada.

5.1.3 Clima y Zona de Vida

Según el sistema de clasificación propuesto por Holdridge citado por Flores (9) el área experimental se encuentra en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), el régimen de lluvia se incrementa en los meses de mayo a octubre, mientras que de noviembre a abril decrece notablemente, así como se aprecia que es durante los meses de abril a mayo que se dan las biotemperaturas más elevadas de 15° a 23° C.

El patrón de lluvia de la región varía desde 1057 mm. hasta 1588 mm. con un promedio de precipitación total anual de 1334 mm.

La evapotranspiración potencial puede estimarse con 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 desa-

rolla, ya que los terrenos accidentados deben ser utilizados para bosque y contar así siempre con una reserva forestal. La poca vegetación primaria de esta zona de vida, está siendo en la actualidad destruída por las comunidades humanas que habitan los alrededores, teniendola como fuente de combustible, extracción de madera, pero principalmente para incrementar la superficie cultivable.

5.1.4 Suelos

Según Simonns, Pinto, Tarano (17), 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 una superficie antigua de terreno que emerge a través del material acumulado más reciente, algunos están sobre materiales volcánicos y otros sobre materiales sedimentarios y esquisto arcilloso. Perfil del suelo, Franco arcilloso. El suelo superficial, a una profundidad al rededor de 25 cms. es franco arcilloso, café muy oscuro.

El lugar donde se instaló el ensayo cuenta con una pendiente del 44% la cual fué determinada utilizando un clinómetro. Las características se determinaron mediante un análisis físico y químico de las muestras de suelo que se recolectaron. Para el análisis químico se tomaron al azar 4 submuestras en el área donde se instaló el ensayo para formar una muestra compuesta, que se envió al laboratorio de DIGESA., dichas muestras se tomaron a una profundidad de 0 a 25 cms. Para el estudio o análisis físico se hizo una calicata de 1 X 1.5 Mts. por 0.9 mts. de donde se tomaron tres muestras de suelo de la manera siguiente: la primera de 0 a 30.0 cms. de profundidad, la segunda de 30 a 60 cms de profundidad, y

la tercera de 60 a 90 cms. del análisis físico se obtuvo información de la fertilidad del suelo a distintas profundidades etc.

5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

5.2.1 Tratamientos

El diseño utilizado fué el de bloques al azar con arreglo factorial (2X3), con cuatro repeticiones y seis tratamientos, con parcelas de 8 X 8 metros, los tratamientos que se incluyeron son los siguientes:

- T₁A = Alnus arguta (ilamo) asociado con frijol y maíz
 T₁0 = Alnus arguta (ilamo) sin asocio de cultivos agrícolas
 T₂A = Casuarina equisetifolia (casuarina) asociado con frijol y maíz
 T₂0 = Casuarina equisetifolia (casuarina) sin asocio de cultivos agrícolas
 T₃A = Eucalyptus globulus (eucalipto) asociado con maíz y frijol
 T₃0 = Eucalyptus globulus (eucalipto) sin asocio de cultivos agrícolas.

Además en cada bloque se incluyó una parcela testigo de frijol y maíz, la cual se representó con el siguiente símbolo:

0A = Parcela testigo de frijol y maíz.

Esta parcela testigo que se incluyó en cada bloque es con el objeto de comparar el rendimiento del frijol y maíz en asocio con especies forestales contra el rendimiento del maíz y frijol sin asocio de especies forestales.

En cada bloque se distribuyeron dos parcelas de cada especie forestal, para que quedaran tanto asociadas como no asociadas. En las parcelas en donde se colocaron especies fo-

restales, éstas se colocaron a una distancia de 2 X 2 metros, de tal forma que se incluyan 25 árboles por parcela. Cada parcela ocupó un área de 64 metros cuadrados (8 X 8 mts.) para efecto de medición se dejó una línea de árboles de cada lado de la parcela, midiendo únicamente las nueve del centro numeradas como se especifica en la figura No. 3 donde está, además el croquis de campo y arreglo especial.

5.2.2 Modelos Estadísticos:

Para los cultivos asociados maíz y frijol, se utilizó el diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

Modelo Estadístico para Bloques al Azar con arreglo factorial:

$$Y_{jkl} = U + b_j + A_k + B_l + AB_{kl} + E_{jkl}$$

Donde:

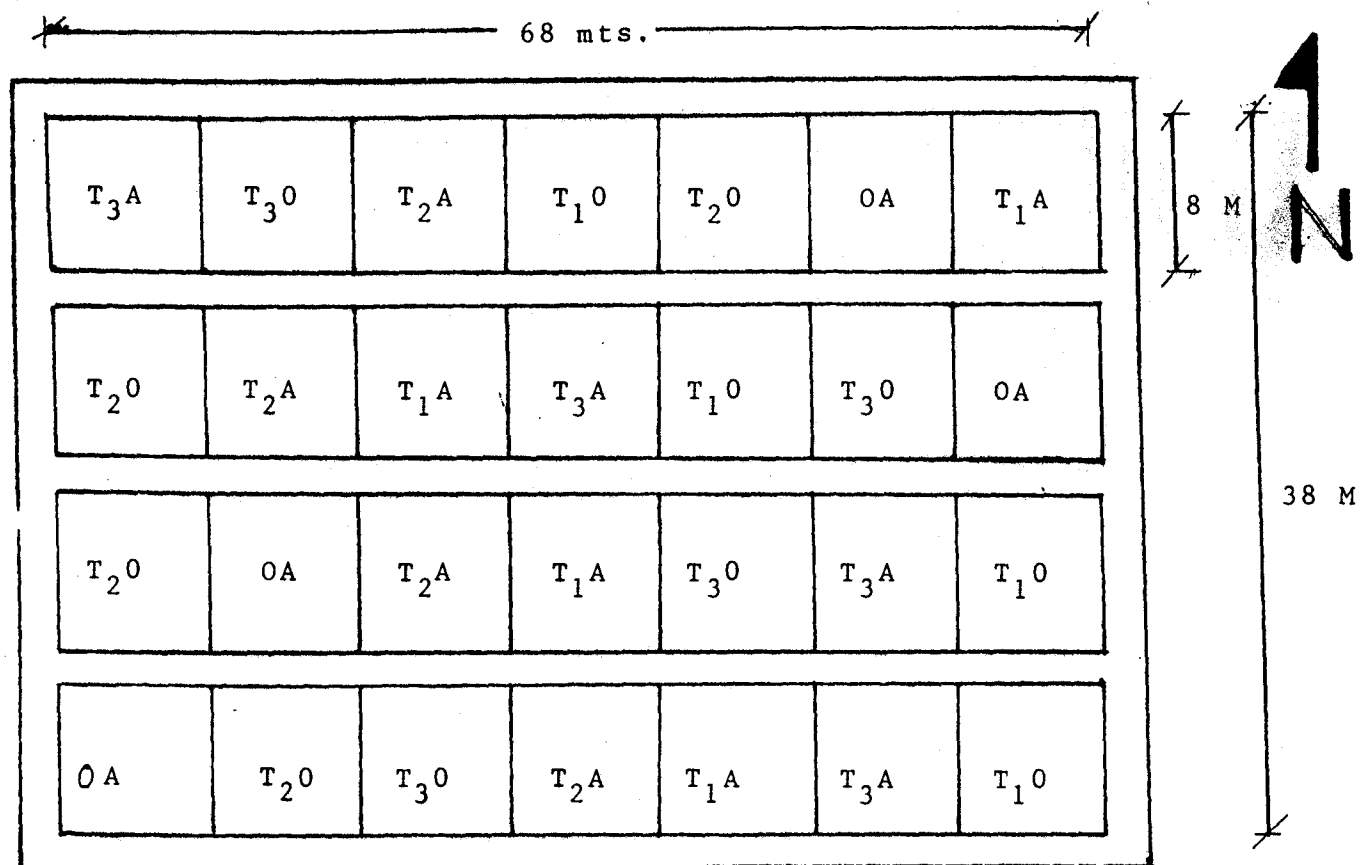
- Y_{jkl} = Es el efecto de la variable respuesta asociada a la jkl -ésima unidad experimental
- U = Efecto de la medida general.
- b_j = Efecto del j -ésimo bloque
- A_k = Efecto del k -ésimo nivel del factor "A"
- B_l = Efecto del l -ésimo nivel del factor "B"
- AB_{kl} = Interacción del k -ésimo nivel del factor "A" con el l -ésimo nivel del factor "B"
- E_{jkl} = Error experimental asociado a la jkl -ésima unidad experimental.

Modelos estadísticos para bloques al azar $U + T_i + B_j$

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

Donde:

- Y_{ij} = Es el efecto de la variable respuesta del i -ésimo tra



Area Total del ensayo: 0.26 Has.

- T₁ = Alnus arguta
- T₂ = Casuarina equisetifolia
- T₃ = Eucalyptus globulus
- A = Asociado con maíz y frijol
- O = Sin asocio de maíz y frijol

Una parcela bruta consta de 25 árboles
 Una parcela neta consta de 9 árboles

Numeración de árboles en la parcela neta

	1	2	3	
	6	5	4	
	7	8	9	

FIGURA No. 3: DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN CADA REPETICION.

tamiento y el j-ésimo bloque

- U = Efecto de la media general
 T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento
 B_j = Efecto del j-ésimo bloque
 E_{ij} = Efecto del error experimental, asociado al i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

5.2.3 Análisis estadístico

Para determinar las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) para el experimento, en los casos que fue necesario se utilizó la prueba de significancia de Tukey.

Los datos de campo fueron sometidos al análisis de varianza. Los datos de sobrevivencia, desarrollo se diámetro basal, altura, y diámetro de copa, fueron sometidos al ANDEVA de bloques al azar con arreglo factorial y se realizó prueba de Tukey. Para el rendimiento del maíz y frijol se usó el ANDEVA Bloques al Azar.

5.3 Período experimental

Los trabajos duraron 12 meses, a partir de junio 1985 a junio de 1986. Durante este período se plantaron los árboles y los cultivos y se les dió el mantenimiento respectivo, recojiéndose las cosechas de maíz y frijol, además se tomaron 4 lecturas en las especies forestales sobre las variables de altura, diámetro basal, y diámetro de copa, y sobrevivencia.

5.4 Elección del cultivo de asocio.

Los cultivos tradicionales en la agricultura y en la región y básicos en la dieta alimentaria de los vecinos de la



Aldea Buena Vista, son el maíz y el frijol; razón por la cual estos cultivos fueron elegidos para la asociación de las especies forestales. Para el caso del maíz, que se plantó inmediatamente después de terminada la plantación forestal se usó una variedad mejorada B-304, recomendada para la región por técnicos del programa de maíz del ICTA; de la Alameda, Chimaltenango. Para el caso del frijol que se plantó en la segunda quincena de agosto, se usó una variedad criolla usada comúnmente por agricultores de la región (frijol negro de mata).

5.5 Trabajos de campo

5.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo consistió en un chapeo del charral para un posterior volteo del suelo, el cual se hizo en forma manual, utilizando azadón y machete; ya que por la pendiente del terreno, dicha labor no se pudo realizar en forma mecanizada.

Esta labor se realizó en la segunda y tercera semanas del mes de junio de 1985.

5.5.2 Muestreo del suelo

Luego de haber realizado la labor de preparación del suelo se procedió a tomar las submuestras, en un número de cuatro para formar una muestra, la cual se envió a los laboratorios de DIGESA., para el análisis de fertilidad.

5.5.3 Trazo del Experimento y plantación de las especies forestales

El trazo del experimento se realizó después de haber preparado el terreno, y consistió en la delimitación del área y trazo de los cuatro bloques y las siete parcelas en ca-

da uno de ellos, utilizandose para ello, una cinta métrica, una pita de plástico, estacas de 30 a 40 cms., de largo y de 3 a 5 cms. de grueso y una escuadra de madera de 45 grados. Los bloques quedaron trazados en forma perpendicular a la pendiente. Para el cultivo del maíz se trazaron diez surcos en cada parcela, cinco de esos surcos quedaron sobre las líneas de las especies forestales, para que de tal forma quedaran los surcos de maíz a una distancia de un metro, y a la distancia entre postura fué de cincuenta cms. en cada postura se pusieron de dos a tres granos. Para el caso del frijol se sembró en la segunda quincena de agosto, éste se sembró sobre los surcos de maíz en cada parcela a una distancia de 3 cms. entre plantas poniendo de dos a tres granos por postura.

Estas labores se efectuaron en forma manual y de acuerdo a la parcela designada con asocio en la distribución aleatoria de los tratamientos.

En la figura número 3 se detalla la distribución de cada uno de los tratamientos.

5.5.4 Labores Culturales

Se efectuaron dos limpiezas a mano para contrarestar la competencia de malezas, fertilización al momento de la siembra en ambos cultivos utilizandose la fórmula 12-12-12 granulada y 8-6-6 líquido, para el caso del frijol se hizo aplicaciones posteriores de fertilizante foliar Wuxual 8-6-6 mezclando con un fungicida (antracol) y un insecticida (Tamarón) todo esto para tener un mejor control tanto de plagas como de enfermedades. Para desinfectar el suelo al momento de la siembra del frijol se aplicó aldrín líquido.

5.6 Variables a medir en el ensayo

5.6.1 Variables a medir en las especies forestales

Las variables que se midieron en las especies foresta-

les fueron básicamente: Sobrevivencia, altura, de diámetro de copa y diámetro basal, para lo cual se hizo necesario utilizar una regla graduada y una microcípula. Las variables fueron tomadas durante todo el período experimental realizándose en forma trimestral.

5.6.2. Variables a medir en los cultivos

En ambos casos únicamente se midió el rendimiento al obtener la cosecha, y finalmente se hizo comparaciones de rendimiento entre parcelas.

Para lo cual se utilizó el análisis de varianza del diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

6. Resultados y Discucion

6.1 Sobrevivencia

De acuerdo con el análisis de varianza las diferencias encontradas para los porcentajes de sobrevivencia no son estadísticamente significativas, para ninguno de los dos métodos de reforestación, ni para las especies forestales probadas en cada uno de los tratamientos, Esto concuerda con lo investigado por Barrera Garavito (1), y Dtlefsen (3), quienes realizaron experimentos similares; el primero utilizó cuatro especies forestales, con y sin asocio de maíz (Zea mays) y frijol (Phaseolus vulgaris) en San Andres Itzapa, Chimaltenango; y el segundo asocio tres especies forestales; con maíz (Zea mays), en el parcelamiento La Máquina Suchitepequez.

Al momento de la última lectura los tratamientos mostraron el siguiente comportamiento: Los tratamientos T_2A y T_2^0 , Casuarina equisetifolia en asocio y Casuarina equisetifolia sin asocio respectivamente, mostraron un alto porcentaje de sobrevivencia, alcanzando en ambos casos el 100% de sobrevivencia. Por su parte los tratamientos T_1A y T_1^0 , Alnus arguta con asocio y sin asocio respectivamente, también alcanzaron un alto porcentaje de sobrevivencia; 94,5% para el primero y 91,5% para el segundo. Por último los tratamientos T_3A y T_3^0 Eucalyptus globulus con y sin asocio respectivamente alcanzaron un 85% para el primero y 78% para el segundo.

6.2 Crecimiento en Diámetro Basal

La media más alta para el diámetro basal fue la del tratamiento T_1A Alnus arguta sin asocio (24.86 mm.), muy similar fue el comportamiento del tratamiento T_1^0 Alnus arguta asociado (23.60) mm. El menor crecimiento en diámetro basal fue el mostrado por el tratamiento T_3^0 Eucalyptus globulus, sin asocio (12.62mm.) y el tratamiento T_3A , Eucalyptus globulus asociado (16.28 mm.).

De acuerdo el análisis de varianza no existe diferencia significativa en cuanto a los dos métodos de reforestación probados. En lo que respecta a las especies forestales sí hubo diferencias significativas al realizar el análisis de varianza. Por lo que las medias finales de diámetro basal al realizar la prueba de Tukey quedaron de la siguiente forma: Alnus arguta 24.86mm. con significancia, Casuarina equisetifolia 18.36 mm. y Eucalyptus globulus 16.28 mm. las diferencias de estas dos últimas especies resultaron ser no significativas. Ver apendice (4).

Ya se dijo que no existen diferencias significativas entre métodos de reforestación, pues si observamos el apendice 10. Alnus arguta sin asocio tiene 24.86 mm. en la última lec

tura que Alnus arguta con asocio tiene 23.60 mm. aquí existe una diferencia, mínima, de 1.26 mm. en este caso resultó Alnus arguta sin asocio tuvo mejor comportamiento, en cuanto a este parametro, aunque su diferencia estadísticamente no es significativa. Por su parte Casuarina equisetifolia tuvo mejor comportamiento en su asocio existiendo una diferencia .03 mm. La diferencia más notable fué Eucalyptus globulus ya que cuando estuvo en asocio creció 16.28 mm. y sin asocio 12.62 mm. siendo la diferencia de 3.66 mm. lo cual también no es estadísticamente significativa.

Para los casos de Casuarina equisetifolia y Eucalyptus globulus los resultados son contradictorios a los reportados por Barrera Garavito (1), Detlefsen(3) y Martinez; et al (14) quienes coincidieron en que las especies forestales sin asocio presentan mejor comportamiento en cuanto a este parametro. En el caso de Alnus arguta se tiene que el mejor comportamiento lo presentó cuando estuvo sin asocio lo cual soncuerda con lo reportadopor los autores antes mecionados o sea la teoría de que presentan mejor comportamaiento las especies que se siembran sin asocio.

7. En cuanto al Incremento Medio Anual (IMA) se deduce del apendice 11. que Casuarina Equisetefolia y Eucalyptus globulus tuvieron mejor comportamiento cuando estuvieron con asocio y por su parte Alnus arguta presentó mejor comportamiento cuando estuvo sin asocio siempre haciendo la salvedad que en ambos casos las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas.

6.3 Crecimiento de altura

Las medias de los tratamientos nos indican que en cuanto a éste parámetro Casuarina equisetifolia presentó la media más alta tanto en el método de reforestación con asocio (Sis

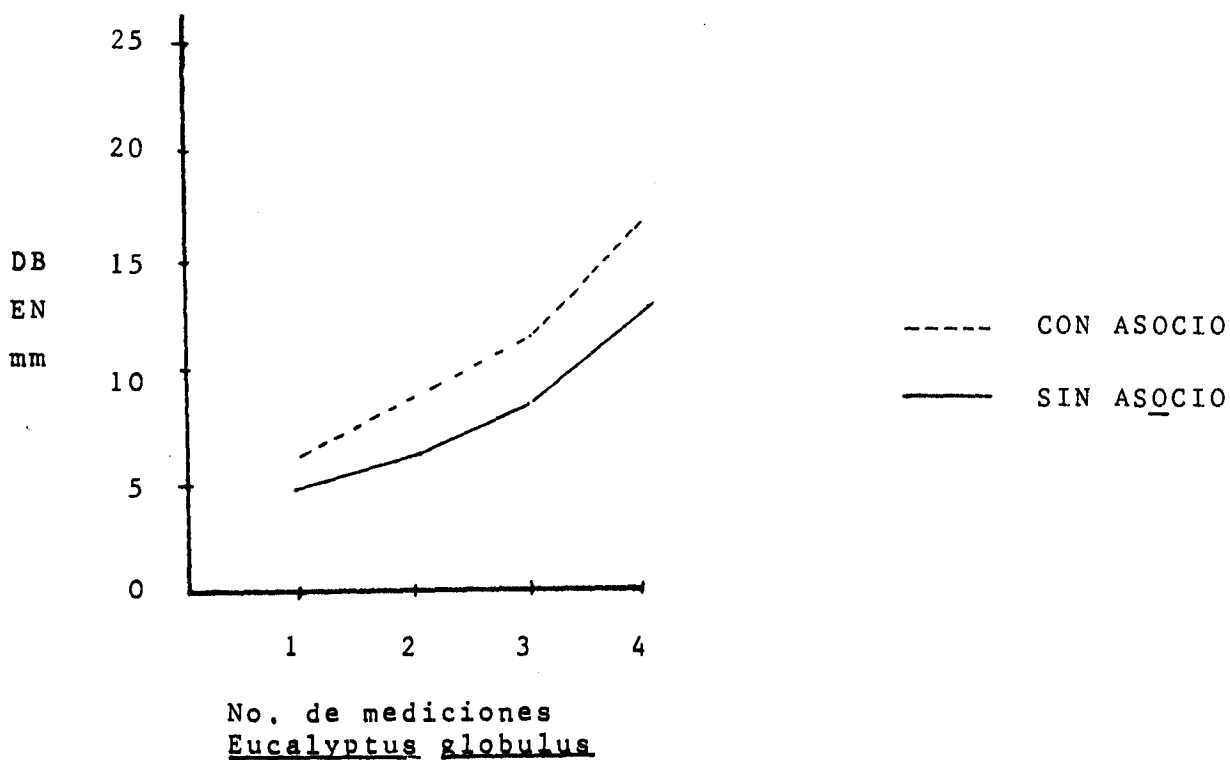
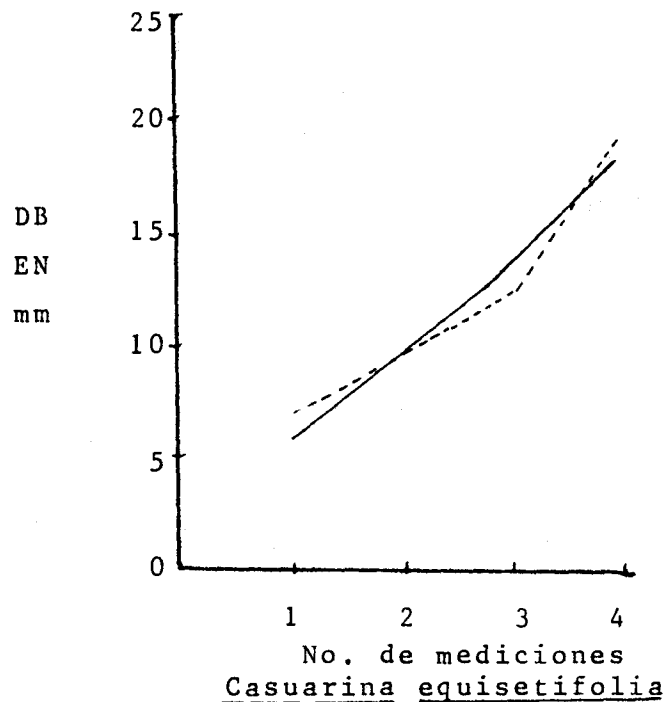
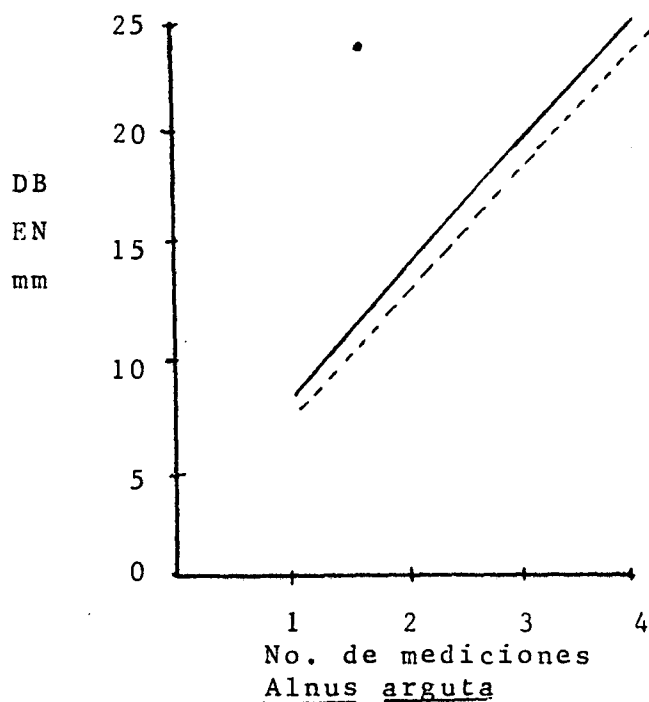


FIGURA No. 4. CRECIMIENTO DE DIAMETRO BASAL EN mm DE LAS ESPECIES FORESTALES ESTUDIADAS EN EL PERIODO DE JUNIO 1985 A JUNIO 1986.

tema Taungya), como en el método de reforestación sin asocio (Sistema Tradicional), en el primer caso T²A, alcanzó una altura de 14.17 dm. y en el segundo caso T²O 13.32 dm. Esta pequeña diferencia no es estadísticamente significativa. Por su parte Eucalyptus globulus cuando estuvo con asocio alcanzó una altura de 12.29 dm muy cerca de Casuarina Equisetifolia, mientras que cuando estuvo sin asocio alcanzó una altura de 9.79 dm. uno de los promedios más bajos.

La especie forestal que mostró el más bajo rendimiento en cuanto a este parametro es Alnus arguta ya que cuando estuvo en asocio alcanzó una altura de 10.08 dm. y cuando estuvo sin asocio 8.76.

Se puede observar claramente que todas las especies forestales mostraron mejor crecimiento en altura cuando estuvieron asociadas. Esto viene a concordar con lo reportado por Barrera Garavito (1), para Alnus acuminata donde se obtuvo mejor crecimiento en altura cuando esta especie estuvo asociada.

Al realizar el análisis de varianza no hubo diferencias significativas entre los métodos de reforestación, pero si entre las especies forestales y al realizar la prueba de medias para éstas (prueba de Tukey) la especie que obtuvo el mejor promedio fue Casuarina Equisetifolia con significancia, seguidamente Eucalyptus globulus y Alnus arguta sin significancia.

Por otro lado en la figura No. 5 se puede observar que el crecimiento en altura fue muy similar en todo el periodo experimental para las tres especies tanto cuando estuvieron asociadas como cuando estuvieron solas o sea sin asocio.

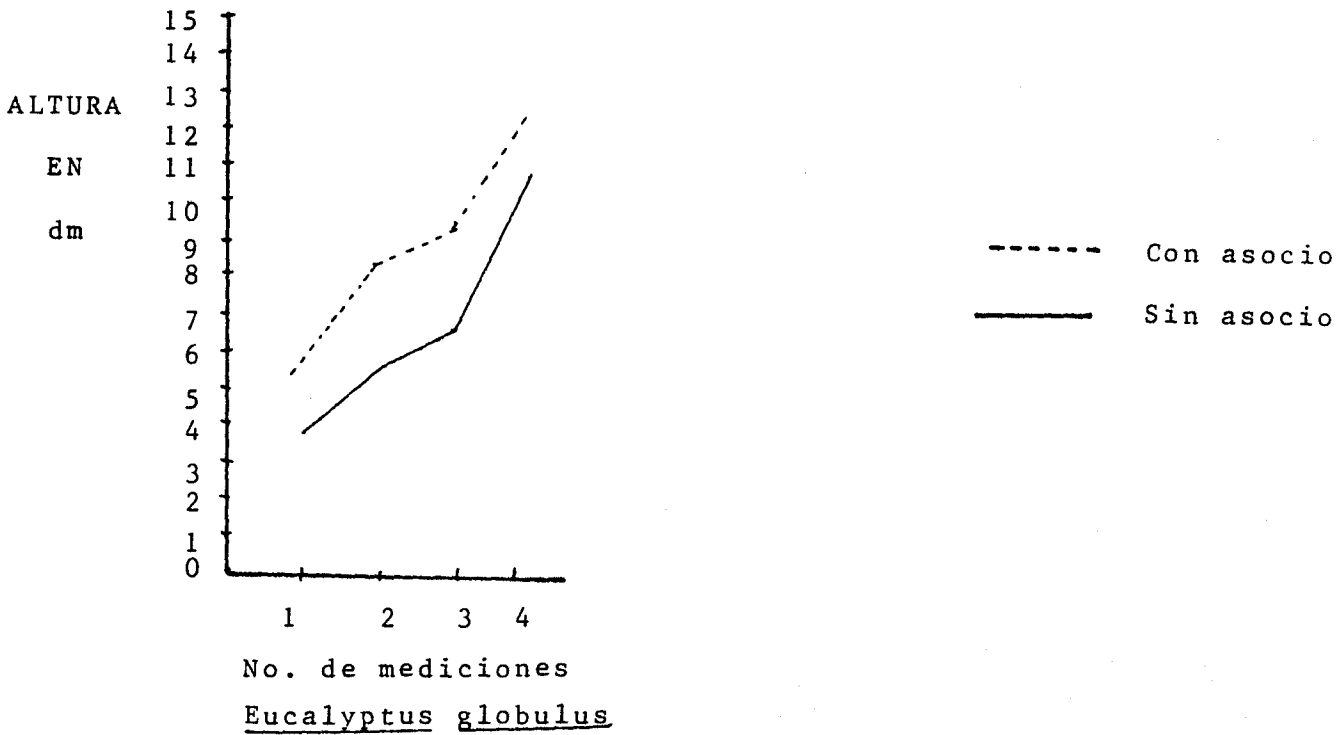
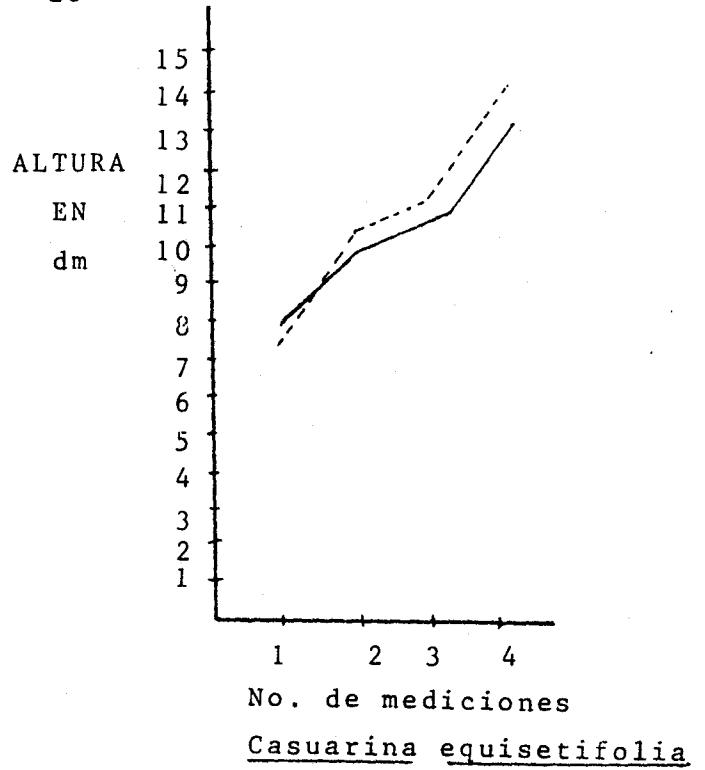
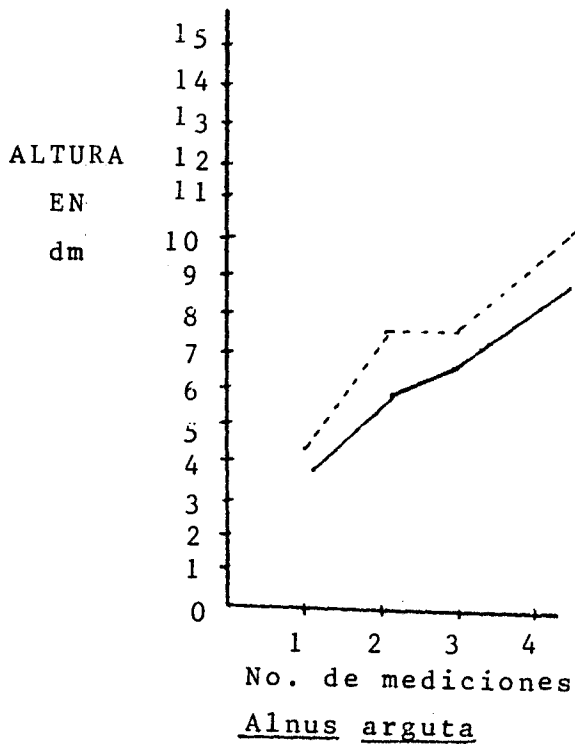


FIGURA No. 5 CRECIMIENTO EN ALTURA EN (dm) DE LAS ESPECIES FORESTALES ESTUDIADAS EN EL PERIODO EXPERIMENTAL JUNIO 1985 - JUNIO 1986.

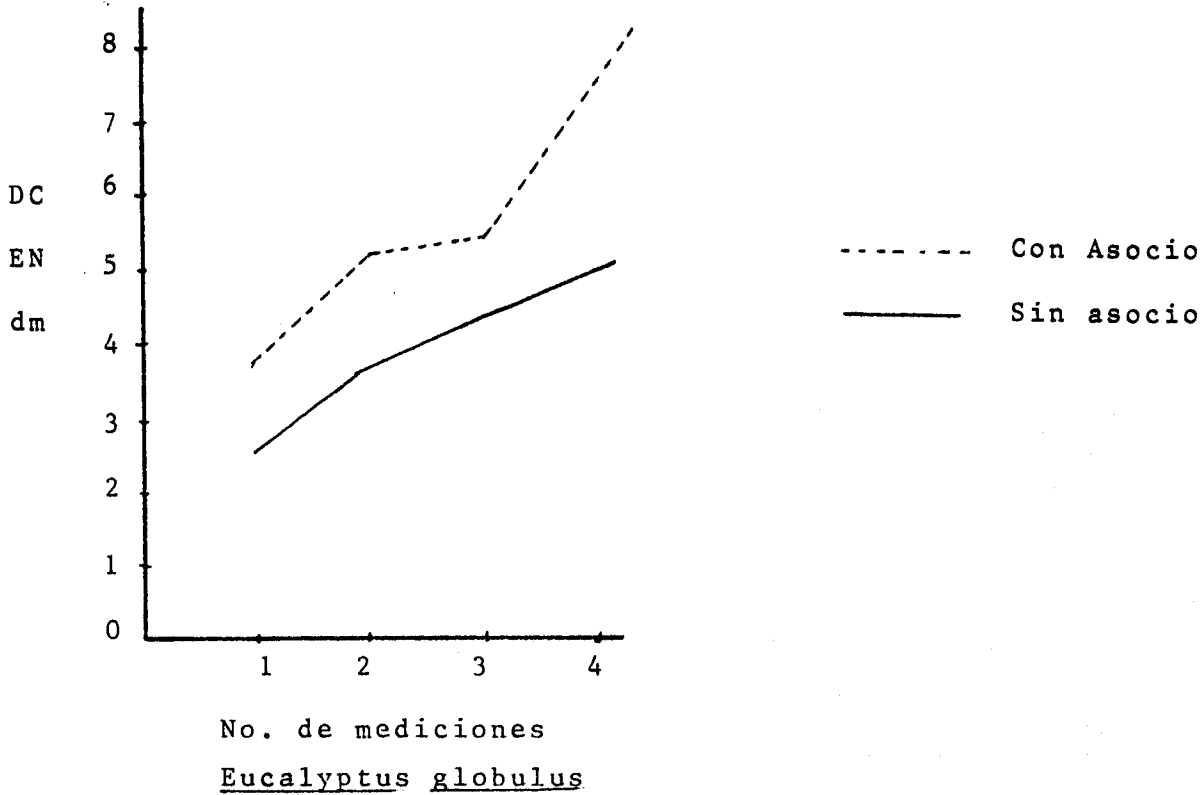
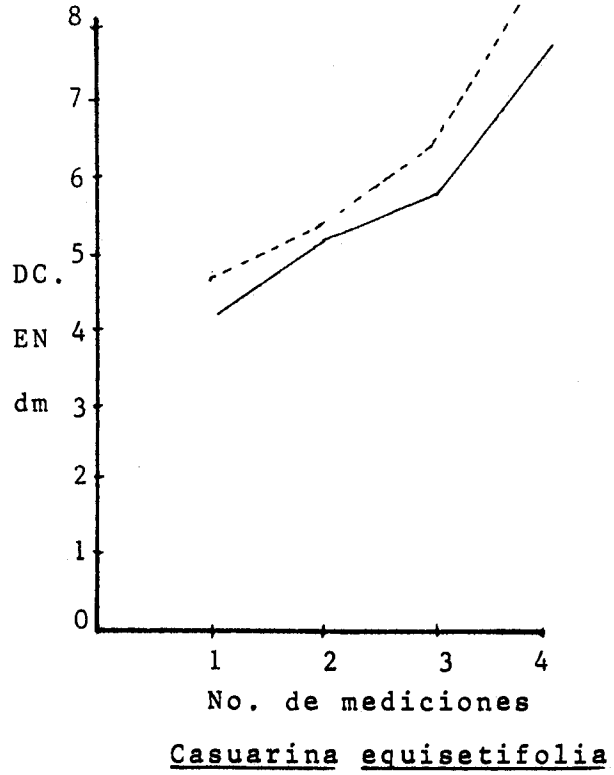
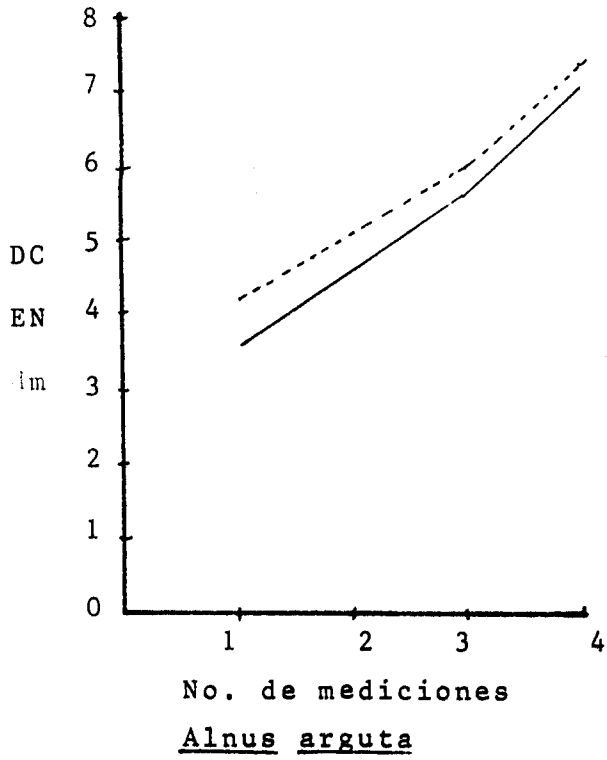


FIGURA No. 6 CRECIMIENTO DE DIAMETRO DE COPA EN (dm) DE LAS ESPECIES FORESTALES EN EL PERIODO EXPERIMENTAL JUNIO 1985-JUNIO 1986.

6.4 Crecimiento en Diámetro de Copa.

El crecimiento en diámetro de copa al realizar el análisis de varianza respectivo, mostró no significancia tanto para los métodos de reforestación como para las distintas especies forestales comparadas. Por lo que se deduce que el comportamiento de las especies forestales, bajo este parámetro fue muy similar.

6.5 Producción de Maíz y Frijol

La tecnología que se utilizó en éste ensayo para comparar los dos métodos de reforestación; en el caso Taungya, se utilizó la tecnología, propia de la región para los cultivos de maíz y frijol.

El rendimiento total que se obtuvo en el área experimental (0.1024 Has.), donde se cultivó maíz y frijol, fue de: 400 libras de maíz, lo que equivale a: 27.34 quintales por manzana, o sea 39.06 quintales por Ha. con un promedio de: 8.44 libras por parcela neta de 16 mts², y 200 libras de frijol de lo equivale a 19.53 quintales por manzana, o sea 13.67 quintales por Ha. con un promedio de 2.625 libras por parcela neta de 16 mts.².

Ver cuadro No. 1

6.6 Análisis Financiero

Para realizar el análisis financiero se utilizó únicamente el criterio de los costos de producción, divididos éstos, en, mano de obra y gastos por insumo. No se tomó en cuenta los costos fijos tales como: intereses de capital, y gastos de administración, ya que generalmente los agricultores de la región no utilizan éste criterio. Esto con la finalidad de ajustar más éste trabajo a la realidad Nacional.

En el cuadro No. 2 aparecen los costos de producción de acuerdo a las prácticas que se realizaron en los cultivos sometidos al sistema Taungya.

En el cuadro No. 3 aparecen los costos de producción realizados en los cultivos de maíz y frijol sin el asocio de especies forestales (Testigo.)

CUADRO No. 1 Producción de maíz y frijol obtenida en el área experimental por bloque, parcela y tratamiento.

Bloque	Parcela	Trata- miento	Rend. de frijol/Lbs. por parcela de 16 mts/2	Rend. de frijol por quintal/ha.	Rend. de maíz/Lbs. por parcela de 16 mts. 2	Rend. de maíz por quintal/ha.
1	1	T3A	2.7	16.87	9.75	60.94
	3	T2A	2.8	17.50	11.50	71.87
	6	AO	3.0	18.75	12.00	75.00
	7	T1A	2.9	18.12	11.75	73.44
TOTAL BLOQUE I			11.4	71.24	45.00	281.25
2	2	T2A	3.0	18.75	10.00	62.50
	3	T1A	2.8	17.50	11.00	68.75
	4	T3A	3.1	13.12	9.00	56.25
	7	AO	2.8	17.50	11.00	68.75
TOTAL BLOQUE II			10.7	66.87	41.00	256.25
3	2	AO	2.8	17.50	8.50	53.12
	3	T2A	2.6	16.25	7.00	43.75
	4	T1A	2.3	14.37	8.50	53.12
	5	T3A	2.5	15.62	9.50	59.37
TOTAL BLOQUE III			10.2	63.74	33.50	209.37
4	1	AO	2.0	12.50	11.50	71.87
	4	T2A	2.7	15.62	12.00	75.00
	5	T1A	2.7	15.62	11.50	71.87
	6	T3A	2.3	14.77	9.50	59.37
TOTAL BLOQUE IV			9.7	58.51	44.50	278.12
TOTAL			42.0	262.50	164.0	1024.99
PROMEDIO			2.62	16.40	10.25	64.06

1 ha. = 10,000 mts.2

CUADRO NO. 2 Costos de producción bajo el sistema TAUNGYA.

LABORES	FORMA	Q./64 m ²	Q./ha.
- Preparación del suelo	Manual	0.71	110.94
- Desinfección del suelo			
fertilización y siembra del maíz	Manual	0.17	26.56
- Siembra de árboles	Manual	1.04	162.50
- Limpia (Surqueado)	Manual	0.17	26.56
- Desinfección del suelo			
fertilización y siembra de frijol	Manual	0.33	51.56
- Aspersiones a frijol	Manual	0.17	26.56
- Calzada de maíz y limpia de frijol	Manual	0.33	51.56
- Cosecha de frijol	Manual	0.33	51.56
- Acarreo de frijol	Mecanizado	0.29	45.31
- Aporreo de frijol	Manual	0.33	51.56
- Dobla de maíz	Manual	0.08	12.50
- Cosecha de maíz	Manual	0.33	56.56
- Acarreo de maíz	Mecanizado	0.29	45.31
- Desgrane de maíz	Manual	<u>0.17</u>	<u>26.56</u>
TOTAL DE COSTOS-LABORES		4.74	745.60
INSUMOS	CLASE		
- Semilla maíz	B-304	0.20	35.55
- Semilla frijol	Criolla	0.41	64.06
- Fertilizante granulado	12-12-12	1.42	221.87
- Fertilizante Foliar	Wuxual 8-6-6	0.25	39.06
- Insecticida	Aldrin	0.34	53.12
- Insecticida	Tamaron 600	0.36	51.56
- Fungicida	Antracol WP	<u>0.21</u>	<u>32.81</u>
TOTAL DE COSTOS-INSUMOS		<u>3.16</u>	<u>498.03</u>
COSTO TOTAL DE PRODUCCION		7.90	1243.64

CUADRO No. 3 Costos de producción de maíz y frijol (testigo)

LABORES	FORMA	Q./64m ²	Q./ha.
- Preparación del suelo	Manual	0.71	110.94
- Desinfección del suelo fertilización y siem- bra de maíz	Manual	0.17	26.56
- Limpia	Manual	0.17	26.56
- Desinfección del suelo fertilización y siem- bra de frijol	Manual	0.33	51.56
- Asperciones a frijol	Manual	0.17	26.56
- Calzada de maíz y lim- pia de frijol	Manual	0.33	51.56
- Cosecha de frijol	Manual	0.33	51.56
- Acarreo de frijol	Mecanizado	0.29	45.31
- Aporreo frijol	Manual	0.33	51.56
- Dobla maíz	Manual	0.08	12.50
- Cosecha maíz	Manual	0.33	51.56
- Acarreo de maíz	Mecanizado	0.29	45.31
- Desgrane maíz	Manual	0.17	26.56
TOTAL DE COSTOS-LABORES		3.70	583.10
INSUMOS	CLASE		
- Semilla maíz	B-304	0.20	35.55
- Semilla frijol	Criolla	0.41	64.06
- Fertilizante granulado	12-12-12	1.42	221.87
- Fertilizante Foliar	Wuxual 8-6-6	0.25	39.06
- Insecticida	Aldrinn	0.34	53.12
- Insecticida	Tamaron 600	0.33	51.56
- Fungicida	Antracol WP	0.21	32.81
TOTAL DE COSTOS-INSUMOS		3.16	498.03
COSTO TOTAL DE PROBUCCION		6.86	1081.13

CUADRO No. 4 Costos de reforestación bajo el método tradicional

LABORES	FORMA	Q.%64m ²	Q.%ha.
- Preparación del suelo	Manual	0.71	110.94
- Siembra de árboles	Manual	1.04	162.50
- Plateo	Manual	0.33	51.56
	TOTAL	2.08	325.00

CUADRO No. 5 Comparación de costos

SISTEMA TAUNGYA Vrs. SISTEMA TRADICIONAL

	SISTEMA TAUNGYA	SISTEMA TRADICIONAL	CULTIVO MAIZ Y FRIJOL (TESTIGO)
Costo total por ha. (Q)	1253.64	325.00	1081.13
DIFERENCIA		918.64	162.51

Esto indica que el costo reforestación tradicional se redujo en un 73.86%, comparado con el costo de inversión que se hizo en el sistema TAUNGYA, y el cultivo de maíz y frijol se redujo a un 13%.

CUADRO No. 6 Reducción de los cortes de inversion debido al ingreso obtenido en la cosecha de maíz y frijol.

CONCEPTO	SISTEMA TAUNGYA	CULTIVO DE MAIZ Y FRIJOL
Costo total de inversión en Q./ha.	1243.64	1081.13
Ingreso por cosecha en Q./ha.	1367.15	1377.15
ganancia	123.51	286.02

En el cuadro 6 se puede observar la reducción de los gastos al implantar el método Taungya comparando los costos de inversión incial, Q.1243.64 al obtener los ingresos de la cosecha, se obtuvo una ganancia de Q.123.51/ha. Se puede observar también que la inversión realizada en el sistema Taungya se incrementó únicamente en un 15% comparada con la inversión hecha en los cultivos sin asocio de especies forestales.

Esto indica que según la inversión realizada en el sistema Taungya registró una ganancia de Q Q.123.51. Ha. lo que equivale a una rentabilidad de 9.93%.

Por su parte cuando se cultivo maíz y frijol, sin asocio de especies forestales se obtuvo una rentabilidad de 22% comparada con el sistema Taungya, se tiene una diferencia de 12.07% diferencia que estadísticamente no es significativa.

7. CONCLUSIONES

7.1 Sobrevivencia

No existe diferencia significativa entre los dos métodos de reforestación probados, ni entre las especies utilizadas. Por lo que se concluye que el método que ofrece mejores ventajas, después de realizar el análisis económico es el método con asocio (sistema Taungya).

7.2 Crecimiento en Altura

La especie que resultó con diferencia significativa con respecto a las demás; al realizar la prueba de Tukey fué Casuarina equisetifolia bajo los dos métodos de reforestación por lo que se concluye que en cuanto a este parametro la especie que mejor comportamiento tuvo fué Casuarina equisetifolia.

7.3 Crecimiento en diámetro basal

Hay diferencias significativas entre las distintas especies comparadas. La especie con mayor diámetro basal fue: Alnus arguta bajo los dos métodos de reforestación,, mientras que Casuarina equisetifolia y Eucalyptus globulus bajo los dos métodos de reforestación mostraron comportamiento similar para éste parametro. Por lo que se concluye que: Existe independencia entre los dos métodos de reforestación y las especies evaluadas.

7.4 Crecimiento en diámetro de copa.

En cuanto a esta variable se determinó que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo que se concluye que el crecimiento en diámetro de copa es similar para las tres especies comparadas bajo los dos métodos de reforestación.

7.5 Sistema Taungya

Desde el punto de vista económico el sistema Taungya necesita una inversión inicial de 1243.67 quetzales, el sistema tradicional Q.325.00. Al obtener la cosecha bajo el sistema Taungya y sacar las diferencias de inversión inicial con ingreso por cosecha de los cultivos, se obtuvo una ganancia de .123.51 lo que equivale a una rentabilidad de 9.93%, mientras que bajo el sistema tradicional no se tiene ningún ingreso. Por lo que se concluye que desde este punto de vista beneficioso reforestar utilizando el sistema Taungya.

7.6 Produccion de maíz y frijol

El análisis estadístico para esta variable (rendimiento) en ambos casos resultó no significativo por lo que se concluye que resulta beneficioso practicar el sistema Taungya ya que éste conlleva una utilidad económica a corto y largo plazo.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Evaluar ensayos similares al presente durante los primeros años de vida de las especies forestales con la finalidad de determinar el efecto de los árboles al cerrar las copas, sobre los cultivos asociados.

8.2 Promover através de instituciones del estado y particulares la implantación del sistema Taungya.

8.3 Realizar nuevos ensayos con el sistema Taungya probando el asocio de diversos cultivos.

9. BIBLIOGRAFIA

1. BARRERA GARAVITO, L.E. 1986. Comportamiento inicial de tres especies forestales bajo dos métodos de reforestación, en San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 92 p.
2. COMBE, J. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE, en Turrialba, Costa Rica. C. R., CATIE. p 231-263.
3. DETLEFSEN RIVERA, G. 1984. Comportamiento inicial de tres especies forestales para la producción de leña con asocio de maíz (*Zea mays* L.) en la Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 104 p.
4. ESTADOS UNIDOS. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1984. Especies para leña, árboles y arbustos para la producción de energía. Costa Rica. 343 p.
5. FAO (ITALIA). 1975. Prácticas de plantación forestal en la sabana africana. Roma. 122 p.
6. _____. 1979. Informe forestal anual para América Latina. Roma. p 25.
7. _____. (MEXICO). 1978. Producción forestal. México. 31 p.
8. FLINTA, C.M. 1976. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Roma, FAO. 499 p.
9. FLORES, S.A. 1976. Estudio preliminar de la vegetación de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 71 p.
10. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1977. Estudio para la reforestación nacional de Guatemala. Guatemala. 55 p.
11. LOPEZ, R.L. 1981. Importancia y necesidad de los bosques energéticos en Guatemala. Guatemala, Dirección General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía. 11 p.
12. MARTINEZ, H. 1983. El cultivo de árboles para la producción de energía. Guatemala, CATIE; INAFOR. 55 p.
13. _____. et. al. 1983. Informe anual del proyecto leña. Guatemala, CATIE; INAFOR. 55 p.

14. _____, et. al. 1983. Curso sobre metodología de investigación y técnicas de producción de leña. Guatemala, CATIE; INAFOR. 169 p.
15. ORDÓÑEZ, C.A. 1980. Consideraciones acerca del sistema de taungya en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 104 p.
16. PECK, R.B. 1977. Sistemas agro-silvopastoriles como una alternativa para la reforestación en los trópicos americanos. Bogotá, Colombia, CONIF. p. 73-84.
17. SIMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, H.J. 1954. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
18. URIZAR, M.T.; CURLEY, M.A. 1978. Recursos naturales renovables. Guatemala, Impresos Industriales. 226 p.



Vo. Bo.
Patualla

10. APENDICE

APENDICE 1

Precipitación de la aldea Buena Vista, Chimaltenango
durante el periodo experimental
Junio 1985 Junio 1986

MES	PRECIPITACION EN mm
Junio	248
Julio	147.9
Agosto	169.8
Septiembre	172.9
Octubre	90.0
Noviembre	11.0
Diciembre	00.0

FUENTE: Registros Climáticos Estación ICTA, Chimaltenango.

APENDICE 2

Temperaturas mensuales (En Grados Centígrados) en la
aldea Buena Vista Chimaltenango, durante el período
Experimental junio 85- junio 86.

MES	MAXIMA	MINIMA	PROMEDIO
Junio	25.5	9.0	17.75
Julio	25.5	9.0	17.75
Agosto	26.0	7.0	16.50
Septiembre	24.50	10.0	17.25
Octubre	25.50	9.0	17.75
Noviembre	24.0	5.0	14.50
Diciembre	24.00	1.0	12.50
Enero	23.1	6.2	14.60
Febrero	24.10	7.50	15.80
Marzo	24.90	9.0	16.90
Abril	27.30	9.2	18.2
Mayo	27.80	11.8	19.8
Junio	24.50	12.8	18.65

FUENTE: Registros climáticos Estación ICTA. Chimaltenango.

APENDICE 3

Análisis de varianza en sobrevivencia de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol, durante el período experimental junio 85- junio 86.

SOBREVIVENCIA EN %

BLOQUE	Método Taungya (Con Asocio) A ₁			Método Tradicional (Sin Asocio) A ₂			Total Bloques Yj..
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
	T ₁ A	T ₂ A	T ₃ A	T ₁ O	T ₂ O	T ₃ O	
I	100	100	89	100	100	100	579
II	89	100	89	66	100	89	533
III	89	100	89	100	100	79	557
IV	100	100	89	100	100	45	534
Y.kl	389	400	345	378	400	334	2246
Y.kl	97.27	100	86.25	94.25	100	83.5	

ANÁLISIS DE VARIANZA

FUENTES DE VARIACION	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft. 0.05
BLOQUES	3	238.79	79.596	0.29	
TRATAMIENTOS	5	1414.21	282.842	1.04	NS.
A	1	84.37	84.37	0.31	NS.
B	2	1260.08	630.04	2.319	NS.
AB	2	69.76	34.88	0.128	NS.
ERROR	15	4075.0	271.66		
TOTAL	23	5728.04			

C.V.=17.95%

NS.= No significativo al 0.05. de significancia.

APENDICE 4

Analisis de varianza total de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol, durante el periodo experimental junio 85- junio 86

CRECIMIENTO EN DIAMETRO BASAL

EN mm.

ANDEVA

F.V.	G.L	SUMA DE CUADROS	CUADRO MEDIO	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA:
BLOQUE	3	207.889700	69.297	4.851	0.0148
TRATAMIENTO	5	417.506800	38.501	5.845	0.0037
A	1	3.923828	3.924	0.275	0.6132
B	2	387.539100	193.770	13.564	0.0007
AB	2	26.043950	13.022	0.219	0.5743
ERROR	15	214.287100	14.286		
TOTAL	23	839.683600			

V.V.=19.8833%

A=métodos de reforestación

B=Especies Forestales

Tabla de tratamientos: medias en orden descendente de las especies forestales, y prueba de Tukey.

ESPECIE	MEDIA	TUKEY AL 0.05%
<u>Alnus arguta</u>	24.2300 mm.	A
<u>Casuarina equisetifolia</u>	18.3430 mm.	AB
<u>Eucalyptus globulus</u>	14.4550 mm.	BC

TRATAMIENTOS CON IGUAL LETRA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES.

APENDICE 5

Análisis de varianza total de tres especies forestales asociadas y no asociadas con maíz y frijol, durante el periodo de junio 85- junio 86

CRECIMIENTO EN ALTURA

(Dm.)

ANDEVA.

V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	SIGNIF. 0.05
BLOQUE	3	74.829100	24.943	4.745	0.0159
TRATAM	5	92.780760	18.556	3.530 *	0.0260
A	1	14.152830	14.153	2.693 NS.	0.1185
B	2	75.637450	37.819	7.195 **	0.0066
AB	2	2.990479	1.495	0.284 NS.	0.7595
ERROR	15	78.843750	5.256		
TOTAL	23	246.453600			

C.V= 20.1191%, NS.= No Significante.

*=Significancia al 0.05

**=Alta significancia al 0.01

Tabla de tratamientos: medias en rodén descendente de altura de las especies Forestales, y la prueba de Tukey.

ESPECIE	MEDIA	TUKEY AL 0.05%
<u>Casuarina equisetifolia</u>	13.725	A
<u>Eucalyptus globulus</u>	11.041	AB
<u>Alnus arguta</u>	9.420	BC

TRATAMIENTOS CON IGUAL LETRA SON ESTADISTICAMENTE IGUALES

APENDICE 6

Análisis de varianza totales de tres especies forestales asociadas con maíz y frijol, durante el periodo experimental junio 85- junio 86.

CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE COPA.

EN Dm.

ANDEVA

F.V.	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MERIO	F. CALCULADA	SIGNIFI CANCIA AL 0.05
BLOQUE	3	37.470580	12.490	6.110 NS.	0.0065
TRATAM	5	15.968260	3.194	1.562 NS.	0.2298
A	1	6.719727	6.720	3.287 NS.	0.0869
B	2	5.916382	2.958	1.447 NS.	0.2658
AB	2	3.332153	1.666	0.815 NS.	0.5353
ERROR	15	30.662720	2.044		
TOTAL	23	84.101560			

C.V. = 18.951%

NS. = No significativa al 0.05% de significancia

A = Métodos de Reforestación

B = Especies forestales

APENDICE 7

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

TRATAMIENTO	VARIABLES	MODELO DE CRECIMIENTO
T ₁ A	DBmm/Edad meses	Y = b0 + b1 * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES: b0 = -0.1145 b1 = 0.4611 PARAMETROS: F calculada = 75.1069. Cor. = 0.91809 Determinación = 0.842889.
	Altura dm/E. meses	Y = b0 + b1 * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES: b0 = -1.7753 b1 = 1.4887 PARAMETROS: F calculada = 46.610 Cor.=0.87694 Determinación = 0.76902
	DC. dm/E. meses	Y = b0 + b1 * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES: b0 = -1.8982 b1 = 1.7546 PARAMETROS: F calculada = 40.4312 Cor.=0.86186 Determinación = 0.74279
	DB. dm/Altura dm	Y = b0 + b1 * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES: b0 = 5.6552 b1 = 0.1252 PARAMETROS: F calculada = 2.8460 Cor.=0.76635 Determinación = 0.58729
	DB. dm/DC dm	Y = b0 + b1 * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES: b0 = 3.9895 b1 = 0.1266 PARAMETROS: F calculada = 1.8650 Cor. = 0.69465 Determinación = 0.48254

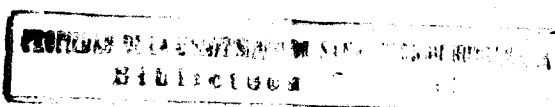
TRATAMIENTO	VARIABLE	MODELO DE CRECIMIENTO
T ₁ A	DB mm/E. meses	Y = b ₀ + b ₁ * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES b ₀ = 1.0713 b ₁ = 0.4253 PARAMETROS F calculada = 46.2308 Cor. = 0.87611 Determinación = 0.76756
	Altura dm/E meses	Y = b ₀ + b ₁ * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES b ₀ = 2.2495 b ₁ = 0.7164 PARAMETROS F calculada = 8.9552 Cor. = 0.62459 Determinación = 0.39012
	DC mm/E meses	Y = b ₀ + b ₁ * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES b ₀ = 1.9480 b ₁ = 0.9353 PARAMETROS F calculada = 5.5363 Cor. = 0.53234 Determinación = 0.28339
	DB mm/Altura dm	Y = b ₀ + b ₁ * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES b ₀ = 6.5944 b ₁ = 0.2533 PARAMETROS F calculada = 0.2036 Cor. = 0.30397 Determinación = 0.09240
	DBmm/DC dm	Y = b ₀ + b ₁ * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES: b ₀ = -1.18772 b ₁ = 0.4848 PARAMETROS: F calculada = 6.9485 Cor. = 0.88119 Determinación = 0.77650
T ₂ ⁰	DB mm/E. meses	Y = b ₀ + b ₁ * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES b ₀ = 0.2720 b ₁ = 0.6151 PARAMETROS F calculada = 52.0055 Cor. = 0.88764 Determinación = 0.78790
	Altura dm/E meses	Y = b ₀ + b ₁ * X ----- Modelo lineal COEFICIENTES b ₀ = 1.2620 b ₁ = 0.5728 PARAMETROS F calculada = 5.4126 Cor. = 0.52803 Determinación = 0.27882

TRATAMIENTO	VARIABLE	MODELO DE CRECIMIENTO
	DC dm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = -0.6496$ $b_1 = 1.4030$ PARAMETROS F calculada = 15.5142 Cor. = 0.72502 Determinación = 0.52565
	DB mm/Altura dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 1.9167$ $b_1 = 0.8312$ PARAMETROS F calculada = 2.0636 Cor. = 0.71262 Determinación = 0.50783
	DB mm/DC dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = -1.2315$ $b_1 = 0.4848$ PARAMETROS F calculada = 2.5372 Cor. = 0.74780 Determinación = 0.55920
T ₂ A	DB mm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 0.8177$ $b_1 = 0.5608$ PARAMETROS F calculada = 33.6347 Cor. = 0.84030 Determinación = 0.70610
	Altura dm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = -1.8394$ $b_1 = 0.8726$ PARAMETROS F calculada = 23.8724 Cor. = 0.79394 Determinación = 0.63034
	DC dm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = -1.0657$ $b_1 = 1.3579$ PARAMETROS F calculada = 23.3754 Cor. = 0.79084 Determinación = 0.62542

TRATAMIENTO	VARIABLE	MODELO DE CRECIMIENTO
	DB mm/Altura dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 6.1957$ $b_1 = 0.4323$ PARAMETROS F calculada = 13.1592 Cor. = 0.93170 Determinación = 0.86807
	DB mm/DC dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 3.0156$ $b_1 = 0.3172$ PARAMETROS F. calculada = 7.4915 Cor. = 0.88842 Determinación = 0.78928
T ₃₀	DB mm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 2.1048$ PARAMETROS F calculada = 10.9689 Cor. = 0.66280 Determinación = 0.43930
	Altura dm/ E. meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 0.4892$ $b_1 = 1.0623$ PARAMETROS F calculada = 27.0250 Cor. = 0.81163 Determinación = 0.65874
	DC dm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 1.0123$ $b_1 = 1.6176$ PARAMETROS F calculada = 18.5640 Cor. = 0.75504 Determinación = 0.57008
	DB mm/Altura dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 2.6440$ $b_1 = 0.5664$ PARAMETROS F calculada = 5.1842 Cor. = 0.84948 Determinación = 0.72161

TRATAMIENTO	VARIABLE	MODELO DE CRECIMIENTO
	Altura dm/DC dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 0.6233$ $b_1 = 0.4459$ PARAMETROS $F \text{ calculada} = 20.7811$ $\text{Cor.} = 6.95510$ $\text{Determinación} = 0.91221$
P ₃ A	DB mm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 2.2969$ $b_1 = 0.4974$ PARAMETROS $F \text{ calculada} = 17.4244$ $\text{Cor.} = 0.74464$ $\text{Determinación} = 0.55449$
	Altura dm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 1.5021$ $b_1 = 0.6749$ PARAMETROS $F \text{ calculada} = 12.3770$ $\text{Cor.} = 0.68501$ $\text{Determinación} = 0.46923$
	DC dm/E meses	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 2.1017$ $b_1 = 0.9627$ PARAMETROS $F \text{ calculada} = 10.9908$ $\text{Cor.} = 0.66317$ $\text{Determinación} = 0.43979$
	DB mm/Altura dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 2.9464$ $b_1 = 0.5736$ PARAMETROS $F \text{ calculada} = 34.4334$ $\text{Cor.} = 0.97217$ $\text{Determinación} = 0.94511$
	Altura dm/DC dm	$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal COEFICIENTES $b_0 = 2.5581$ $b_1 = 0.3283$ PARAMETROS $F \text{ calculada} = 26.9276$ $\text{Cor.} = 0.96481$ $\text{Determinación} = 0.93086$

DB mm = Diámetro basal en milímetros
 DC dm = Diámetro de copa en decímetros
 dm = Decímetros
 E.meses = Edad en meses



APENDICE 8

Resultado de analisis de suelo del area experimental realizado a una profundidad de 0-25 cm.

Ph	MICROGRAMOS/ml		Meq/100 ml de suelo	
	P	K	Ca	Mg
6.6	1.50	278	8.10	2.67

Resultado de fertilidad del suelo efectuado a tres profundidades distintas

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD cm.	Ph	CATIONES=Meq/100 gramos				K	% M.O
			CIC.	Ca	Mg	Na		
1	0-30	6.6	14.50	8.10	2.5	0.10	0.70	4.25
2	30-60	6.6	13.30	7.00	3.0	0.30	1.85	0.75
3	60-90	6.7	16.00	0.20	7.0	0.45	2.65	0.65

APENDICE 9

Análisis de varianza sobre el rendimiento de frijol asociado con maíz y tres especies forestales. (rendimiento en libras)

BLOQUES	T ₁ A	T ₂ A	T ₃ A	AO	Y.j
I	2,90	2.80	2.70	3.00	11.40
II	2,80	3,00	2.10	2.50	10.70
III	2,30	2.60	2.50	2.80	10.20
IV	2.70	2.70	2.30	2.00	9.70
Yi.	10.10	11.10	9.60	10.60	42.00
<u>Yi.</u>	2.675	2.775	2.400	2.650	

T₁ = Alnus arguta, T₂ = Casuarina equisetifolia,

T₃ = Eucalyptus globulus

A = Asocio con cultivos de maíz y frijol, AO = cultivo de maíz y frijol, sin especie forestal.

ANDEVA

F. V.	G.L.	S.C.	CM.	Fc.	Ft.
BLOQUES	3	0.395	0.13		
TRATAMIENTOS	3	0.305	0.10	1.30	NS
ERROR	9	0.690	0.07		
TOTAL	15	1.390			

C.V. = 10.00%

Análisis de Varianza sobre el rendimiento de maíz, asociado con frijol y tres especies forestales.

BLOQUES	T ₁ A	T ₂ A	T ₃ A	AO	Yij
I	11.75	11.50	9.75	12.00	45.00
II	11.00	10.00	9.00	11.00	41.00
III	8.50	8.50	9.50	7.00	33.50
IV	11.50	12.50	9.50	11.50	44.50
Yi	42.75	42.00	37.75	41.50	164.00
<u>Yi.</u>	10.6875	10.50	9.4375	10.37	

APENDICE 10

Valores promedio por tratamiento de las variables medias
en las especies forestales. junio 85 junio 86

LECTURA	TRATAMIENTO	% SOBREVIVENCIA	DIAMETRO BASAL mm.	ALTURA dm.	DIAMETRO COPA dm.
Primera	T ₁ A	100	7.155	4.510	4.120
	T ₂ A	100	7.110	7.275	4.225
	T ₃ A	100	6.090	5.592	3.737
	T ₁ O	100	8.522	3.780	3.540
	T ₂ O	100	6.587	7.830	4.125
	T ₃ O	100	4.965	3.922	2.450
Segunda	T ₁ A	97.27	12.525	7.280	5.645
	T ₂ a	100.00	9.080	10.175	5.440
	T ₃ A	86.25	8.555	8.447	5.020
	T ₁ O	94.25	13.422	5.925	4.702
	T ₂ O	100.00	9.442	10.127	5.417
	T ₃ O	83.50	6.782	5.845	3.587
Tercera	T ₁ A	97.27	17.107	7.740	5.922
	T ₂ A	100.00	12.367	11.192	6.402
	T ₃ A	86.25	11.165	9.222	5.495
	T ₁ O	94.25	19.247	6.450	5.612
	T ₂ O	100.00	12.890	10.972	6.045
	T ₃ O	83.50	8.550	6.830	4.252

APENDICE 10

Valores promedio por tratamiento de las variables medias en las especies forestales. junio 85 junio 86

LECTURA	TRATAMIENTO	% SOBRE-VIVENCIA	DIAMETRO BASAL mm.	ALTURA dm.	DIAMETRO COPA dm.
Cuarta	T ₁ A	97.27	23.60	10.08	7.23
	T ₂ A	100.00	18.36	14.17	8.84
	T ₃ A	86.25	16.28	12.29	8.15
	T ₁ O	94.25	24.86	8.76	7.14
	T ₂ O	100.00	18.33	13.32	7.65
	T ₃ O	83.25	12.62	9.79	6.25

APENDICE 11

Incremento medio anual (IMA) en (mm para DB., dm. para altura y DC) de las variables medidas en las especies forestales. junio 85- junio 86

TRATAMIENTO	DIAMETRO BASAL	ALTURA	DIAMETRO DE COPA
T ₁ A	16.44	5.57	3.11
T ₁ O	16.34	4.98	3.60
T ₂ A	11.25	6.89	4.29
T ₂ O	11.74	5.49	3.52
T ₃ A	6.70	6.70	4.41
T ₃ O	7.65	5.87	3.80

IMA = $\frac{\text{Ultima medición} - \text{primera medición}}{\text{Periodo de medición.}} \times 12 \text{ meses}$

APENDICE 12

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES FORESTALES UTILIZADAS EN EL
ENSAYO.1. Alnus arguta Schlecht

A. Descripción:

Nombre botánico: Alnus arguta Schlecht
 Nombres Comunes: Ilamo, aliso, palo de agua.
 Familia: Betuleaceae.

Alnus arguta: Es un árbol común en las montañas, a menudo formando rodales casi puros, densos y extensos; pero más a menudo asociado con pinos y encinos, a veces en los bosques de Juniperus, de 1350,- 3000 m.s.n.m., en Alta Verapaz, el Progreso, Guatemala, Sacatepequez, Chimaltenango, San Marcos, Sololá, Totonicapán, Quiche, Huehuetenango y Quetzaltenango; es un árbol de 30 m. de alto, pero ordinariamente es menos de la mitad de altura, corteza clara, delgada, lisa, ramas, largas, hojas con peciolo delgados y oblongos ovados de 3-9 cm. de ancho, principalmente agudas o acuminadas obtusas o duplicadas en la base, doblemente acerradas en los márgenes a menudo un tanto ovaladas glabras arriba o casi así, usualmente pilosas en el envés a lo largo de las nervaduras, en la madurez usualmente glabras cafesuscas o a menudo ferroginosas, amentos esatminados de 4-10 cms. de largo estrobilosésiles o pistilados, principalmente de 2-3 cms. de largo o a veces cortos. La flora de estos bosques de Alnus es poco atractiva y casi sin interés, hacia el fin de la estación seca los árboles botan casi todas o la mayoría de sus hojas prontamente después de ello llegan a cubrirse con un follaje joven blancusco o de verdes claro, un color de vegetación poco usual en Centro América donde los verde prevalecientes son oscuros. Los alisos están confinados principalmente a las montañas más secas y son escasos o

un tanto ausentes en las cordilleras que dan hacia el pacífico donde existe bastante humedad a lo largo del año. Unos pocos árboles crecen abajo de Santa María de Jesús en Quetzaltenango pero parece que estos no logran sobresalir, probablemente en viento acarrea las nuececillas aladas provenientes de los rodales abundantes de las cordilleras altas del volcán de Santa María. En los primeros cerros de arena blanca de San Marcos los Alisos son los primeros árboles en establecerse por sí mismos, en áreas abandonadas o aquellas en las cuales cenizas volcánicas han caído. Los árboles aquí florecen en enero y febrero.

B. Distribución

Especie nativa de Centro America y Sudamerica, apropiada para bosques húmedos montañas bajas y bosques húmedos montañosos bajos con altitudes de 1200-3200 m.s.n.m. Crece bien a orillas de cursos de agua.

C. Requerimientos.

- Temperatura: Temperatura máxima promedio de 27° C. temperatura media anual 12-13°C. temperatura mínima 40°C.
- Altitud: de 1200-3250 m.s.n.m.
- Precipitación: Precipitación media anual de 1000-3000 o más mm.
- Suelos: Textura arenosa o arcillosa, limosos o arenolimosos de origen aluvial profundos bien drenados.
- Propagación: Sistema de producción en bolsa, pseudo-estaca, estaca, raíz desnuda, período de germinación de 15 días aproximadamente.

D. Usos como Leña

- Se usa como leña y como carbón.

E. Otros Usos.

Se emplea para madera de aserrío, chapas pulpa, como sombra, cortinas, rompe vientos, aportadora de nitrógeno, protección de cuencas, como colorante.

2. Casuarina equisetifolia

A. Descripción

Nombre botánico: Casuarina equisetifolia
 Nombres comunes: Pinabete, pino, casuarina
 Familia: Casuarinaceae

Casi todas de las 35 especies de Casuarina producen leña de muy buena calidad. Algunas de estas especies son de rápido crecimiento, requieren poco mantenimiento y crecen en climas y sitios tan variados como las dunas de arena de las costas, laderas de montañas altas, las trópicas húmedas cálidas de las regiones semiáridas. Estas especies tienden a ser tolerantes a la salinidad del aire, resistentes al viento y adaptables a suelos moderadamente poblares. A pesar de no ser leguminosas tienen la capacidad de formar nódulos radiculares que fijan nitrógeno de la atmósfera.

Casuarina equisetifolia. Es la especies talvés que se ha usado hasta ahora en mayor escala.

Desde lejos, las casuarinas se semejan a pinos sombríos con largas agujas colgantes de un color verde grisáceo y pequeños conos. Son árboles siempre verdes cuyo tamaño varía entre mediano y muy alto y tiene copas abiertas de aspecto plumoso que dan la impresión de no tener hojas. En realidad las hojas se reducen a pequeñas laminillas dispuestas sobre

las ramitas aciculares. Esto les permite a las plantas reducir la superficie expuesta a los elementos ambientales y la hace más adaptable a los sitios secos y a la salinidad del aire. Puede alcanzar una altura de 50 metros y un diámetro de 18 cm., sin embargo, generalmente tiene de 15 a 25 m de altura.

B. Distribución

Las especies de casuarina son nativas del emisferio sur desde la India Tropical hasta Polinesia. La mayoría son nativas de Australia, donde crecen tanto en las regiones costeras tropicales y subtropicales, como en las áreas áridas centrales.

C. Usos para leña

La madera es Casuarina equisetifolia produce mucho calor al arder y se le ha llamado la mejor leña del mundo. Se usa como combustible doméstico e industrial. En la India se usa como combustible para algunas locomotoras, en el estado de Harnataka, es usada y plantada para leña, arde fácilmente aunque esté verde sus cenizas mantienen calor por largo tiempo, También produce carbón de excepcional calidad, tiene un peso específico de 0.8 a 1.2 y un valor calorífico alrededor de 4950 k/cal. por Kg. (4).

D. Requerimientos

- Temperatura: Temperatura media mensual máxima es un habitat natural de 10 a 33 °C. pero se adapta a una amplia gama de temperaturas. No es resistente a heladas. (4)
- Altitud: Este es un árbol de tierras bajas que puede plantarse desde el nivel del mar hasta 1500 m.
- Precipitación: Anual 700 a 2000 mm., frecuentemente con una estación seca de 6 - 8 meses, ha soportado áreas con

diámetro con un fusterecto cuya longitud constituye hasta las dos terceras partes de la altura total del árbol, tiene una corteza lisa de color blanco azulado y hoas verde oscuro, bellas y brillantes. En rodales abiertos los árboles tienen tendencia a formar un ramaje profuso. (4)

B. Distribución

Eucalyptus globulus. Es una especie nativa de Tasmania, crece en la actualidad en plantaciones que cubren un total de 800,000 ha., en docenas de países, muchos de ellos con climas diferentes a los de su habitat natural. Cerca de la mitad de las plantaciones mundiales se encuentran en España, y Portugal, pero también se encuentran estas especies en Italia, el sur de Francia, Argelia, Sudáfrica, Africa Occidental y Central, Etiopía, Perú, Ecuador, Colombia, Uruguay, California e India. Los mayores éxitos se han tenido en climas suaves templados, y en tierras altas frías del trópico. En otros climas fracasa. (4)

C. Requerimientos

- Temperatura: Clima templado sin frío ni calor, la sequía y el frío limitan su uso. El clima es el factor limitante para darle a esta especie un uso más amplio.
- Altitud: Se ha plantado con éxito hasta 3000 m.s.n.m.
- Precipitación: En su rango natural la precipitación fluctúa entre 800 y 1500 mm, distribuidos durante todo el año.
- Suelos: Se adapta bien a una variedad de suelos, sin embargo, crece mejor en suelos profundos arcillosos - arenosos o francos de buena calidad. Los suelos superficiales, la salinidad y el mal drenaje, son generalmente los factores limitantes. (4)

D. Uso para leña

La madera de Eucalyptus globulus es pesada (peso específico 0.8 = 1.0). El valor de calórico de la madera secada al aire libre es de 4,800 K/cal., sus características permiten que arda bien; en la India se cultiva ampliamente para la leña de carbón. Los árboles rebrotan vigorosamente, al menos dos veces, ya que al tercer rebrote generalmente el rebrote disminuye.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1848

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O