

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMPORTAMIENTO INICIAL DE Gmelina arborea ROXB.
ASOCIADO CON MAIZ (Zea mays L.) Y FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
EN DOS ESPACIAMIENTOS EN TURRIALBA, COSTA RICA

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DEL PROGRAMA CONJUNTO
DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES DE LA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y EL CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, PARA OPTAR AL GRADO DE:

Magister Scientiae

SILVESTRE FERNANDEZ VASQUEZ

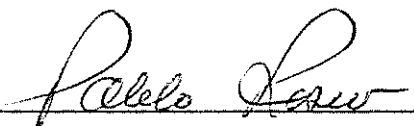
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
TURRIALBA, COSTA RICA

1978.

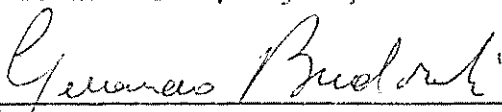
Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE, como requisito parcial para optar el grado de

Magister Scientiae


JURADO:



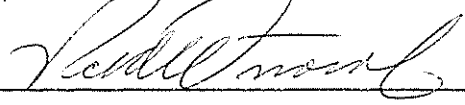
Pablo Rosero, Mag. Agr. Consejero Principal



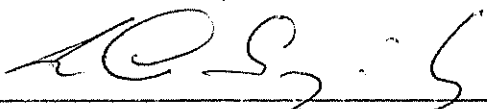
Gerardo Budowski, Ph.D. Miembro del Comité




Nico Gavale, M. S. Miembro del Comité



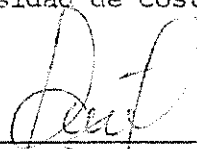
Pedro Oñoro, Ph.D. Miembro del Comité



Coordinador del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales



Coordinador Sistema de Estudios de Posgrado de
la Universidad de Costa Rica



Silvestre Fernández Vásquez
Candidato

DEDICATORIA

A mi querida madre

A mis hermanos, sobrinos y
cuñados

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su profundo agradecimiento al Dr. Gerardo Budowski, por sus valiosas orientaciones e invaluable enseñanzas sobre la ciencia forestal y por haber hecho realidad sus deseos de cursar estudios postgraduados en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Al Ing. Pablo Rosero, consejero principal, por el permanente apoyo, estímulo y ayuda recibida.

A los miembros de su comité consejero, Ing. Nico Gewald y Dr. Pedro Oñoro por sus oportunas correcciones e invaluable sugerencias para la presentación de este trabajo.

Al Ing. Jean Combe por su valiosa colaboración y amistad.

Al Gobierno de Holanda, al IICA, Zona Andina, a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú, a la Universidad de Costa Rica y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por las facilidades brindadas para efectuar sus estudios de posgrado en Turrialba.

A todo el personal técnico y de campo del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE por su colaboración oportuna.

Al señor Luis Carlos Aguilar por la mecanografiada del presente trabajo.

A la Biblioteca del IICA-CIDIA y a todas las personas que gentilmente prestaron ayuda.

BIOGRAFIA

Silvestre Fernández Vásquez, nació en Chota, Cajamarca, Perú. Realizó sus estudios primarios y secundarios en su ciudad natal. Cursó estudios universitarios en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) con sede en Tingo María, graduándose como Ingeniero Agrónomo en diciembre de 1973.

En abril de 1974, trabajó en el Programa Nacional de Tubérculos y Raíces de la Dirección General de Producción Agraria, Ministerio de Agricultura.

En mayo de 1975, prestó asistencia técnica en la Colonización Tingo María-Tocache-Cámpanilla-Zona Agraria IX, Tarapoto. En enero de 1976, estuvo encargado de la Jefatura de las Agencias de Producción de Tingo María y Tocache. En junio de 1976, ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica -- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE) para realizar estudios de posgrado en el Programa de Recursos Naturales Renovables, obteniendo el grado de Magister Scientiae en setiembre de 1978.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 La reforestación y los cultivos múltiples en el trópico	6
2.2 El Sistema Taungya	8
2.2.1 Algunos aspectos generales del sistema ..	8
2.2.2 Utilización	9
2.3 Asociaciones Agrosilviculturales	11
2.3.1 Elección de especies forestales	11
2.3.2 Elección de especies agrícolas	11
2.3.3 El componente arbóreo en la agrosilvicultu- tura y los posibles cultivos anuales	12
2.4 <u>Gmelina arborea</u>	14
2.4.1 Características e importancia de <u>Gmelina</u> <u>arborea</u>	14
2.4.2 Distribución	15
2.4.3 Descripción general del árbol	16
2.4.4 Condiciones del hábitat	17
2.4.5 Ciclo de vida y desarrollo	18
2.5 Espaciamiento	19
2.5.1 Espaciamiento en plantaciones de <u>Gmelina</u> <u>arborea</u>	19
2.5.2 Datos de crecimiento	20
3. MATERIALES Y METODOS	22
3.1 Localización del experimento	22
3.1.1 Clima	22
3.1.2 Suelos	26
3.1.3 Historia del campo experimental	27

	<u>Página</u>
3.2	Diseño experimental y tratamientos 28
3.3	Características del suelo del área experimental 31
3.4	Establecimiento del experimento 32
3.4.1	Pseudoestacas de <u>Gmelina arborea</u> usadas en el experimento 32
3.4.2	Cultivos agrícolas que se utilizaron en el experimento 33
3.4.3	Preparación del terreno 34
3.4.4	Plantación de <u>Gmelina arborea</u> y siembra de los cultivos agrícolas 34
3.5	Cuidados culturales 40
3.6	Datos registrados en la especie forestal 40
3.6.1	Altura 41
3.6.2	Diámetro basal 41
3.6.3	Diámetro de copa 41
3.7	Datos registrados en los cultivos asociados 42
3.7.1	Rendimiento de grano 42
3.7.2	Producción de biomasa aérea de los cultivos 43
3.8	Evaluación económica 44
3.9	Análisis estadístico 44
4.	RESULTADOS 45
4.1	Efecto de los tratamientos sobre la supervivencia de <u>Gmelina arborea</u> 45
4.2	Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento en altura de las plantas de <u>Gmelina arborea</u> 45
4.3	Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento en diámetro basal de las plantas de <u>Gmelina arborea</u> 51
4.4	Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento del diámetro de copa de las plantas de <u>Gmelina arborea</u> 52
4.5	Incrementos de las variables medidas en las plantas de <u>Gmelina arborea</u> 57
4.6	Correlación entre el diámetro basal con la altura y el diámetro de copa 57
4.7	Aspectos fitosanitarios y posibles diferencias fenotípicas en la plantación de <u>Gmelina arborea</u> 62
4.8	Cultivos asociados con <u>Gmelina arborea</u> 64

	<u>Página</u>
4.8.1 Aspectos generales de los cultivos	64
4.8.2 Condiciones fitosanitarias de los cultivos	65
4.8.3 Rendimiento de los cultivos	66
4.8.4 Producción de biomasa de los cultivos....	69
4.9 Características físico-químicas del suelo del área experimental	71
4.10 Aspecto económico	73
5. DISCUSION	81
5.1 Análisis de crecimiento de las plantas de <u>Gmelina arborea</u>	81
5.1.1 Supervivencia	82
5.1.2 Crecimiento en altura	83
5.1.3 Crecimiento en diámetro basal	84
5.1.4 Crecimiento en diámetro de copa	85
5.2 Espaciamientos	87
5.3 Los cultivos agrícolas	88
5.3.1 Rendimiento de los cultivos	88
5.3.2 Producción de biomasa	89
5.4 Características físicas y químicas del suelo ...	90
5.5 Aspecto económico	91
6. CONCLUSIONES	94
7. RESUMEN	96
7a. SUMMARY	98
8. LITERATURA CITADA	100
9. AFENDICE	108

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N^o</u>		<u>Página</u>
1	Tratamientos bajo dos densidades de <u>Gmelina arborea</u> , sin y con asocio de maíz y/o frijol	29
2	Supervivencia de <u>Gmelina arborea</u> en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad	46
3	Correlaciones y regresiones de las variables de crecimiento de <u>Gmelina arborea</u>	57
4	Rendimiento de vainita (var. Extender) y frijol común (var. Turrialba-4) para las dos épocas de siembra	67
5	Rendimiento de maíz en grano al 14% de humedad (var. Tuxpeño-1) para las dos épocas de siembra	67
6	Biomasa total producida por vainita (1a. época de siembra) y frijol común (2a. época de siembra)	70
7	Biomasa total producida por maíz en las dos épocas de siembra	70
8	Características físicas y químicas del suelo del área experimental al inicio y terminación del estudio	72
9	Mano de obra empleada en horas/hombre/ha para determinar los costos de producción tanto experimental como comercial en colones costarricenses	76
10	Cálculo de los insumos empleados en colones costarricenses por hectárea	76
11	Costo de producción experimental de la plantación forestal para los ocho tratamientos en ₡/ha	77
12	Costo de producción comercial de la plantación forestal para los ocho tratamientos en ₡/ha ..	78

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
13	Ingreso bruto (en ₱/ha) de los cultivos asociados con la especie forestal	79
14	Ingreso familiar efectivo (en ₱/ha) para cada uno de los tratamientos estudiados	80

CUADROS DEL APENDICE

A1	Resumen de datos metereológicos durante el período experimental: Mayo de 1977 hasta abril de 1978
A2	Valores de mediciones de altura, diámetro basal y de copa en cm para los cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos de <u>Gmelina arborea</u> hasta los 10 meses de edad ..
A3	Análisis de variancia para el crecimiento en altura de <u>Gmelina arborea</u> en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad
A4	Análisis de variancia para el crecimiento en diámetro basal de <u>Gmelina arborea</u> en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad
A5	Análisis de variancia para el crecimiento del diámetro de copa de <u>Gmelina arborea</u> en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad
A6	Pruebas de Duncan para comparar los promedios mensuales de las variables altura, diámetro basal y de copa de <u>Gmelina arborea</u>
A7	Cuadrados medios y significación de los rendimientos (Kg/parcela) de vainita y frijol común
A8	Cuadrados medios y significación de los rendimientos (Kg/parcela) de maíz en grano al 14% humedad

Cuadro N^oPágina

A9	Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción total (Kg/parcela) de vainita y frijol común
A10	Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción total (Kg/parcela) en el cultivo de maíz
A11	Cuadrados medios y significación para la producción (Kg/parcela) de biomasa total de vainita y frijol común
A12	Cuadrados medios y significación para la producción (Kg/parcela) de biomasa total en maíz
A13	Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción (Kg/parcela) de biomasa total de vainita y frijol común
A14	Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción (Kg/parcela) de biomasa total en el cultivo de maíz
A15	Incrementos del crecimiento en altura, diámetro basal y de copa en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos de <u>Gmelina arborea</u> hasta los 10 meses de edad
A16	Insumos utilizados y valorizados (¢/ha) para los ocho tratamientos estudiados
A17	Tiempo empleado en la plantación y mantenimiento de <u>Gmelina arborea</u> Roxb. sin y con asocio de maíz (<u>Zea mays</u> L.) y frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) en dos espaciamientos

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura N^o</u>		<u>Página</u>
1	Precipitación que ocurrió durante el período experimental comparado con la precipitación promedio de 34 años	24
2	Localización del área experimental	25
3	Sistema Taungya. Croquis del área experimental en Florencia Norte	30
4	Calendario agro-forestal para los cuatro sistemas de reforestación	36
5	Distancias y distribución de las plantas en los tratamientos 1, 2, 3 y 4	37
6	Distancias y distribución de las plantas en los tratamientos 5 y 6	38
7	Distancias y distribución de las plantas en los tratamientos 7 y 8	39
8	Crecimiento en altura de <u>Gmelina arborea</u> a los 10 meses de edad	48
9	Crecimiento en altura de <u>Gmelina arborea</u> de 1 a 10 meses de edad	49
10	Precipitación que ocurrió durante el período experimental comparado con el crecimiento promedio en altura de <u>Gmelina arborea</u> hasta los 10 meses de edad	50
11	Crecimiento en diámetro basal de <u>Gmelina arborea</u> de 1 a 10 meses de edad	54
12	Crecimiento en diámetro de copa de <u>Gmelina arborea</u> de 1 a 10 meses de edad	55
13	Crecimiento en diámetro de copa y diámetro basal de <u>Gmelina arborea</u> a los 10 meses de edad	56

<u>Figura N^o</u>		<u>Página</u>
14	Relación entre la primera y décima medición mensual de altura de <u>Gmelina arborea</u>	58
15	Relación entre la primera y décima medición mensual del diámetro basal de <u>Gmelina arborea</u>	59
16	Relación entre el diámetro basal y altura total de <u>Gmelina arborea</u> a los 10 meses de edad	60
17	Relación entre el diámetro basal y diámetro de copa de <u>Gmelina arborea</u> a los 10 meses de edad	61
18	Rendimiento de vainita (1a. época) y frijol común (2a. época) asociado con <u>Gmelina arborea</u>	68
19	Rendimiento (Kg/ha) de maíz en dos épocas de siembra asociado con <u>Gmelina arborea</u>	68

1. INTRODUCCION

En la actualidad existe una enorme preocupación por la falta de planificación y tecnificación para el aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables ya que la mayoría de los países en vías de desarrollo dependen grandemente de éstos recursos no solamente para su avance inmediato, sino también como falta de estabilidad para el futuro.

Uno de estos recursos, está constituido por los bosques tropicales cuya destrucción se ha acentuado con el impacto de la presión demográfica y anualmente cientos de miles de hectáreas son deforestadas por el hombre para dedicarlos a la agricultura y a la ganadería, generalmente del tipo nómada o migratoria o para otros usos, con la esperanza que sean más productivos.

Algunas veces los desmontes han dado paso al florecimiento de actividades agropecuarias con altos índices de productividad, especialmente en aquellas zonas donde las condiciones ecológicas, edáficas y climáticas son favorables. Pero con mucha frecuencia la deforestación solo ha dado origen a la destrucción total de la riqueza forestal o ha ocasionado la degradación de las selvas en una vegetación residual sin valor presente o futuro, sobre todo en aquellas zonas con una topografía accidentada, suelos bastante pobres en cuanto a fertilidad, altas temperaturas y con precipitaciones mayores a los 3,000 mm al año. Estas áreas deforestadas son utilizadas actualmente para la producción de alimentos, pero debido a sus bajos rendimientos que se obtienen no satisfacen las

necesidades humanas. A menudo su uso para cultivo es solo provisional. Con el tiempo el suelo es inservible.

Aunque el uso forestal parece lógico para estas condiciones, no es fácil hacer aceptar esta premisa ni por los que toman decisiones sobre el uso de la tierra, ni por los mismos agricultores o ganaderos, responsables de los procesos descritos. Es necesario buscar estrategias que permitan lograr el uso forestal sin que signifique un cambio radical en las costumbres locales de uso de la tierra.

Entre estas estrategias se destaca la posibilidad de combinar cultivos agrícolas con árboles y a sabiendas que los cultivos solo pueden hacerse por poco tiempo, menos de dos años generalmente.

Existen diferentes modalidades o técnicas para rehabilitar estos mismos lugares, con especies forestales de rápido crecimiento y asociarlos desde el principio con cultivos agrícolas en la fase inicial de la plantación forestal. En general esto se conoce como agrosilvicultura, aunque hay otros términos según los objetivos precisos que se persiguen. Entre las especies forestales, considerada como promisorias para la región húmeda tropical, se encuentra Gmelina arborea Roxb., oriunda de India sobre todo por su rápido y precoz crecimiento, facilidad de establecimiento y bajo costo de plantación y múltiples usos de la madera que permite obtener ganancias a corto plazo. La agrosilvicultura promete complementar la productividad inmediata en los trópicos, por lo tanto

tiene posibilidades de permitir una mejor adaptación a las condiciones del mediano y pequeño productor.

Muchos autores, y especialmente los diferentes estudios de la FAO no dejan lugar a dudas cuando señalan que la agricultura migratoria continuará practicándose en diferentes regiones tropicales y sub-tropicales y para evitar sus aspectos nefastos debe estudiarse el sistema con sus interacciones a nivel de pequeños agricultores. Al respecto Budowski (13) y Verduzco (83) consideran que existen dos posibilidades para evitar que se siga causando estragos: a) El sistema "Taungya*" y b) la creación de grandes complejos industriales forestales que permitan un aprovechamiento integral y sostenido del bosque como base para proveer una alternativa de ingreso para el pequeño productor.

En el Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE se han ejecutado investigaciones sobre el sistema Taungya desde 1963. Posteriormente se incrementan dichos trabajos con otras especies en 1975 y 1977. La presente investigación continúa esta línea con otra especie forestal y cultivos.

Las ventajas que ofrece la asociación de árboles con cultivos agrícolas son:

- a.- Restablecimiento de cobertura forestal permanente en áreas sin capacidad agropecuaria sostenida con los beneficios que implica para la infiltración del agua, proteg

* La etimología y definición de esta palabra y sus implicaciones se discuten más abajo adelante en la revisión de literatura

ción contra erosión y mejoramiento de la capacidad productiva del suelo.

- b.- Producción de cultivos alimenticios al mismo tiempo de establecer plantaciones forestales.
- c.- Obtener ahorro en el establecimiento de plantaciones forestales ya que los cultivos alimenticios y los desyerbos bajan los costos y favorecen los arbolitos jóvenes.
- d.- Intensificar el aprovechamiento del suelo en tiempo y espacio y producir otros beneficios derivados del bosque; que podrían cubrir necesidades inmediatas para pequeños y medianos productores.

Los objetivos del presente estudio son:

- 1.- Obtener información acerca del comportamiento inicial de Gmelina arborea plantada sin y con asocio de cultivos anuales: maíz y/o frijol, bajo dos espaciamientos de la especie forestal.
- 2.- Determinar la influencia de los dos espaciamientos estudiados sobre el crecimiento de Gmelina arborea y el rendimiento de los cultivos asociados.
- 3.- Establecer costos comparativos entre los sistemas y espaciamientos estudiados.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 La reforestación y los cultivos múltiples en el trópico

La mayoría de los países tropicales han utilizado plantas producidas en viveros para mejorar la calidad de algunas especies o la productividad de bosques naturales, desarrollando a menudo sistemas practicados por muchos años y sobre grandes extensiones (1, 27, 35).

El objetivo de las plantaciones con especies forestales, es obtener productos forestales de alto rendimiento en el menor tiempo posible, para complementar o sustituir la regeneración natural, como también para enriquecer las masas existentes en cuanto a su volumen de producción y composición (63, 79, 80, 85).

La reforestación asume especial importancia si se piensa que sólo en América Latina hay actualmente 2.000.000 has de plantaciones y habrá que cubrir no menos de 6.000.000 de has de bosques artificiales para 1985, y 80.000.000 al término del siglo, si se desea alcanzar un abastecimiento continuo para sus nuevas industrias, tales como: pulpa, madera para aserraderos, maderas laminadas, tableros diversos, aun postes, leña y carbón, que alivien las actuales y crecientes necesidades, siendo muchas de estas últimas al presente satisfechas en gran parte por las importaciones (22).

Existen varios métodos para establecer bosques, los cuales se dividen en dos grupos: establecimiento natural, y estable-

cimiento artificial. En los trópicos las posibilidades para la regeneración natural con especies valiosas no han sido bien estudiadas debido a su complejidad y alto costo, por el contrario con la regeneración artificial se tiene mayor experiencia. En cambio cuando ya existe una cubierta forestal, es posible sub-plantar a fin de simular una transición natural que favorece ecológicamente el uso de diversas especies valiosas para la nueva cosecha. Esta técnica ha sido desarrollada con éxito en el hemisferio oriental y comprobada experimentalmente en muchos lugares del trópico húmedo americano con resultados prometedores (27, 50).

Según las características ecológicas, gran parte del trópico húmedo es más apropiado para el cultivo forestal que el cultivo agrícola, pero parece que sería posible aumentar la productividad tanto de cultivos agrícolas como de bosques en forma continua, mediante la combinación de éstos dos sistemas de producción (10, 52, 82).

Watters (86) estudiando la agricultura migratoria en América Latina encontró que la mayoría de los países en vías de desarrollo están ubicados en el trópico húmedo. El grado de desarrollo en que se encuentran estos países está relacionado con el sistema de agricultura, recomendando para el desarrollo de la zona húmeda tropical, intensificar la agricultura aumentando el rendimiento por superficie, pues actualmente en su mayoría usan la agricultura tradicional con bajos rendimientos (86).

Dalrymple (24) indica que en la agricultura tradicional,

para aumentar la producción de alimentos, siempre se ha tenido en cuenta el aumento del área cultivada y el incremento de la producción de los cultivos. Pero poco se ha estudiado una tercera posibilidad que se relaciona con el tiempo, e implica, cultivar varios productos en un mismo terreno al mismo tiempo, con lo cual se puede aumentar la producción por área y año.

Según Soria, citado por Andrade (7), reporta que la energía representada en luz solar es una de las mayores riquezas de que disponen los trópicos; por lo cual una parcela de terreno puede ser utilizada por varios cultivos, sembrándose uno a continuación de otro en un año, con lo cual se tiene la utilización continua del suelo. También, es posible utilizar el terreno al mismo tiempo con 2, 3 ó más cultivos, es decir la asociación de cultivos en el tiempo y en el espacio (49, 51, 56).

Faidley (30) opina que para la solución de los problemas críticos de los países asiáticos, se debe intensificar la agricultura y una de las maneras posibles es con los cultivos múltiples para pequeños agricultores.

Muchos agrosistemas en el trópico húmedo se caracterizan por ser policulturales de interdependencia funcional y estructural, mientras que en la zona templada los agrosistemas tienden a ser simples o sea monoculturales (53, 54, 72).

Según Eichler (28) y Holdridge (42) para que tenga éxito un sistema de producción en el trópico se debe considerar como parte del sistema la vegetación natural. Es decir se copia el equili-

brio que hay entre la naturaleza y se puede mantener el ciclaje de nutrimentos, evitándose el uso excesivo de fertilizantes comerciales.

En las zonas húmedas tropicales donde la agricultura o el pastoreo sostenidos no son económicamente posibles, una de las formas para lograr aumentos en la productividad del suelo, es la combinación de plantaciones forestales con cultivos agrícolas en sus primeras fases de desarrollo. A este sistema se le conoce a menudo con el nombre de "Sistema Taungya" y (su etimología y definición se discuten más abajo) constituye uno de los sistemas silvícolas más prometedores para regenerar los bosques tropicales con especies valiosas y detener la destrucción de los mismos ante el avance de la agricultura y el pastoreo nómadas (4, 5, 52).

2.2 El Sistema Taungya

2.2.1 Algunos aspectos generales del sistema

Con el doble propósito de encontrar la mejor forma de utilizar los terrenos tropicales sin destruir los ecosistemas naturales se inició el sistema "Taungya" en Birmania a fines del siglo pasado, bajo plantaciones en colinas y en terrenos nacionales (4). Existe especial interés por obtener mayor producción por las necesidades urgentes de alimentos (9, 14).

Verduzco (84) define al sistema Taungya en un sentido

más amplio que quiere decir "el cultivo y aprovechamiento múltiple de las colinas".

La palabra "Taungya" se deriva de dos palabras del vocabulario Birmano: "Taung" que significa "colina" y "ya" que quiere decir "parcela cultivada", de modo que su significado es "parcela cultivada en la colina" (4). Sin embargo, para Samapudhi (77) "Taung" = monte y "ya" = campo, por lo tanto Taungya significa: cultivos de campo en la montaña.

La explotación forestal y agrícola o agrosilvicultura, se practica bajo diversidad de condiciones y a la vez con diferentes nombres. En Africa Oriental, se le conoce con el nombre de sistema "Shamba" y en el Congo Belga "mayumbe" (69), en Madrás, India, se le denomina "rab cumkumr" y los cultivadores de Bombay le llaman el "rab system" (5). Todos éstos métodos arriba citados son similares en todos sus principios y conceptos al sistema Taungya.

El sistema antes mencionado comenzó a aplicarse por primera vez en 1869 en Birmania, cuando era colonia británica, combinando las plantaciones de Teca (Tectona grandis) con el cultivo de arroz (Oryza sativa) (47, 52, 58).

2.2.2 Utilización del Sistema Taungya

En relación con la posible aplicación del sistema Taungya la explosión demográfica ha sido un factor decisivo sobre todo

en aquellos países menos desarrollados; como América Latina, India y el Lejano Oriente (44).

Al respecto, Lamb (44) sugiere que se pueden obtener resultados satisfactorios donde es relativamente baja la demanda de tierras, pero condicionada a una buena disciplina remunerando al mismo tiempo a los agricultores por cada sector de tierra reforestado con éxito; así uno de los factores más decisivos que incide en ésta situación es el sistema actual de tenencia de la tierra (54, 61).

El sistema Taungya ha alcanzado su máximo desarrollo en Africa (a pesar de no haberse originado en este continente) por los trabajos de reforestación de algunos millones de hectáreas (82). En muchos otros países se ha aplicado el sistema, como por ejemplo en América Latina en Trinidad (4), Surinán (81) y México (82), Australia Tropical (23), las Filipinas y en Martinica (25). Se han reportado desde Kenia, que las cuatro quintas partes de la superficie total reforestada en 1965, ha sido realizada bajo el sistema "Taungya" (43, 64). Asimismo han obtenido resultados satisfactorios en los países de la zona templada septentrional como de los países escandinavos, países del norte de Europa, y los Estados Unidos; donde el aprovechamiento del suelo se hace en forma combinada es decir asociar agricultura con plantaciones forestales en empresas familiares (58).

2.3 Asociaciones agrosilviculturales

2.3.1 Elección de especies forestales

En lo que concierne a este tópico, se deben tener en cuenta las características de las especies forestales, las condiciones ecológicas de la zona y los mercados potenciales (4, 84). Entre las características más importantes se pueden señalar: especies valiosas de rápido crecimiento, eficiencia en el aprovechamiento de la luz, amplio rango de distribución en regiones climáticas y edáficas y de alta capacidad de competencia con otras especies invasoras (37, 47, 61). Es de urgente necesidad estudiar las interacciones de asociaciones que se requieren para cada zona y para cada especie forestal, con la finalidad de producir altos volúmenes de madera para la industria o también como protección de algunos cultivos (12, 15, 62).

2.3.2 Elección de especies agrícolas

Los cultivos agrícolas se deben seleccionar en base a las características propias de cada cultivo y de cada especie forestal que se va asociar, bajo ciertas condiciones climáticas (40, 73).

Según Verduzco (83) cuando se emprende un programa de reforestación por el sistema Taungya, es necesario dedicar el ma-

por cuidado a seleccionar desde los puntos de vista ecológico, social y económico, las especies forestales, agrícolas, frutales y pastos que se pueden cultivar en combinación, con el propósito de darle al suelo, el uso múltiple más rentable y conservacionista.

2.3.3 El componente arboreo en la agrosilvicultura y los posibles cultivos anuales

Según Lamb (44, 45) se podrían obtener resultados satisfactorios haciendo plantaciones de Gmelina arborea Roxb., Eucalyptus deglupta BL., Gmelina composita Wild., Tectona grandis L., aprovechando la rapidez de crecimiento y el conocimiento que existe sobre las técnicas silviculturales; además en un plan de ordenación es factible diversificar utilizando el producto de los raleos para la producción de pulpa, mientras que la corta final se aprovecha para madera aserrada.

En Seremban, Malasia, se asocian las especies locales de dipterocarpaceas: Dryobalanops aromatica, Shorea leprosula, Shorea ovalis, Shorea curtissi; asimismo se usa la caoba (oriunda de América Tropical) Swietenia macrophylla. Los cultivos son bananos, papayas, piñas y hortalizas; así mismo se menciona Pinus caribaea con yuca y banano; además de estas especies forestales se han ensayado otras de rápido crecimiento: Anthocephalus chinensis, Gmelina arborea y Araucaria hunsteinii (58). Según Roger,

citado por Muñoz (58) encontró resultados exitosos en Caieiras, Brasil en la siguiente secuencia: después de una cosecha de maíz incorporó al suelo Stizolobium aterrium como abono verde, luego de varios meses después se ara el terreno y se plantó Araucaria angustifolia asociado con maíz. En Minas Gerais plantaron: Cunninghamia lanceolata, en asocio con habas durante el primer año y con maíz durante el segundo, también se han obtenido magníficos resultados en las plantaciones de Araucaria angustifolia con dos años de maíz (47, 69).

Flinta (31) sugiere que se debe asociar cultivos agrícolas con Populus spp., por 3 ó 4 años, como se hace en Italia con papas, tabaco, maíz y remolacha azucarera.

En Honduras Británica (Belice), se plantó Swietenia macrophylla asociado con maíz (31).

Acosta Solís (1) después de realizar varias investigaciones en el Ecuador, recomienda asociar plantaciones de Eucalyptus globulus con maíz, arvejas y Lupinus. También informa haber observado cultivos de maíz durante tres años en plantaciones de Pinus radiata. En Ghana se asocia normalmente el maíz en plantaciones de Terminalia ivorensis así como Cocoyam (Colocasia sp. y Xanthosoma sp.) Ñame (Dioscorea sp), yuca (Manihot sp.), pimentones (Capsicum sp.) y a veces plátano (Musa paradisiaca) (52, 91).

En Liberia se está implantando el sistema Taungya, utilizando principalmente Terminalia ivorensis con maíz y yuca, y en Trinidad se asocia frijol o yuca en plantaciones de Teca (11, 52).

En 1962 y 1963 en el Campo Experimental el "Tormento" en México se instaló un experimento de Caoba Swietenia macrophylla y Cedro Cedrela mexicana, asociado con el cultivo de maíz, obteniendo resultados muy satisfactorios (52).

2.4 Gmelina arborea

2.4.1 Características e importancia de Gmelina arborea Roxb.

En muchos países se están realizando ensayos con Gmelina, debido a las características de crecimiento y adaptación de la especie. Se utiliza en plantaciones de especies maderables de rápido crecimiento dentro de la zona de la tierra baja tropical y en general existe una abundante literatura sobre esta especie. Sin embargo, son pocos los países donde esta especie ha sido ensayada por suficiente tiempo y a una escala bastante amplia para valorar sus posibilidades y limitaciones (46).

Según Palmer (67) informa que la Empresa "Jari Florestal y Agropecuaria Ltda" en Brasil, está haciendo la plantación más grande de Gmelina arborea en América: desde 1968 se han plantado 56,000 has y se espera la primera producción de 100,000 has plantadas para 1982 con rotaciones de 10 años con un rendimiento promedio anual de $38 \text{ m}^3/\text{ha}$ de volumen utilizable para pulpa

Taxonomía (26, 45, 74).

Nombre botánico : Gmelina arborea Roxb

Familia : Verbenáceae

Nombres vulgares: Gumhar, Serwan (Hind.), Gomari (Assam), Shivan,
(Har.), Shivani (Kan.), Gumadi (Tamil), Yemani
(Birmania).

Nombres comerciales: Gmelina o Yemane

2.4.2 Distribución

Esta valiosa especie forestal se distribuye desde el curso inferior himalayo del Río Chenab (Paquistán Occidental) al sureste y sur por toda la India, Nepal, Sikkim, Assam, Pakistán Oriental y Ceilán, por toda Birmania hasta Tailandia, Laos, Cambodia, Vietnam y las provincias del sur de China (Yunnem) y Kwangsi Chuang (26, 32, 33).

Esta especie generalmente crece en forma muy dispersa y es frecuente solamente en los sitios relativamente húmedos. Es escaso en las regiones más secas. Es muy frecuente en el bosque mixto deciduo de Birmania y asociado con Tectona grandis, Terminalia tormentosa y diversas especies de bambú (45, 30).

2.4.3 Descripción general del árbol

Es un árbol deciduo sin contrafuertes, de tamaño moderado a grande, con hojas opuestas bastante grandes ampliamente ovadas, acuminadas, generalmente cordiformes. La corteza de los árboles jóvenes y en la copa, así como la parte superior del fuste de los árboles de mayor edad es lisa, suberosa de color marrón pálido a gris. La forma varía grandemente de acuerdo con las diferentes condiciones de crecimiento. Si crece en lugares abiertos se desarrollan ramas gruesas, así como una amplia copa de fuste corto, rara vez recto, abultado a nivel del suelo y fuerte conicidad; si crece en plantaciones densas pero debidamente raleadas en sitios de óptima calidad, el árbol alcanza una altura de 30 metros a los 20 años, y un diámetro de 60 a 80 cm a la altura del pecho, un fuste sin defectos y casi rectilíneo con mucho menos conicidad y una copa en forma de cúpula (45, 62, 63).

En lugares donde hay una fuerte estación seca las hojas casi siempre se caen en su hábitar natural, esto ocurre aproximadamente en enero y febrero y las hojas nuevas aparecen entre marzo y abril. Las panículas de flores comienzan a aparecer en los meses de febrero hasta abril; cuando el árbol está más o menos defoliado o con hojas tiernas, con corolas tubulares de aproximadamente 2.5 cm de longitud y los frutos son de color amarillo (21, 59, 64).

2.4.4 Condiciones del hábitat

Clima. En su hábitat natural la temperatura absoluta máxima a la sombra varía desde por debajo de 37°C hasta 48°C. la temperatura mínima absoluta desde 1°C hasta 16°C y la precipitación normal varía desde unos 750 a 2000 mm (26, 45, 60).

Su mejor desarrollo en su ambiente natural se presenta cuando los extremos de temperatura oscilan entre 16.5°C y 36.7°C, donde existe estación seca bien determinada, pero la humedad atmosférica nunca es inferior a 40%. Allí la precipitación total sobrepasa y es óptima entre 1800 y 2300 mm anuales (45, 57).

Condiciones edáficas. Gmelina arborea es un árbol pionero e invasor de vida corta en cualquier lugar, pero vive más tiempo y alcanza mayor tamaño en suelos profundos, húmedos pero bien drenados y con un buen contenido de nutrimentos. Desde luego, ha de ser clasificado como una especie transitoria en el bosque higrofitico, emergiendo donde haya un claro y creciendo rápidamente al aprovechar la fertilización acumulada que se encuentra en estas pequeñas áreas descubiertas. Resulta evidente que la riqueza del suelo en nutrimentos, es de gran importancia para lograr un desarrollo adecuado y obtener un volumen máximo en la producción de madera (32, 33, 45).

2.4.5 Ciclo de vida y desarrollo

Gmelina arborea, es una especie forestal de muy rápido crecimiento durante los primeros 6 años, bajando notablemente dicho crecimiento a partir del 7º año y puede morir a los 12 años de edad sin ser atacado por patógenos. En terrenos profundos y húmedos con buena fertilidad puede llegar a vivir hasta 30 ó 40 años a pesar de ser un árbol de vida corta. Retiene muchas ramas gruesas en el sector basal del tallo que deforman el eje principal y desarrolla el fuste con una conicidad pronunciada, pero se soluciona esta característica indeseable con podas tempranas de corrección (26, 45). En Birmania e India por los meses de febrero a abril los árboles se encuentran sin hojas, época en que aparece la floración y madurando los frutos aproximadamente hasta los 4 meses. Los árboles frutifican a los 3 ó 4 años de edad. Tanto en la India como en Brasil los frutos son devorados por el ganado y venados; también atraen a los pájaros y murciélagos (45, 67). La semilla cuando fresca tiene un alto poder de germinación almacenado a temperatura de 60C y baja humedad. La germinación de la semilla se mejora aplicando un pretratamiento con agua hirviendo o con ácido sulfúrico.

2.5 Espaciamiento

2.5.1 Espaciamientos usados en plantaciones de Gmelina arborea

En Malasia se usan espaciamientos de 1.8 x 1.8 m y 1.2 x 1.2 m en plantaciones destinadas a producir combustible, pero esto fue aumentado hasta 3 x 3 m en Taungya en una plantación con tabaco. En plantaciones recientemente establecidas en sitios del bosque alto, se han usado espaciamientos más amplios que 1.2 y 1.8 m (21, 70). En Sierra Leona el espaciamiento normal es de 2.4 x 2.4 m ó 2.7 x 2.7 m en sitios del bosque alto degradado (32, 38). En plantaciones Taungya en Nigeria Occidental y en Benin, Nigeria han empleado con éxito espaciamientos amplios y se justifican en vista de que el crecimiento es extremadamente rápido en los sitios de bosque alto recientemente desboscado (60). Al usar un espaciamiento de 3 x 3 m, la cubierta de copas se cierra en el segundo año después de la plantación, suprimiendo al crecimiento de la maleza (15, 66).

La amplia copa y el cierre muy rápido de éstas, y así como el rápido crecimiento hacen que Gmelina sea una especie favorable para plantar en condiciones de terrenos recientemente desboscados. En sitios donde originalmente hubo sabanas se deben usar espaciamientos menores para asegurar el cierre precoz de la cubierta de las copas, con el fin de eliminar totalmente la vegetación competidora (55).

En parcelas del área de Santarem (Brasil), a los tres

años, se tiene un diámetro de 3.5 cm y una altura de 2.56 m con un espaciamento de 2 x 2 m. En Surinam, a los seis años alcanzó una altura de 10 m y 16 cm de diámetro y un incremento en volumen de 13 - 14 m³/ha/año, con una densidad de 1490 árboles/ha (22).

Cozzo (22) informa que en Argentina a los 16 años de edad y con un distanciamiento de 2.2 x 2.3 m llegó a alcanzar una altura media de 15.5 m y el diámetro 14.6 cm, con un incremento en volumen de 11.2 m³/ha/año. Este mismo rodal fue medido a los 25 años y se observó que el crecimiento en diámetro era de 1 cm/año; ésto demuestra que Gmelina requiere de una rápida apertura de su vuelo, es decir no soporta que la iluminación y el espacio sean escasos. Esta especie se ha revelado como un buen elemento para trabajos de enriquecimiento del bosque nativo de Misiones (Argentina).

2.5.2 Datos de crecimiento

En Belice, en la zona denominada Silk Grass Forest Reserve, arcillosa y con pH de 5 a 6. La precipitación es de 1600 mm/año y la temperatura media anual es de 23°C, con una estación seca de más o menos 4 meses (38).

En la mencionada zona se hizo un aprovechamiento intensivo del suelo, mediante el Sistema Taungya, usando maíz; Gmelina

se planta a 2.40 x 2.40 m y a los 5 años de edad se pudo observar una variación de crecimiento en diámetro a la altura del pecho de 13.75 a 18.75 cm con alturas que van de 11.1 m a 17.7 m. El cálculo de volumen a la misma edad alcanzó un promedio de 26.9 m³/ha (38,76). Una plantación importante se hizo en el sitio denominado "Manila" que está localizado a 13 Km al Noreste de Siquirres en la costa atlántica de Costa Rica, tiene una altitud de 50 m.s.n.m. con una precipitación de alrededor de 3500 mm/año y una temperatura promedio anual de 25°C (34). Los suelos aluviales se consideran muy buenos. Entre 1966 y 1970 se plantó un área de más de 600 hectáreas, agrupando 28 procedencias de Gmelina arborea de Asia, Africa y Belice. En abril de 1977, dicha plantación tenía 7 a 11 años de edad, en la cual se hicieron mediciones, y obteniéndose un incremento medio anual que va desde 26 a 49 m³/ha/año con corteza, considerándose muy alto para la especie (34).

En el mismo CATIE en los campos experimentales "Florencia Sur" y "Fuente Cajón" del Programa de Recursos Naturales Renovables las parcelas experimentales de Gmelina arborea tienen un incremento medio anual de 25 hasta 30 m³/ha/año, pero las dimensiones restringidas de las parcelas no permiten formular generalizaciones (34).

3. MATERIALES

3.1 Localización del experimento

El trabajo se realizó bajo condiciones de campo, en el área experimental del Programa de Recursos Naturales del CATIE, en Turrialba, Costa Rica. Las parcelas experimentales están localizadas en el lugar denominado "Florencia Norte", a 9°53'13" Latitud Norte; 83°40'10" Longitud Oeste y a 670 m.s.n.m. Se encuentra a una distancia aproximada de 2.5 Km en línea recta en dirección Noreste del edificio principal del CATIE.

3.1.1 Clima

Para la descripción del clima se tomaron en cuenta los datos registrados en la estación meteorológica del CATIE, situada junto al edificio central y al lado izquierdo de las oficinas del Programa de Cultivos Anuales, que está más próximo al campo experimental.

a-)* Los datos generales según observaciones de varios años son:

El clima es húmedo caliente con una temperatura media anual de 22.2°C (Máx. anual 26.9°C y Mín. anual 17.6°C) y una precipitación media anual de 2673.8 mm con un promedio de 247.1 días anuales de lluvia. El brillo solar promedio diario es de 4.54 horas de sol y el promedio de la humedad relativa diaria es de 87.4% en promedio.

b-) En el Cuadro A1 se presentan los datos correspondientes al mes de Mayo de 1977 hasta Abril de 1978, tiempo que duró el experimento.

Temperatura media máxima 27.0°C y media mínima de 18.0°C y un brillo solar medio de 4.7 horas diarias.

Se observó una distribución irregular de la precipitación, variando de 385.0 mm (en junio 1977) a 50.5 mm (en abril de 1978). La evaporación presentó también cierta irregularidad, así en mayo (de 1977) fue de 137.7 mm y de 82.8 mm en febrero (de 1978). Según los datos registrados, los balances hídricos fueron negativos para el mes de diciembre de 1977 y para los meses de enero, marzo y abril de 1978. Se registró un total de 2345 mm

* Los promedios de temperatura, brillo solar, evaporación corresponden a 20 años (1958 - 77); precipitación 34 años (1944 - 77); radiación 14 años (1964 - 77) y humedad relativa 21 años (1957-77).

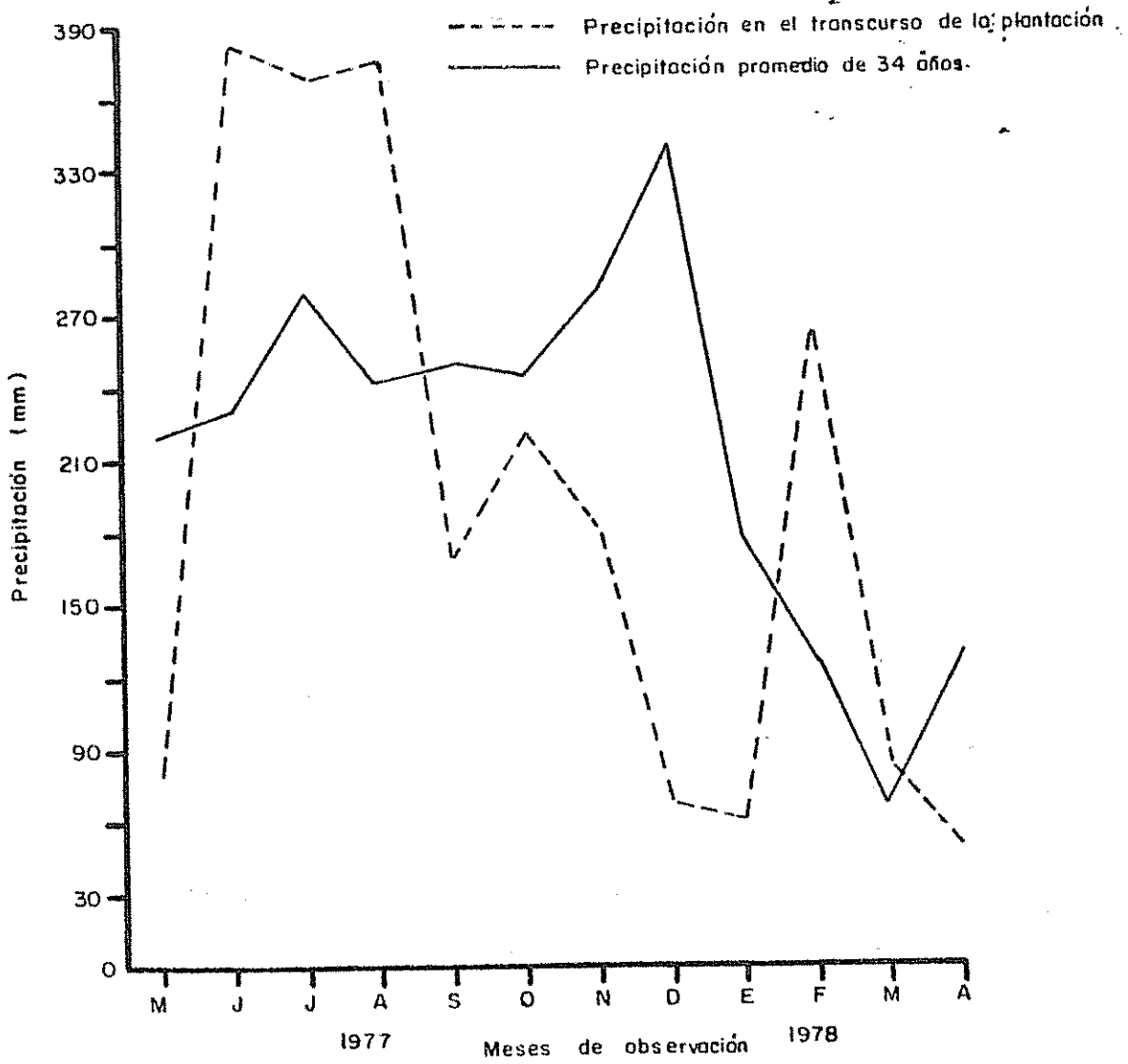
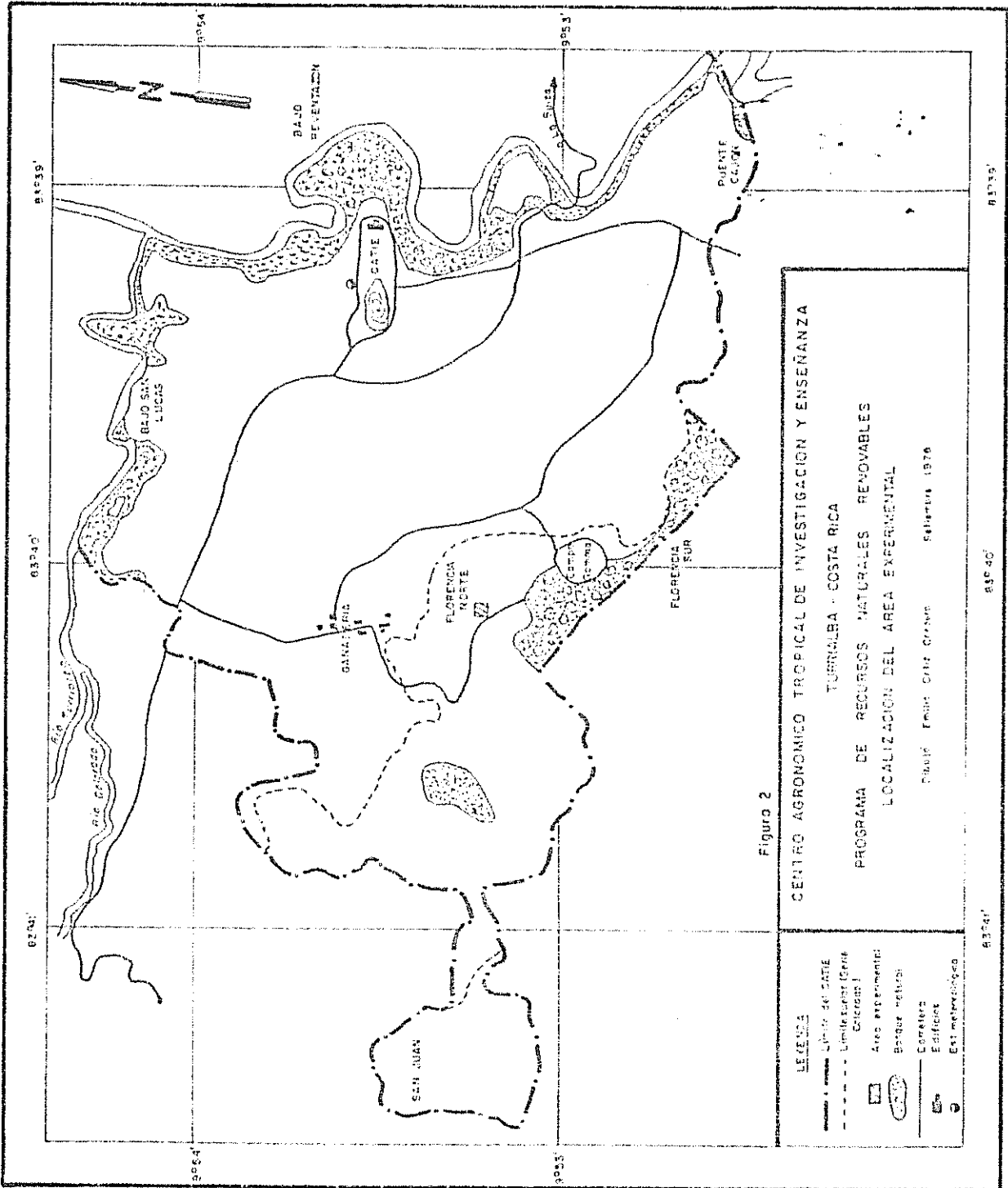


Figura 1 Precipitación que ocurrió durante el período experimental comparado con la precipitación promedio de 34 años



para todo el período de 12 meses de observación, lo que es bajo con referencia a los valores registrados en años anteriores; más detalles pueden verse en el Cuadro A1* y Figura 1.

Según el sistema de clasificación ecológica de Holdridge, el área experimental corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo premontano de la región tropical (41).

3.1.2 Suelos

Los suelos de este sitio corresponden a la serie colorado Arcilloso Arenoso (3, 39). La descripción del perfil de ésta serie es la siguiente (68):

0-15 cm Pardo rojizo oscuro que se vuelve amarillento en seco, arcilloso arenoso, ácido a muy ácido, de estructura granular. Plástico y ligeramente adhesivo en húmedo y ligeramente duro en seco, de mediano a bajo contenido de materia orgánica y de permeabilidad media.

15-70 cm Pardo amarillento, con pintas rojizas, amarillentas y negras. Ligeramente adhesiva en húmedo por el contenido de arcilla, permeabilidad media y duro en seco. Presentan algo de grava y las raíces penetran con facilidad hasta más de 1.60 m.

* Cuadro A = Apéndice

70-200 cm Las características son iguales al anterior, pero presentan porciones de roca meteorizada de tamaño variables, las cuales se van haciendo más abundantes conforme aumenta la profundidad hasta llegar a la roca madre típica. Aguirre (4) cita que la infiltración es de 35 cm/hora, siendo el drenaje interno muy rápido.

Más adelante en el numeral 3.3 se explica la metodología de la toma de muestras de suelo del área experimental antes y después del experimento, para su respectivo análisis físico-químico.

3.1.3 Historia del campo experimental

Hasta 1973 el área donde se llevó a cabo la presente investigación fue un bosque secundario, compuesto principalmente por tres especies arbóreas: Goethalsia meiantha, Rollinea microcephala y Luehea seemannii.

En 1974 se taló el bosque y de inmediato se instaló un trabajo experimental, el mismo que fue abandonado a los pocos meses de su instalación y por último en el mes de mayo del año 1977, nuevamente se corta la vegetación sucesional para ejecutar el presente estudio. Las especies que predominaron en esta última etapa sucesional fueron:

<u>Miconia</u> spp.	Melastomaceae
<u>Piper</u> spp.	Piperaceae
<u>Goethalsia</u> <u>meiantha</u>	Tiliaceae
<u>Cupania</u> <u>cinerea</u>	Sapindaceae
<u>Cecropia</u> spp.	Moraceae
<u>Cestrum</u> <u>baenitzii</u>	Solanaceae
<u>Zanthoxylum</u> sp.	Rutaceae
<u>Cordia</u> <u>alliodora</u>	Doraginaceae
<u>Simarouba</u> <u>amara</u>	Simarubaceae
<u>Homolepis</u> <u>aturensis</u> (HBK)	Graminae
<u>Lantana</u> <u>camara</u>	Verbenaceae
<u>Panicum</u> <u>maximun</u> Jacq	Graminae
<u>Solanum</u> <u>rugosum</u> Dunal	Solanaceae

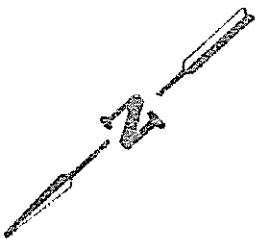
3.2 Diseño experimental y tratamientos

Para la ejecución del trabajo de campo se usó el diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones, en un arreglo factorial de cuatro sistemas de reforestación por dos espaciamientos (16).

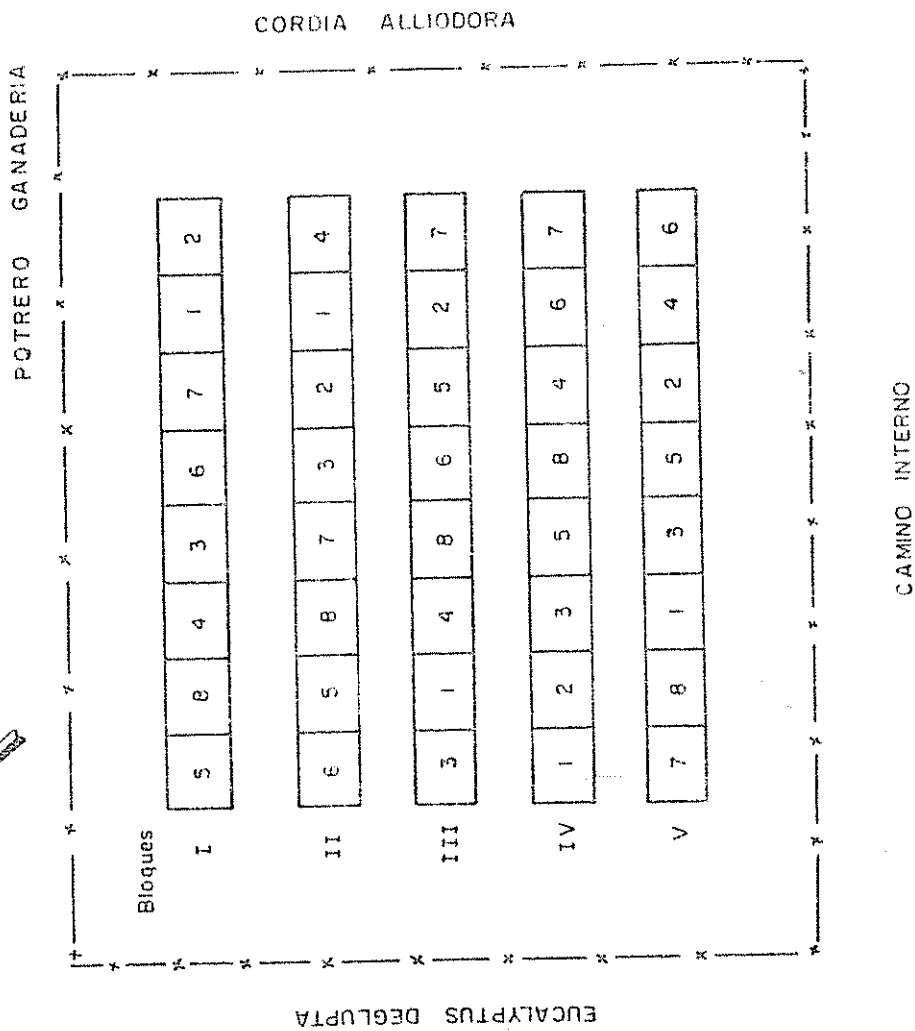
- a-) Plantación de Gmelina
- b-) Plantación de Gmelina asociado con maíz
- c-) Plantación de Gmelina asociado con frijol
- d-) Plantación de Gmelina asociado con maíz y frijol

Cuadro 1. Tratamientos bajo dos densidades de Gmelina arborea, sin y con asocio de maíz y/o frijol.

TRATAMIENTOS	CLAVE	ESPACIAMIENTOS (m)			DENSIDAD Pl/Ha
		GMELINA	MAIZ	FRIJOL	
1. Gmelina sin asocio	G ₁	2 x 1			5,000
2. Gmelina asociado con maíz	G ₁ ⁺ M ¹	2 x 1	1 x 0.5		5,000 40,000
3. Gmelina asociado con frijol	G ₁ ⁺ F ¹	2 x 1		0.5 x 0.20	5,000 200,000
4. Gmelina asociado con maíz y frijol	G ₁ ⁺ M ⁺ F	2 x 1	1 x 0.5	0.5 x 0.20	5,000 40,000 200,000
5. Gmelina sin asocio	G ₂	2 x 3			1,650
6. Gmelina asociado con maíz	G ₂ ⁺ M ²	2 x 3	1 x 0.5		1,650 40,000
7. Gmelina asociado con frijol	G ₂ ⁺ F ²	2 x 3		0.5 x 0.20	1,650 200,000
8. Gmelina asociado con maíz y frijol	G ₂ ⁺ M ⁺ F	2 x 3	1 x 0.5	0.5 x 0.20	1,650 40,000 200,000



SISTEMA TAUNGYA



TRATAMIENTOS

- 1 Gmelina arborea a 2 x 1 m solo
- 2 Gmelina arborea a 2 x 1 m con maíz
- 3 Gmelina arborea a 2 x 1 m con frijol
- 4 Gmelina arborea a 2 x 1 m con maíz y frijol
- 5 Gmelina arborea a 2 x 3 m solo
- 6 Gmelina arborea a 2 x 3 m con maíz
- 7 Gmelina arborea a 2 x 3 m con frijol
- 8 Gmelina arborea a 2 x 3 m con maíz y frijol

Fecha plantación: junio 1977
 Superficie experimental: 800 m²

Dibujó: Emilio Ortiz C.

Sin Escala

Figura 3 Croquis del área experimental en Florencia Norte

Los dos espaciamentos para Gmelina fueron de 2 x 1 m y 2 x 3 m. Por lo tanto, combinando los cuatro sistemas de reforestación y los dos espaciamentos se originan ocho tratamientos. En el Cuadro 1 se presenta la descripción de los tratamientos. Las densidades de siembra para maíz fueron 1.0 x 0.50 m y para frijol 0.50 x 0.20 m.

El área total experimental cubrió 8,000 m², dividido en 5 bloques rectangulares de 80 x 18 m c/u y con 40 parcelas de 10 x 18 m c/u. Estos 8 tratamientos se distribuyeron al azar en cada uno de los cinco bloques. En la Figura 3, se muestra el croquis del campo experimental y la distribución de los tratamientos.

3.3 Características del suelo del área experimental

El muestreo de suelos cubrió toda el área del experimento, y se realizó en cada parcela en forma individual antes del experimento y al finalizar las dos cosechas de los cultivos alimenticios en estudio.

El primer muestreo consistió en la obtención de 5 muestras en cada parcela y a una sola profundidad de 0.25 cm. En total se obtuvieron 200 submuestras para llegar al final sólo a 8 muestras. Esta misma metodología se siguió para el segundo muestreo que se realizó al finalizar el experimento. El análisis físico-químico para el primer y segundo muestreo de suelos se en-

cuentra en el Cuadro 8 del capítulo de resultados. Este análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos del Programa de Cultivos Anuales del CATIE y se determinaron las siguientes características: Reacción del suelo (pH), materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible, bases cambiables y capacidad de intercambio catiónico. En lo físico se determina la textura.

3.4 Establecimiento del experimento

3.4.1 Pseudoestacas de Gmelina utilizadas en el experimento

Se eligió para esta investigación Gmelina arborea Roxb., por ser una de las especies forestales más promisoras para las regiones tropicales, por su rápido crecimiento, fácil instalación y múltiples usos de la madera (8, 36, 45, 70).

La semilla de las plantas utilizadas en la plantación fue procedente de Manila, Siquirres, Costa Rica, donde hay una plantación de 600 has de varias procedencias de Gmelina arborea. Estas semillas se cultivaron en el vivero del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE. Fue sembrada el 10 de enero de 1977 y repicada un mes después en eras (plantabandas), donde se desarrollaron por 5 meses más, hasta la plantación definitiva, el día 13 de junio de 1977.

Las plántulas, se prepararon bajo la forma de pseudoestacas, para lo cual se podaron dejando 12 cm de tallo, 20 cm de

raíz, con 0.8 a 1.4 cm de diámetro en el cuello. El mismo día en que se prepararon las pseudoestacas se transportaron al campo experimental en sacos de yute, para luego ser plantadas en hoyos de 25 cm de diámetro por 25 cm de profundidad.

3.4.2 Cultivos agrícolas que se utilizaron en el experimento

Los cultivos utilizados para las dos siembras fueron escogidos según la modalidad del país: maíz, frijol vainita (vainica)* y frijol común (6, 17, 18, 19).

Las semillas de maíz de la variedad Tuxpeño-1, planta baja fue proporcionada por el Programa de Cultivos Anuales del CATIE. La semilla de frijol "vainita" de la variedad Extender tipo arbustivo procedente de los E.E.U.U., se adquirió en la casa comercial Florencia Industrial de Turrialba.

La semilla de frijol común de la variedad Turrialba-4 tipo arbustivo fue proporcionado por el Programa de Cultivos Anuales del CATIE.

* En Costa Rica es común denominar a la vainita como "Vainica".

3.4.3 Preparación del terreno

En la última semana del mes de mayo de 1977, se efectuó a mano un desmonte a tala rasa de toda la vegetación arbustiva y herbácea existente. A los 16 días de tala se quemó ligeramente, ya que no se alcanzó a quemar completamente por causa de las constantes lluvias. Algunos fustes grandes producto del desmonte en 1974, fueron puestos entre los bloques a fin de que no obstaculicen el desarrollo de los cultivos agrícolas. Todos los tocones se dejaron en el área experimental imitando en lo posible lo que hace el pequeño agricultor en su finca. Se realizó un efectivo control de los hormigueros existentes en el área, así como también hasta 600 metros aproximadamente alrededor. Por último se demarcó el área experimental de acuerdo al respectivo croquis de campo (Figura 3) (5, 68).

3.4.4 Plantación de Gmelina y siembra de los cultivos agrícolas

El 13 de junio de 1977, se inició la plantación forestal con 2400 arbolitos de Gmelina arborea para todo el experimento, distribuidos en ocho tratamientos por bloque, y con cinco bloques o repeticiones.

Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 llevaron 30 plantas de Gmelina por parcela de 180 m² y los tratamientos 5, 6, 7 y 8

90 plantas por parcela también de 180 m². Para los cuatro primeros tratamientos el espaciamiento fue de 2 x 1 m y para los últimos cuatro tratamientos el espaciamiento fue de 2 x 3 m. Ver Cuadro 1 y Figura 5.

Siembra de maíz

Se realizaron dos siembras de maíz, una el 14 de junio de 1977 y la otra el 12 de noviembre del mismo año. Esta labor se realizó en la forma tradicional o sea con espeque sembrando 3 semillas por hoyo, para luego dejar dos plantas después del raleo. Las semillas fueron sembradas en forma intercalada, tanto en las parcelas que llevaban Gmelina como en las parcelas que llevaban Gmelina más frijol y a un distanciamiento de 1.0 m entre líneas y 0.50 m entre plantas, obteniéndose de esta manera 40,000 plantas por hectárea (Ver Figura 5, 6, 6 sobre los espaciamientos).

Siembra de frijol vainita y frijol común

La primera siembra de frijol vainita de la variedad Extender fue el 16 de junio de 1977 y la segunda siembra de frijol común de la variedad Turrialba-4 fue el 14 de noviembre del mismo año. Tanto la siembra de frijol vainita como la siembra del frijol común se hicieron en forma intercalada en las parcelas que tenían Gmelina y en las que tenían Gmelina y maíz. Ver Figura 4.

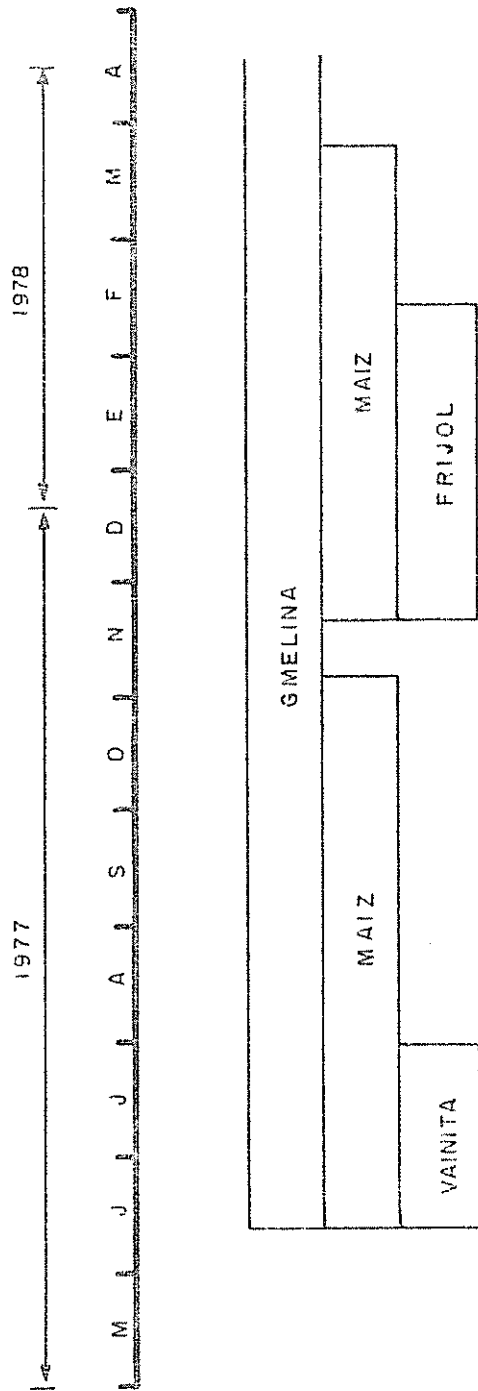


Figura 4 Calendario agro-silvícola para los cuatro sistemas de reforestación

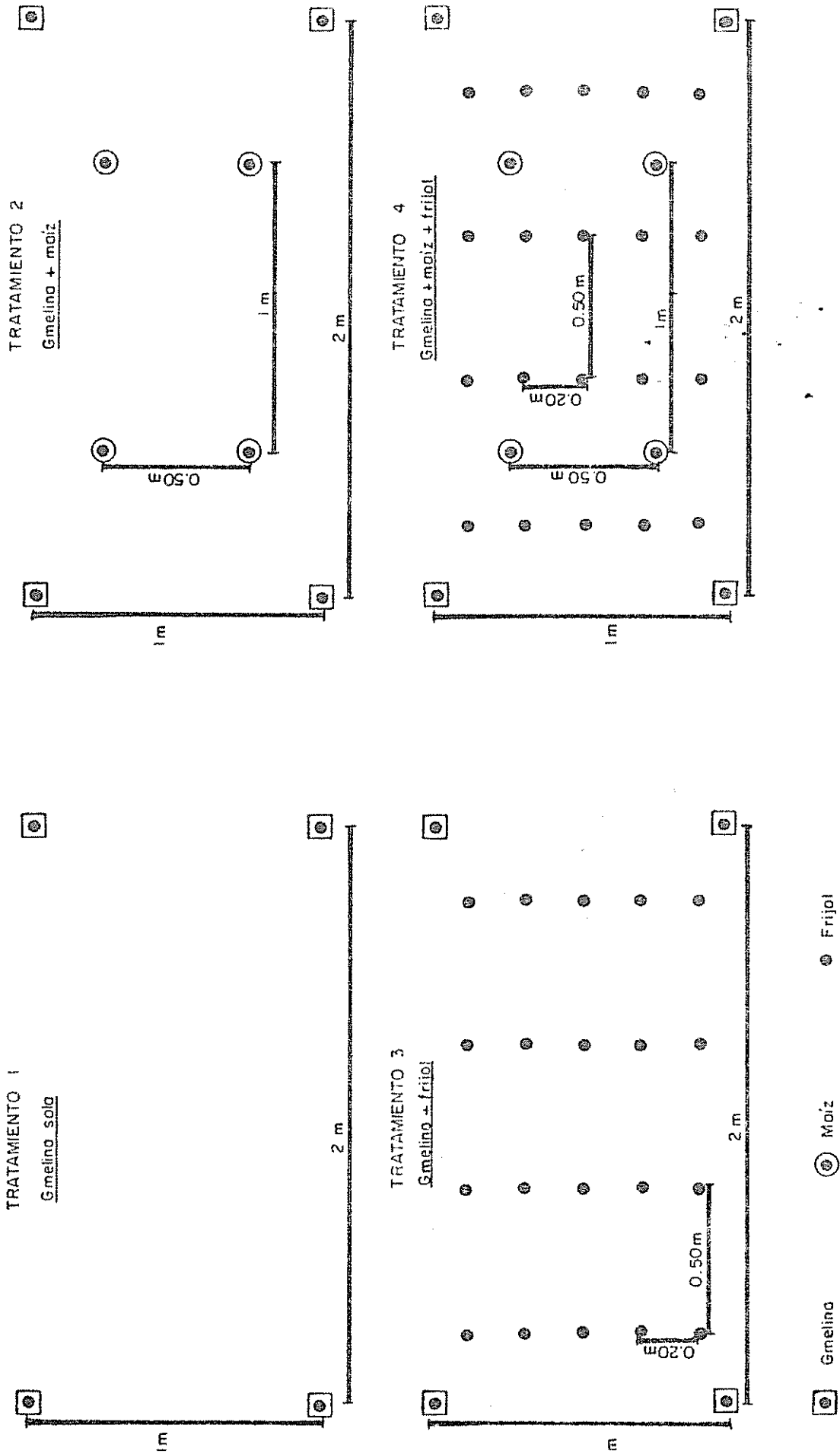


Figura 5 Distancias y distribución de las plantas en los tratamientos 1, 2, 3 y 4

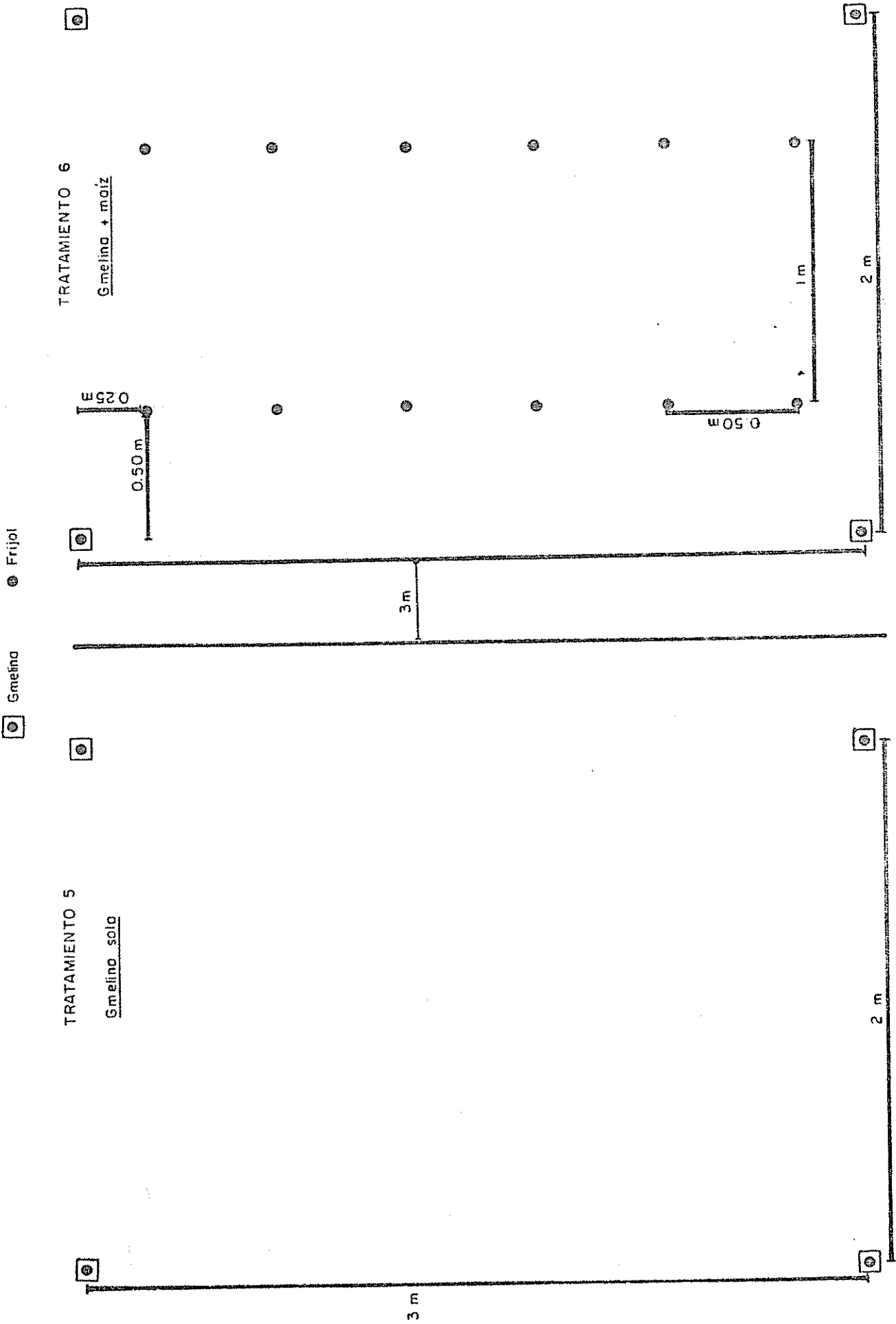


Figura 6 Distancias y distribución de las plantas en los tratamientos 5 y 6

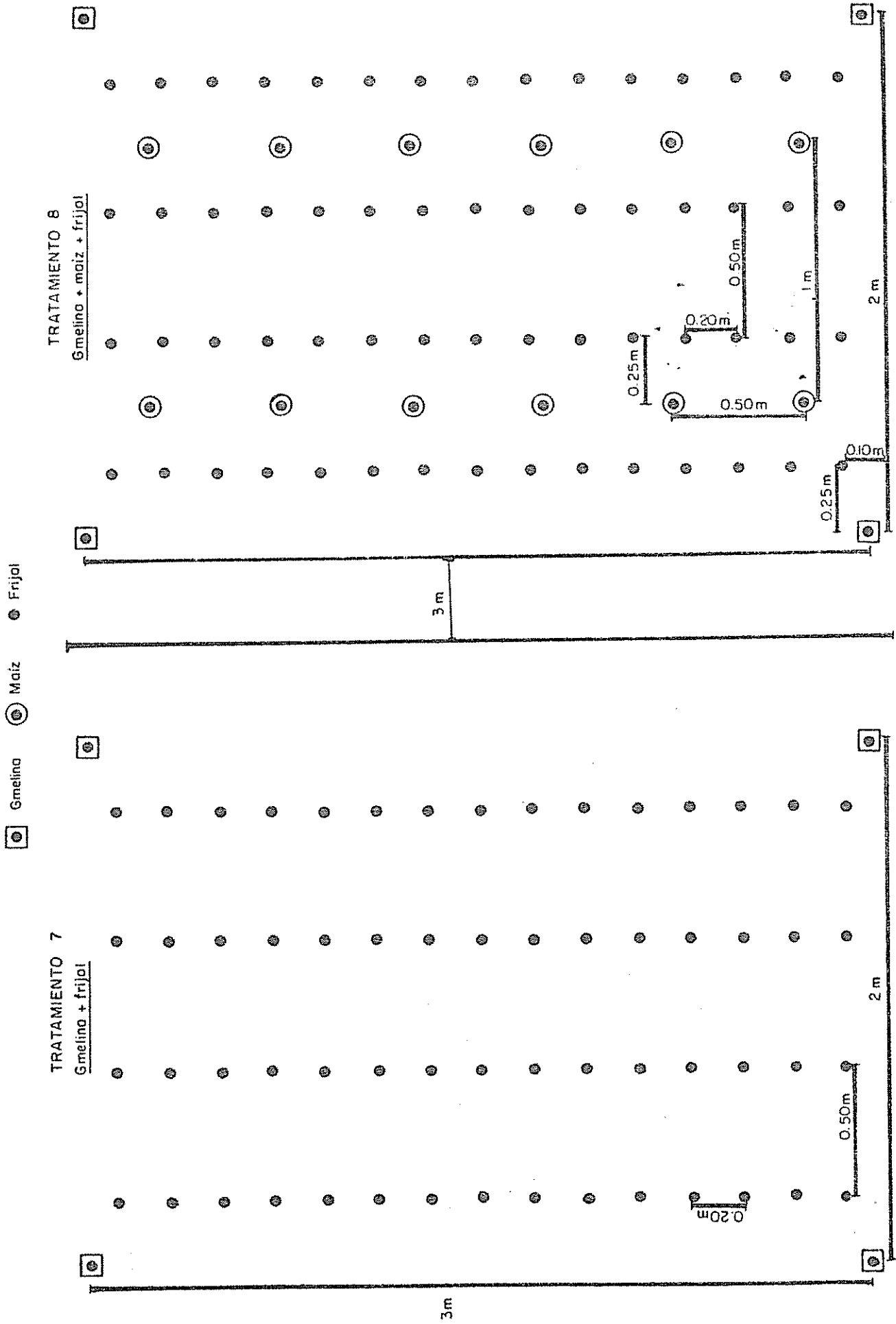


Figura 7 Distancias y distribución de las plantas en los tratamientos 7 y 8

La siembra se hizo en la forma tradicional dejando caer 3 semillas por golpe, para luego dejar solamente 2 después del raleo y a un distanciamiento de 0.50 m entre líneas y 0.20 m entre plantas lo que comprende una población de 200.000-plantas por hectárea (25, 29, 71).

3.5 Cuidados culturales

Se realizaron 2 limpieas para eliminar la poca maleza de las parcelas que llevaron Gmelina asociado con los cultivos agrícolas, es decir, se hizo una limpia por cada siembra, más una tercera limpia como preparación del terreno para la segunda siembra agrícola. En cambio, a las parcelas que llevaron sólo Gmelina se hicieron dos limpieas durante los diez meses de observación.

3.6 Datos registrados en la especie forestal

El 17 de junio de 1977, al terminar la instalación del experimento, se inició la toma de datos tanto para la especie forestal como para los cultivos agrícolas.

3.6.1 Altura

Se midió la altura total de las plantas de Gmelina desde el nivel del suelo hasta las hojas terminales, usando una regla graduada y con aproximación al centímetro completo. Esta medición se hizo cada mes y por un período de diez meses.

3.6.2 Diámetro basal

Se midió el diámetro basal del tallo de las plantas de Gmelina a 5 cm de la superficie del suelo y para esto se pintó una raya amarilla en la planta, para realizar las mediciones sucesivas de esta variable. Estas mediciones se ejecutaron en las mismas fechas que se midió la altura de las plantas, usando para esta labor un dendrómetro que tiene una precisión de 1/10 mm.

3.6.3 Diámetro de copa

El diámetro de copa se midió por un período igual a las evaluaciones de las variables antes mencionadas. Se midió utilizando una regla graduada con aproximación al centímetro completo. Las mediciones se hacían en cruz y el promedio de éstas dos longitudes se consideró el diámetro de copa para árbol.

3.7 Datos registrados en los cultivos asociados

3.7.1 Rendimiento de grano

Los tratamientos que asociaron árboles con cultivos, para ser evaluados se cosecharon en cada parcela experimental (de 180 m²) solo una parcela neta o útil (de 72 m²) dejando una área periférica de 108 m² para evitar el posible efecto de bordes.

El frijol vainita var. Extender se cosechó a los 44 días de sembrado y el rendimiento de vainas verdes se midió en Kg/ha.

El producto de grano seco para las dos cosechas se pesó, tomándose muestras para la determinación de los porcentajes de humedad, calculadas según la fórmula:

$$H_o = \frac{P_h - P_s}{P_h} \times 100$$

donde:

H_o = humedad de las semillas expresada en porcentaje

P_h = peso de las semillas en el momento de la cosecha

P_s = peso seco de las semillas, luego de permanecer en estufa a 70° hasta alcanzar el peso constante.

Una vez conocido el porcentaje de humedad se estandarizó el peso total del rendimiento por parcela al 14% para maíz y 13% para el frijol según la fórmula:

$$P_f = \frac{P_o (100 - H_o)}{(100 - H_f)}$$

donde:

Pf = peso de las semillas corregidas al 14% ó 13% de
humedad

Po = peso de las semillas en el momento de la cosecha

Ho = porcentaje de humedad de las semillas en el momen-
to de la cosecha

Hf = porcentaje de humedad deseado (14 ó 13 en nuestro
caso).

3.7.2 Producción de biomasa aérea de los cultivos

Para la evaluación de biomasa aérea en los cultivos, se cortaron las plantas a nivel del cuello dejando las raíces en el suelo. Para frijol vainita, frijol común y maíz (para las dos siembras) la biomasa estuvo considerada por el peso seco de la parte aérea de las plantas incluyendo el grano, a la edad de 55, 80 y 100 días, respectivamente, para dichos cultivos.

Las plantas que se muestrearon para frijol vainita y frijol común fueron 10 para cada una y 3 para maíz. El material seleccionado se secó a 70°C durante 96 horas para determinar la materia seca. Los datos de biomasa aérea se calcularon con base en el promedio de una planta, multiplicado por el número de plantas en una hectárea y ajustando el producto a kg/ha.

3.8 Evaluación económica

Para determinar los cálculos económicos, se tomaron en cuenta los datos registrados de mano de obra expresado en horas-hombre por tratamiento, para cada una de las labores realizadas durante la investigación.

3.9 Análisis estadístico

En la presente investigación se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial 2×4 , con 5 repeticiones de acuerdo al siguiente modelo estadístico.

$$Y_{isk} = U + B_j + E_i + S_k + D_{oik} + E_{ijk}$$

Y_{isk} = Respuesta

U = Media común

B_j = Efecto debido al bloque

E_i = Efecto debido al espaciamiento

S_k = Efecto debido al sistema

D_{oik} = Efecto debido a la interacción espaciamiento por sistema

E_{ijk} = Error experimental

4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los datos en relación a los tratamientos de Gmelina arborea, luego del trasplante al campo definitivo, asociado con cultivos agrícolas y sin asocio. Los datos tomados incluyen supervivencia, altura, diámetro basal y tamaño de copa de Gmelina, y se evaluó el rendimiento de los cultivos agrícolas asociados.

4.1 Efecto de los tratamientos sobre la superficie de Gmelina arborea

La supervivencia se determinó por el número de plantas vivas con relación al total de árboles plantados de cada unidad experimental.

La supervivencia se obtuvo a las cuatro semanas de la plantación y permaneció invariable hasta las cuarenta semanas en que finalizó el experimento. Los resultados de esta variable pueden verse en el Cuadro 2.

4.2 Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento en altura de las plantas de Gmelina arborea

Los valores de las alturas promedios registradas para

Cuadro 2. Supervivencia de Gmelina arborea en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad.

Trat.	CLAVE	ESPACIAM.	BLOQUES					\bar{X}	Superv. %
			I	II	III	IV	V		
1	G	2x1 m*	36	36	36	36	35	35.80	99.44
2	G+M	2x1 m	36	35	36	36	36	35.80	99.44
3	G+F	2x1 m	36	36	36	36	36	36.00	100.00
4	G+M+F	2x1 m	36	36	36	35	36	35.80	99.44
5	G	2x3 m**	12	12	12	12	12	12.00	100.00
6	G+M	2x3 m	12	12	12	12	12	12.00	100.00
7	G+F	2x3 m	12	12	12	12	12	12.00	100.00
8	G+M+F	2x3 m	12	12	12	12	12	12.00	100.00

* En el espaciamiento 2x1 m hay 90 árboles por parcela (habiéndose evaluado 36 arbolitos centrales).

** En el espaciamiento 2x3 m hay 30 árboles por parcela (habiéndose evaluado 12 arbolitos centrales).

los ocho tratamientos, medidos cada cuatro semanas desde un mes de la plantación hasta los diez meses de edad, se presentan en el Cuadro A2. En las Figuras 8 y 9 también se muestran en forma gráfica los crecimientos de altura.

El análisis de variancia señaló diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para tratamientos a partir del segundo mes de edad de la plantación para el crecimiento en altura, como se puede observar en el Cuadro A3. La prueba de Duncan, Cuadro A6, muestra que los tratamientos 1 y 5 con solo Gmelina son superiores en crecimiento en altura, obteniéndose a los diez meses de edad una altura de 3.03 metros; siguiendo en orden descendente los tratamientos que llevan vainita o frijol común con una altura de 2.61 metros y por último los tratamientos con maíz o con maíz más frijol 2.50 m y 2.47 m respectivamente. Esta diferencia significativa para el crecimiento en altura, se debe posiblemente al efecto de competencia de los cultivos que se asociaron. Es decir, como se trata de una especie forestal de fácil rebrote y al no encontrar competencia por luz y espacio, los árboles solos desarrollaron más rápido que en los tratamientos que tenían frijol o vainita y estos últimos a su vez desarrollaron mejor que los otros que tenían maíz o maíz más frijol. Los brotes de las plantas de Gmelina se vieron afectados por el desarrollo rápido del cultivo de maíz, mermando de esta manera considerablemente el crecimiento en altura de Gmelina. Se observa el rápido crecimiento en altura de las plantas de Gmelina, para todos los tratamientos.

Tanto para el factor espaciamentos como para la interacción espaciamentos por sistemas no hubo significación estadística, mostrando únicamente significación para sistemas. De los cuatro sistemas empleados muestran mayor desarrollo en altura, los

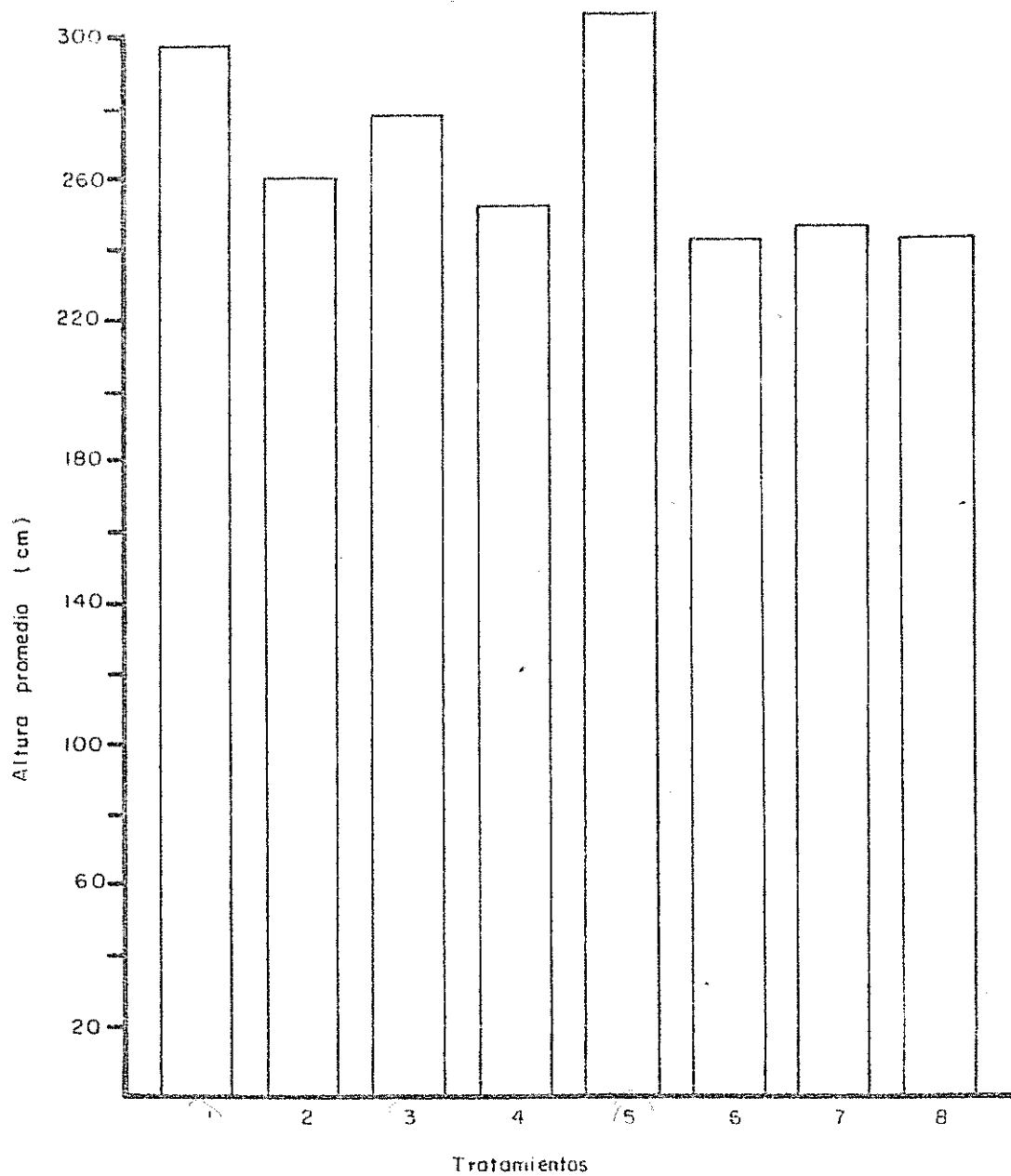


Figura 8 Crecimiento en altura de Gmelina arborea a los 10 meses de edad

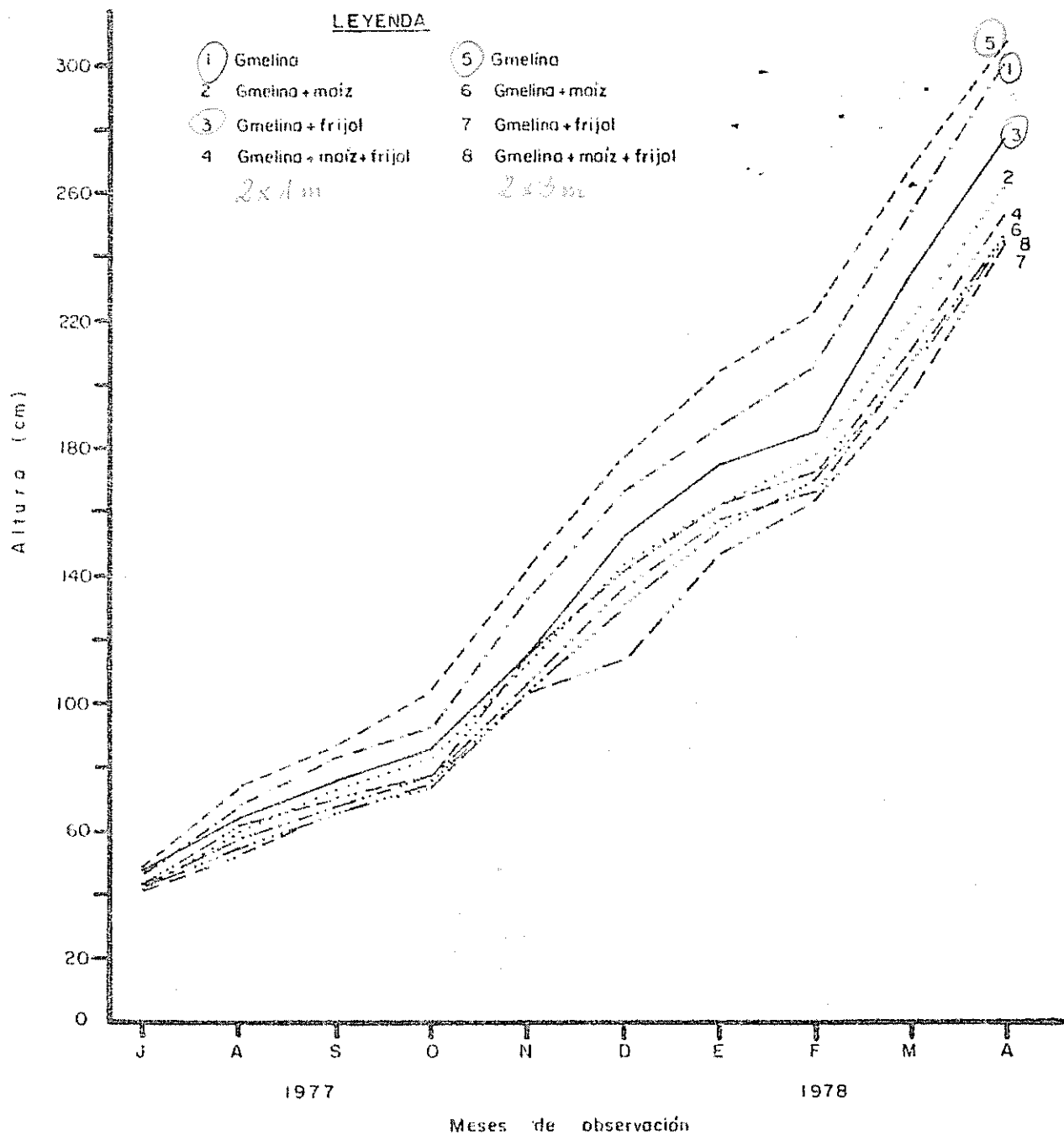


Figura 9 Crecimiento en altura de Gmelina arborea de 1 a 10 meses de edad

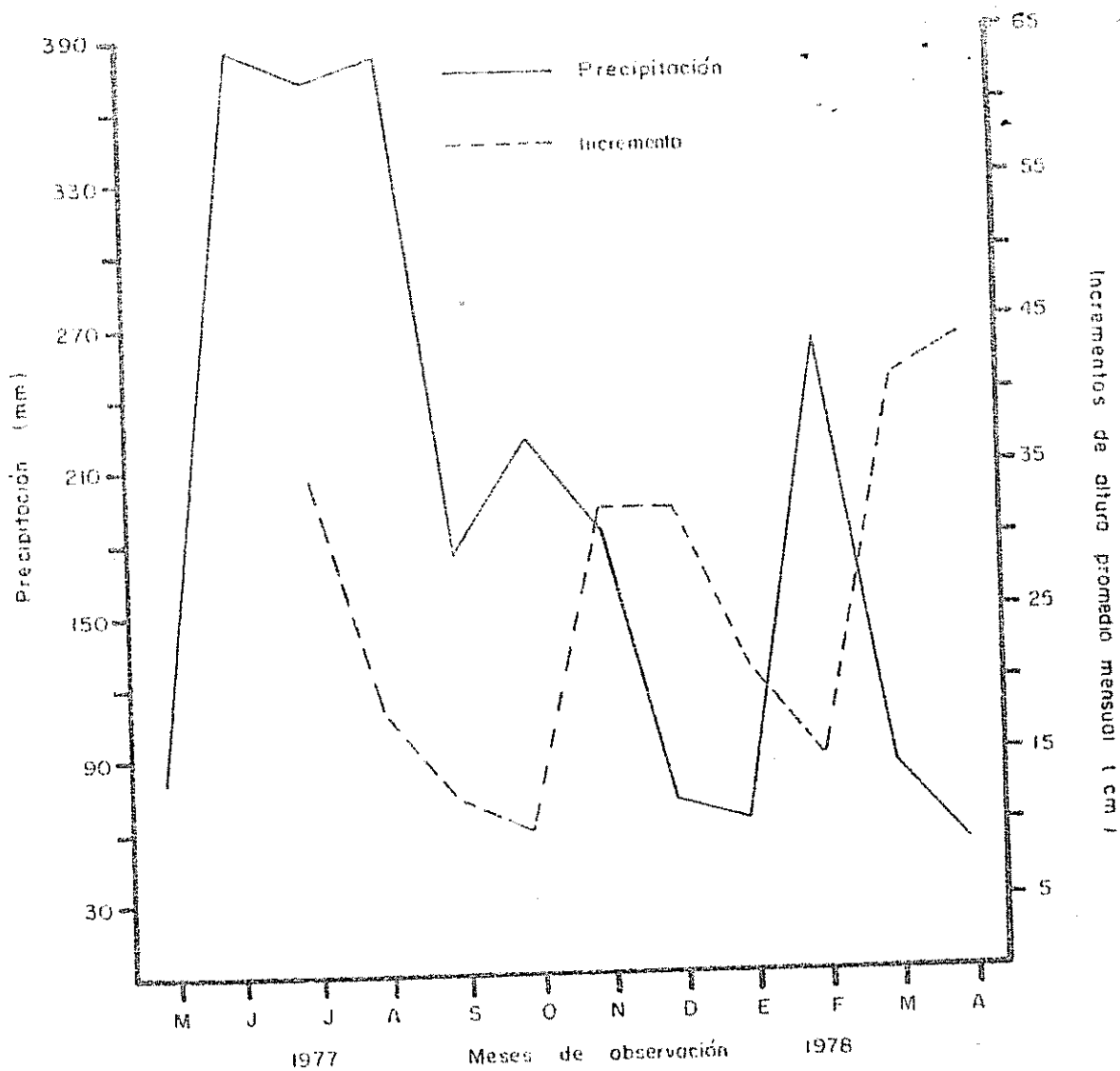


Figura 10 Precipitación que ocurrió durante el período experimental comparado con el incremento promedio mensual de altura de Gmelina arborea de 1 a 10 meses de edad

tratamientos con Gmelina sola, luego Gmelina más vainita o frijol y por último Gmelina con maíz o Gmelina con maíz más vainita o frijol.

A los cuatro meses de realizada la plantación se hizo el desbrote, dejando uno solo y el mejor desarrollado que en adelante fue el árbol definitivo.

4.3 Efecto de los tratamientos en el crecimiento en diámetro basal de las plantas de Gmelina arborea

Los diámetros promedios acumulados, registrados para los ocho tratamientos estudiados y medidos cada mes desde la fecha de plantación hasta los diez meses de edad, se presentan en el Cuadro A2 y en las Figuras 11 y 13.

El análisis de variancia para esta variable muestra que hay diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para tratamientos, como se puede ver en el Cuadro A3. De acuerdo a éste análisis estadístico y con ayuda de la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, Cuadro A6, pueden hacerse las siguientes consideraciones: Las diferencias en crecimiento de diámetro basal de las plantas de Gmelina en los ocho tratamientos, tiene un comportamiento semejante a las diferencias de crecimiento en altura hasta el sexto mes de la plantación. Los tratamientos con Gmelina sola hasta la fecha antes mencionada son superiores con un crecimiento de diámetro basal de 4.20 a 4.91 cm. Los tratamientos de Gmelina asociado con

vainita o frijol siguen con 3.65 a 3.86 cm. Los tratamientos de Gmelina asociado con maíz y los tratamientos asociado con maíz y frijol tienen un crecimiento que va de 3.59 a 3.66 cm. Pero del séptimo hasta el décimo mes, únicamente se observa superioridad en crecimiento diamétrico para los tratamientos que llevan solo Gmelina con 7.23 a 9.35 cm y de 6.31 a 7.16 cm para el resto de tratamientos. Esta diferencia significativa de crecimiento en diámetro va desapareciéndose a medida que los árboles crecen.

Continuando con el análisis estadístico existe diferencia significativa a nivel de 1% de probabilidad para los cuatro sistemas empleados. Los tratamientos que llevan Gmelina sola siempre demuestra mayor desarrollo seguido de los que llevan vainita o frijol y por último los que van con maíz o los que llevan maíz más frijol.

Por otro lado no hubo respuesta significativa para los espaciamientos usados en la plantación forestal hasta los ocho meses de edad, pero a partir del noveno mes ya se observan diferencias. La interacción de espaciamientos por sistemas tampoco muestra significación estadística.

4.4 Efecto de los tratamientos en el crecimiento en diámetro de copa de las plantas de Gmelina arborea

El diámetro de copa de Gmelina, también se registró al

mes después de la plantación y hasta los 10 meses de edad. Los valores promedios de diámetro de copa y las curvas de crecimiento acumulativo se presentan en el Cuadro A2 y las Figuras 12 y 13 respectivamente. El análisis estadístico (Cuadro A5) indica que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad tanto para tratamientos como para sistemas hasta el noveno mes de observación, en cambio para espaciamientos no hay significación estadística hasta el séptimo mes y por último no hay significación para todo el período de observaciones para la interacción de espaciamientos por sistemas.

Los resultados del crecimiento en diámetro de copa guardan cierta relación con el crecimiento de altura total y diámetro basal de los árboles de Gmelina, a pesar de que fueron podados a los seis meses de edad. El objetivo fue inducir el crecimiento vertical y disminuir el crecimiento plagiotrópico, que caracteriza a la especie y de paso tener mejor aprovechamiento de luz para el desarrollo de los cultivos agrícolas en la segunda siembra.

El Cuadro A6 muestra la prueba de Duncan para esta variable y se observa que el tratamiento que mostró superioridad, es el que lleva Gmelina sola y al espaciamiento 2x3 m, en cambio para los otros tratamientos los crecimientos son similares.

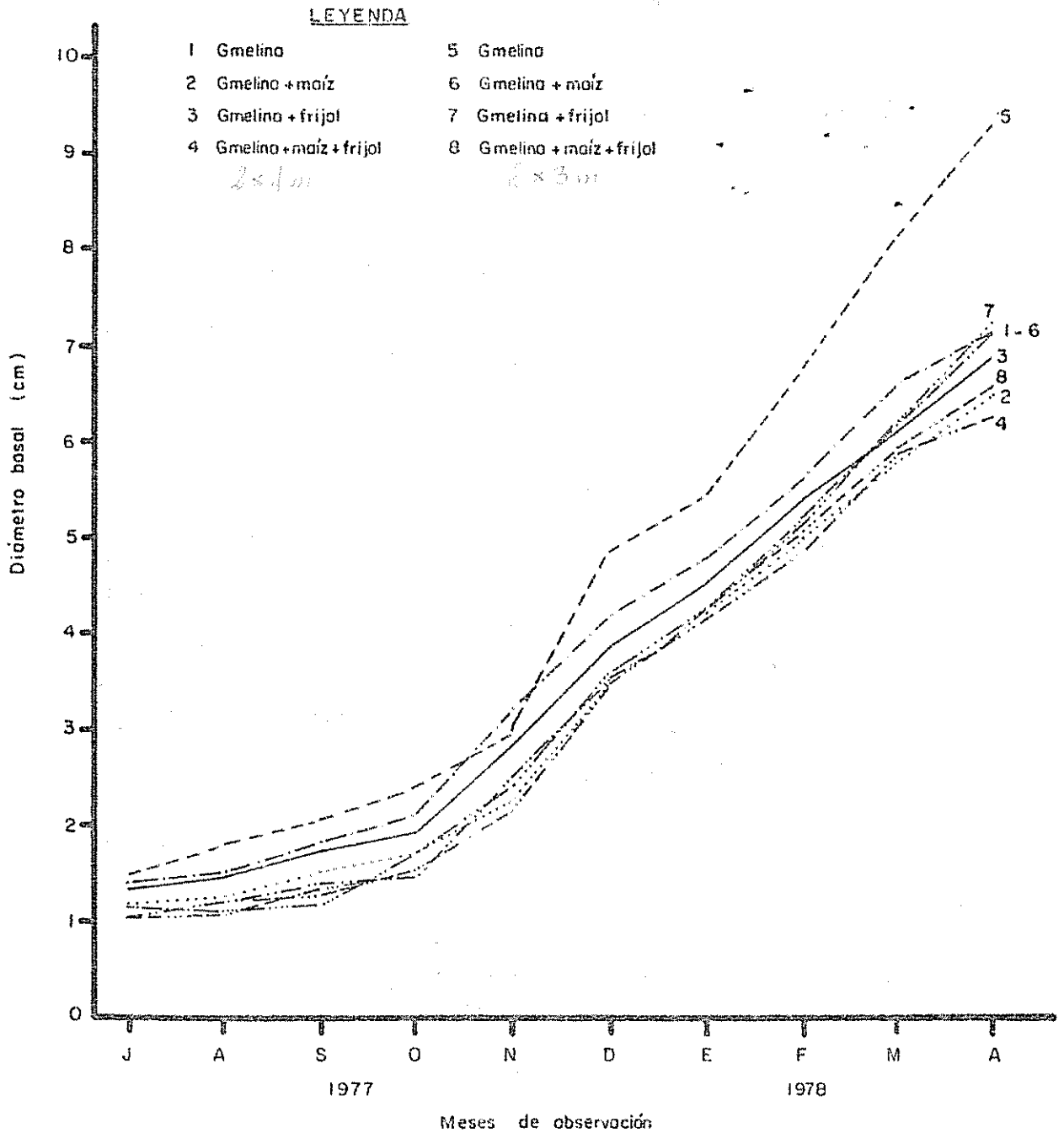


Figura II Crecimiento en diámetro basal de Gmelina arborea de 1 a 10 meses de edad

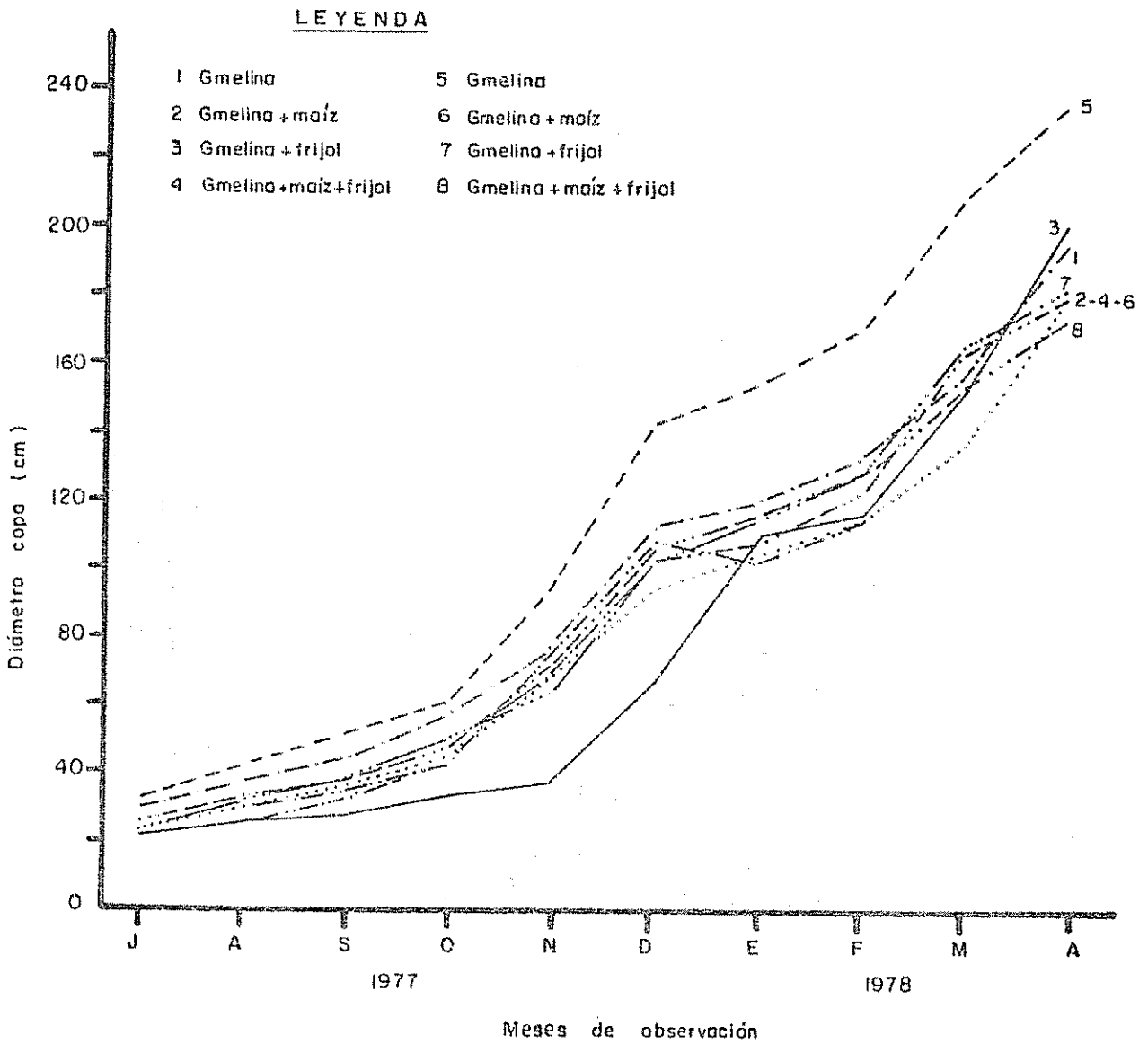


Figura 12 Crecimiento en diámetro de copa de Gmelina arborea de 1 a 10 meses de edad

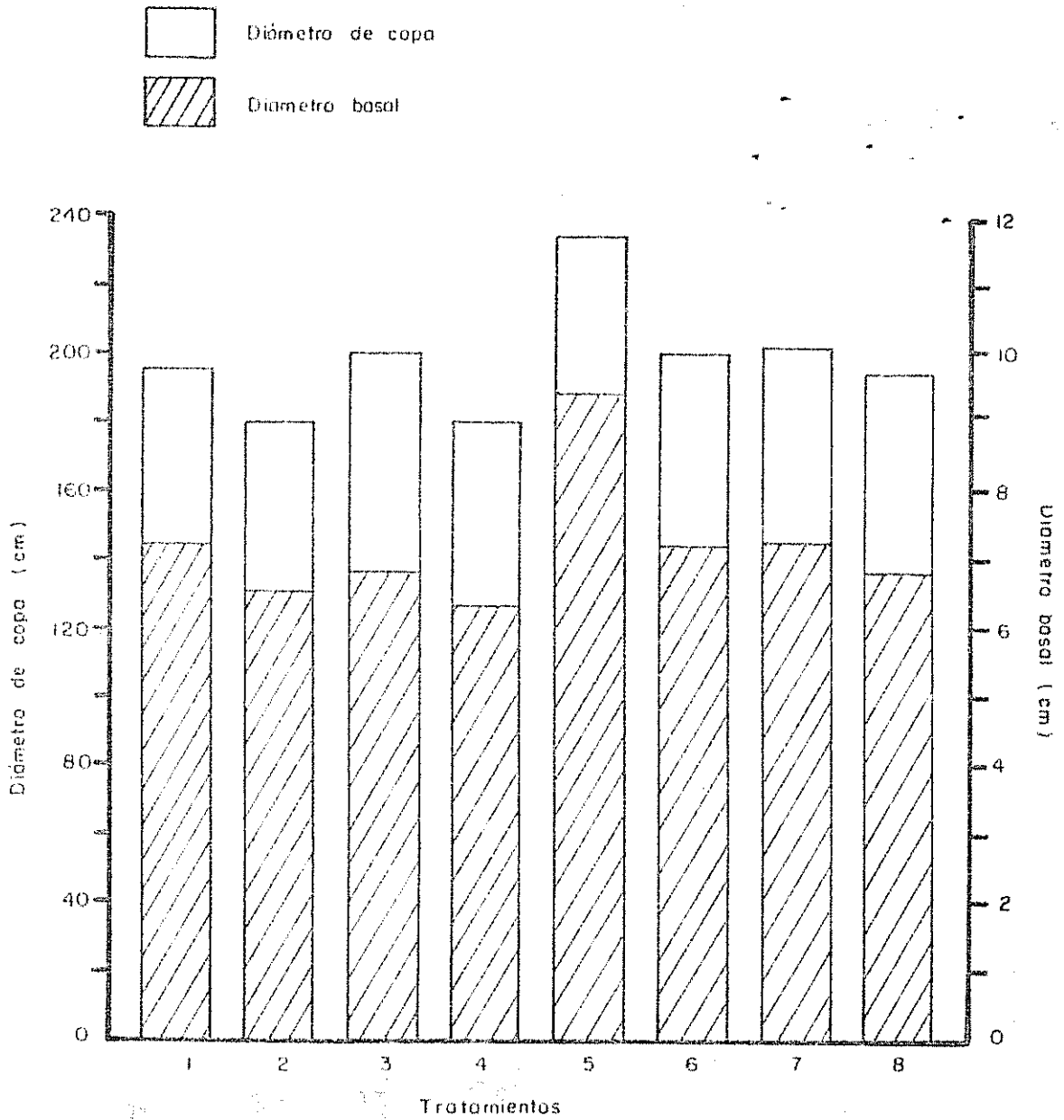


Figura 13 Crecimiento en diámetro basal de Gmelina arborea a los 10 meses de edad

4.5 Incrementos de las variables medidas en las plantas de
Gmelina arborea

En el Cuadro A15 se muestran los cálculos de incrementos para las variables medidas en Gmelina para los diez meses de observación. Dichos incrementos guardan cierta relación entre la altura, diámetro basal y diámetro de copa para todos los tratamientos estudiados.

4.6 Correlación entre el diámetro basal con la altura y el
diámetro de copa

Los coeficientes de correlación y las ecuaciones de regresión entre las variables medidas sobre crecimiento de Gmelina arborea, se presentan en el Cuadro 3 y en las Figuras 14, 15, 16 y 17.

Cuadro 3. Correlaciones y Regresiones de las variables de crecimiento en Gmelina arborea.

Entre variables	Coefficiente de Correlación	Ecuación de regresión
Entre la primera (x) y décima medición mensual (Y ¹⁰) de altura	= 0.459	Y ¹⁰ = 188.658 + 1.749x
Entre la primera (x) y décima medición mensual (Y ¹⁰) de diámetro basal	= 0.725	Y ¹⁰ = 3.503 + 3.009x
Entre diámetro basal (x) y altura total (Y ¹⁰) a los 10 meses de edad	= 0.787	Y ¹⁰ = 67.756 + 27.492x
Entre diámetro basal (x) y diámetro de copa (Y ¹⁰) a los 10 meses de edad	= 0.862	Y ¹⁰ = 41.037 + 21.929x

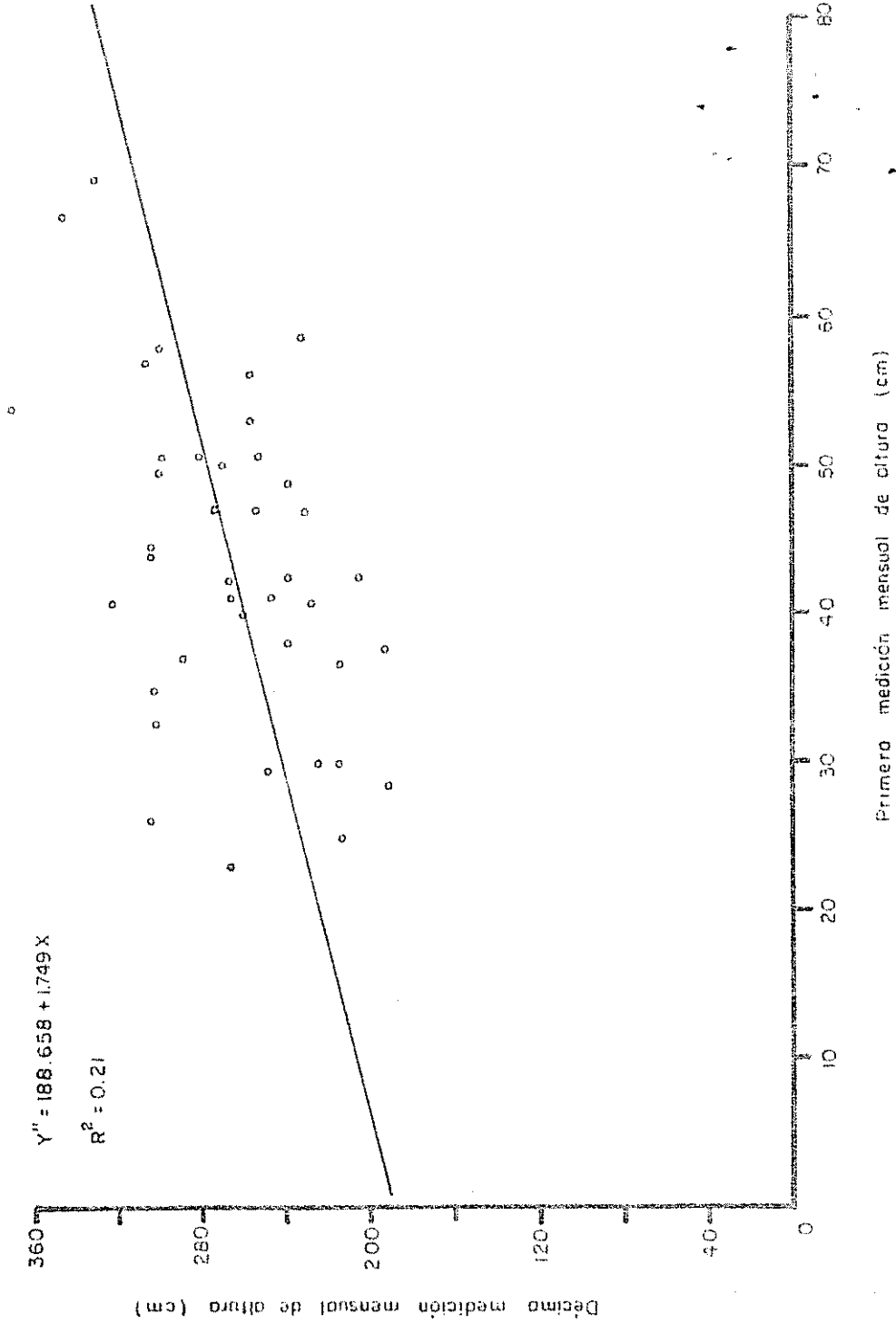


Figura 14 Relación entre la primera y décima medición mensual en altura de Gmelina arborea

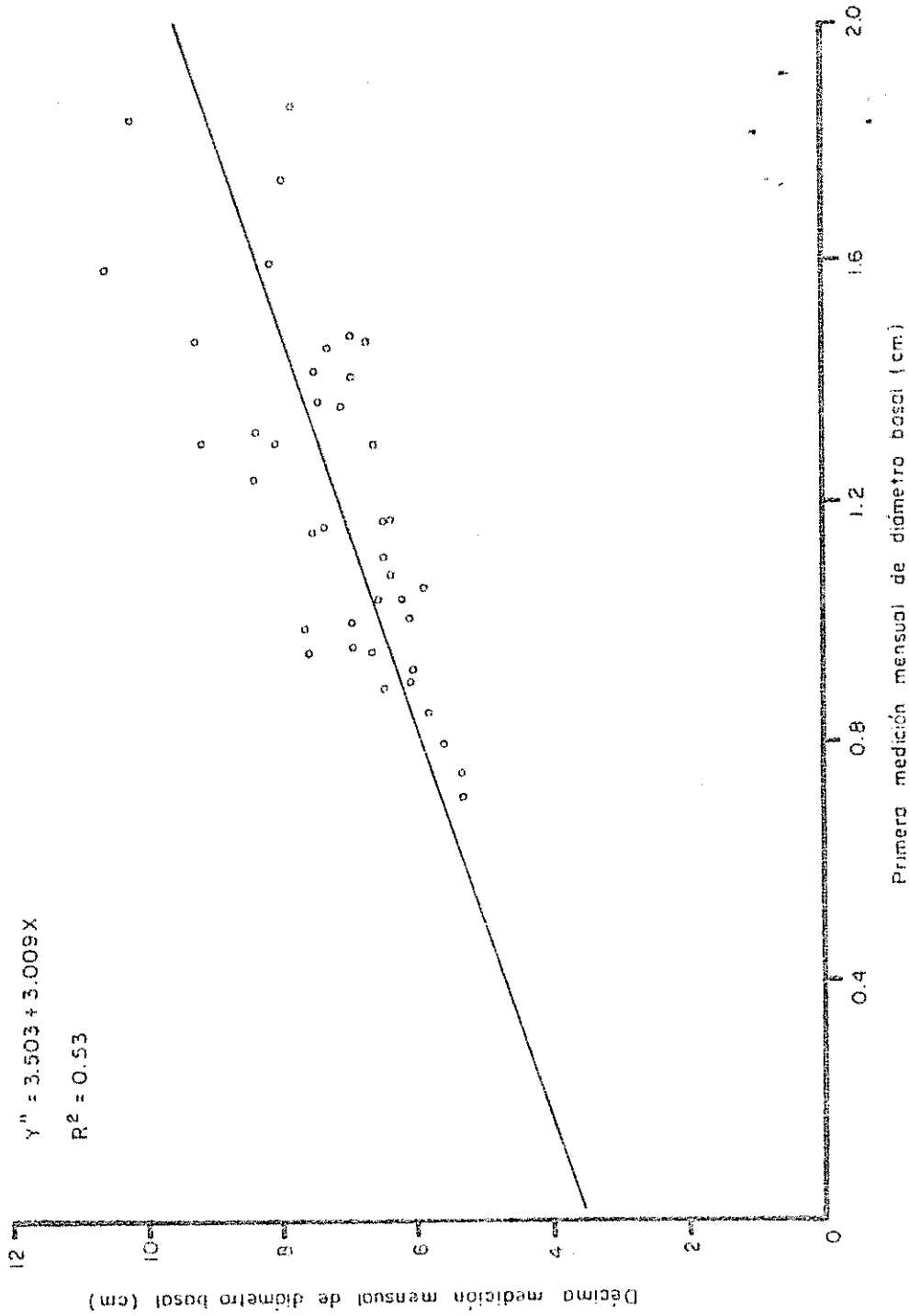


Figura 15 Relación entre la primera y décimo medición mensual del diámetro basal de Gmelina arborea

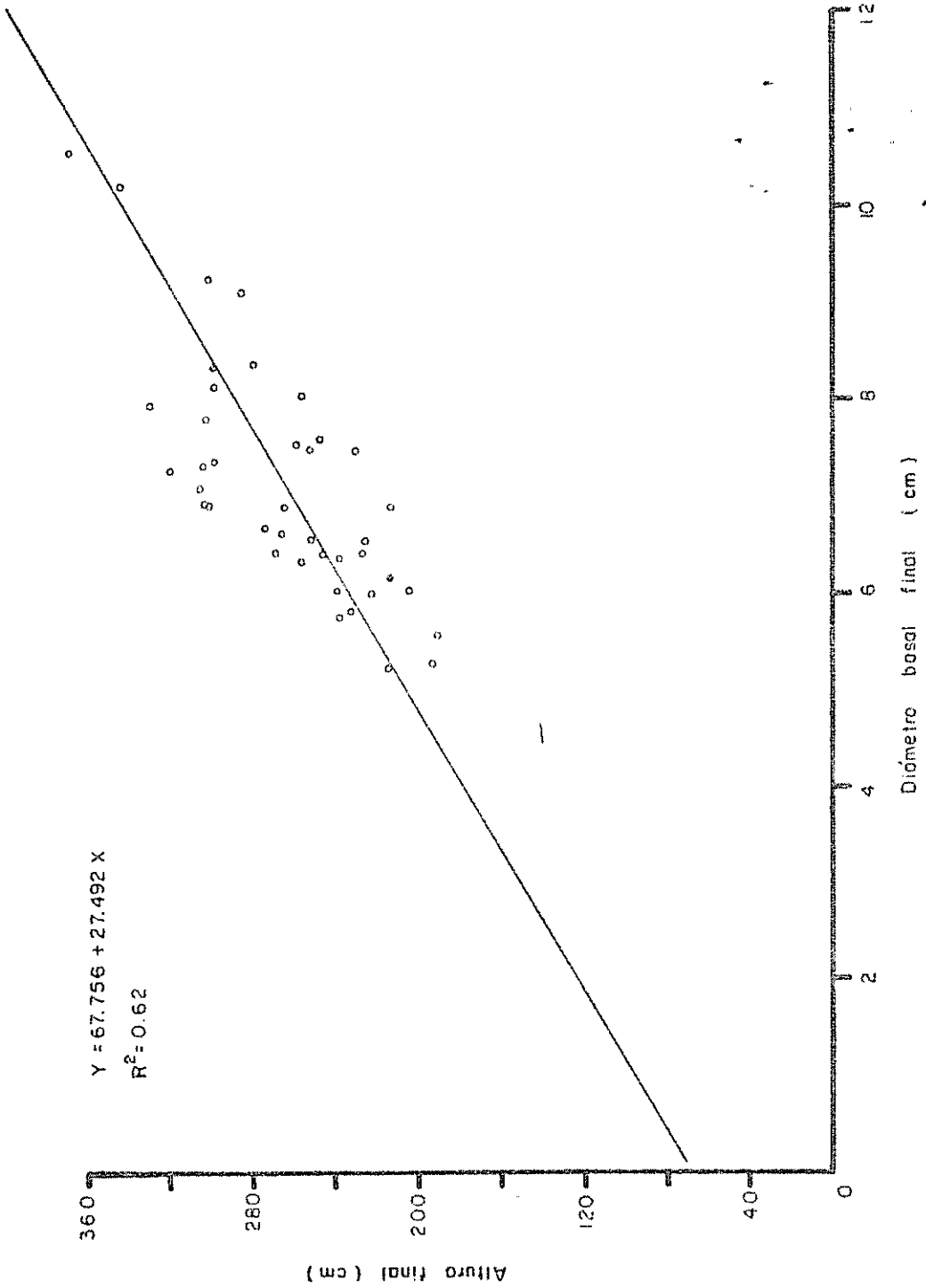


Figura 16 Relación entre el diámetro basal y altura total de Gmelina arborea a los 10 meses de edad

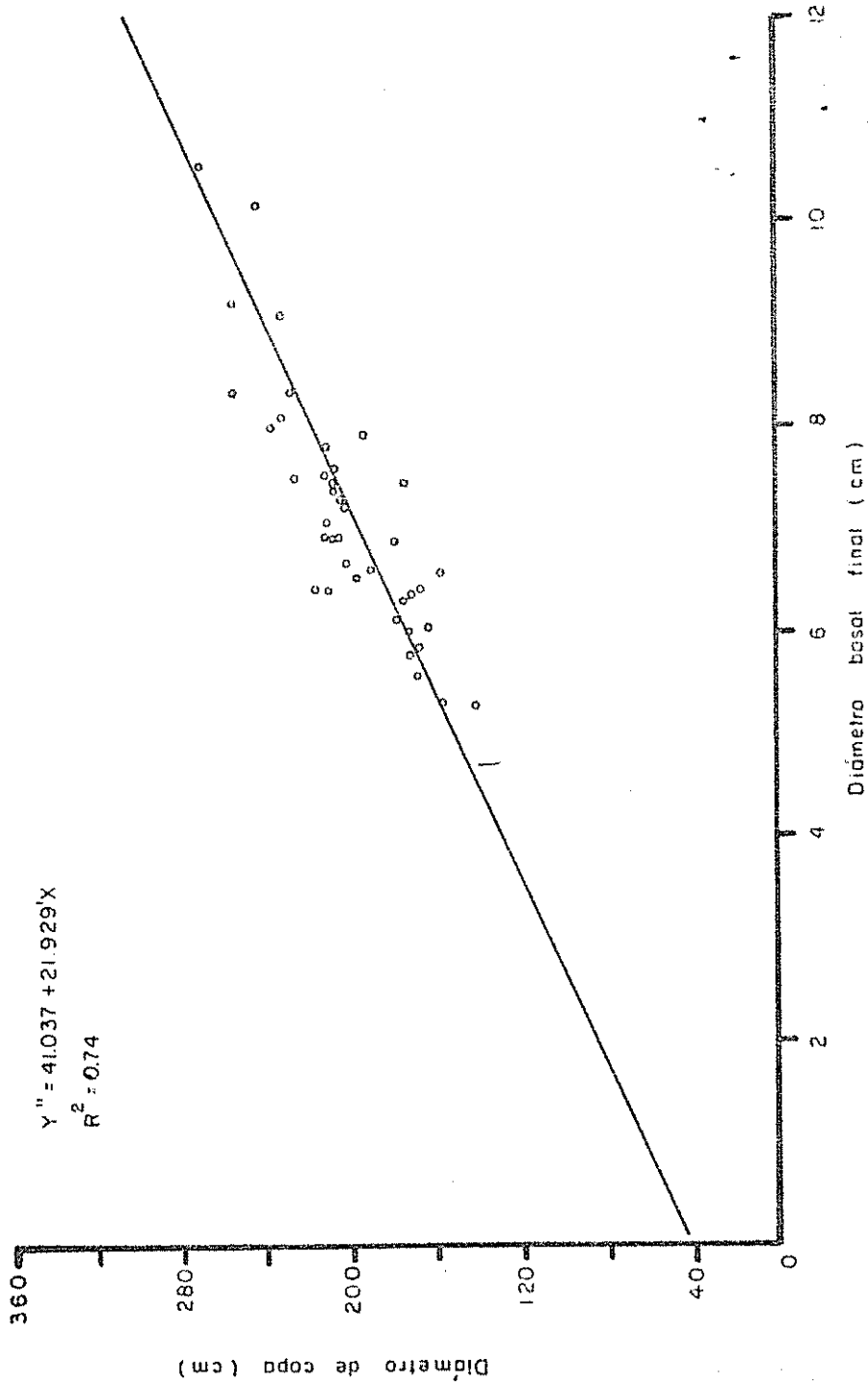


Figura 17 Relación entre el diámetro basal y el diámetro de copa de Gmelina arborea a los 10 meses de edad

En general se observa que hay una correlación altamente significativa (1%) para las variables altura, diámetro basal y diámetro de copa que se están comparando, sobre el crecimiento de Gmelina arborea, asociada con maíz y frijol.

4.7 Aspectos fitosanitarios y posibles diferencias fenotípicas en la plantación de Gmelina arborea

Se presentaron continuos ataques de hormigas "sompopas" (Atts spp.) defoliando las hojas de Gmelina, pero se controló oportunamente dicha plaga con aplicaciones de Rainbow (1.8 Kg/ha) en polvo seco en los orificios de los hormigueros y Mirex (0.5 Kg/ha) distribuyendo manualmente en los caminos. *También se detectó el ataque de larvas de un insecto de la familia Tenthredinidae, perforando el fuste de los árboles de Gmelina, pero no se realizó ningún control por su baja incidencia.

Se encontró algunos armadillos (Dasypus novencintus) que perforaban el suelo al contorno de las raíces de los árboles para alimentarse de larvas de un insecto del orden Coleoptera, pero no se observó algún efecto negativo en el crecimiento de Gmelina.

Posibles diferencias fenotípicas en la plantación de Gmelina arborea.

* A. King, Entomólogo del CATIE, 1978. Comunicación personal

Entre los 2400 árboles de Gmelina que tuvo todo el experimento, se observó que hay diferencias fenotípicas entre los individuos. Con el fin de clasificar mejor éstas diferencias, se realizó una división tentativa de dos grupos, cuyas características son:

Grupo A

Grupo B

- | | |
|--|--|
| -En general follaje verde oscuro | -En general follaje verde claro |
| -Diámetro de la copa más angosta y vertical | -Diámetro de la copa más amplia |
| -Desarrollo del árbol muy vigoroso | -Desarrollo del árbol menos vigoroso |
| -Nervaduras color café | -Nervaduras verde amarillentas |
| -Pecíolo color café | -Pecíolo color verde amarillento |
| -Borde de la hoja a veces dentado | -Borde de la hoja siempre liso |
| -Hojas más robustas | -Hojas menos robustas |
| -Fustes más rectos y más desarrollados | -Fustes más torcidos y menos desarrollados |
| -Mayor número de individuos en toda la población | -Menor número de individuos en toda la población |

- Los ángulos que se forman entre la inserción de las ramas y el fuste son menores.
- Los ángulos que se forman entre la inserción de las ramas y el fuste son mayores.

Las diferencias fenotípicas de los árboles de Gmelina arborea en la presente investigación, se debe posiblemente a factores del medio ambiente (nutrimentos, tipo de suelo, etc.) o a factores genéticos (diferentes procedencias).

4.8 Cultivos asociados con Gmelina arborea

4.8.1 Aspectos generales de los cultivos

La vainita germinó a los 5 días de la siembra y el frijol común a los 6 días. El 50% de la floración para vainita fue a los 32 días de la siembra y para frijol común a los 52 días. La maduración fisiológica para frijol común fue aproximadamente a los 78 días, concuerda con lo reportado por Mojica (54). Las semillas de maíz germinaron al 7º día, apareciendo la floración a los 63 días, la madurez fisiológica fue alcanzada a los 120 días aproximadamente y se cosechó a los 147 días para la primera siembra y a los 143 días para la segunda.

4.8.2 Condiciones fitosanitarias de los cultivos

En la primera época cuando se sembró vainita se observó una leve incidencia de roya (Uromyces phaseoli) y mancha angular (Isariopsis griseola) que tenían poca importancia y por lo tanto no se hizo ningún control. Es decir, que la vainita sembrada en la primera época no mostró enfermedades de importancia económica. En la segunda época cuando se sembró frijol común fue afectado por roya y mancha angular pero con una incidencia apenas un poco mayor que en vainita, por lo tanto no se hizo ningún control.

Las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de vainita son los ataques de "vaquita" (Diabrotica spp. y Ceratoma sp.) que se controlaron eficazmente con dos aplicaciones de Sevín.

En el maíz en la primera época de siembra no se presentaron ataques de plagas, en cambio en la segunda época fue atacado por cogollero (Spodoptera frugiperda) y por gusano cortador (Agrotis subterranea); estas plagas fueron controladas con una aplicación de Sevín y Rainbow. En esta misma época se presentó ataques de babosas (Vaginulus pleveius Fisher y Limax maximus L.)* que se controlaron oportunamente con aplicaciones de Ortho B. (48, 65). También se observó conejos de monte (Sylvilagus brasiliensis) comiendo hojas de frijol en los bordes de algunas parcelas.

* Ing. Vargas Castro G. Asesor técnico de la Casa Vendedora de Productos Agrícolas Florencia Industrial de Turrialba.

4.8.3 Rendimiento de los cultivos

En los Cuadros 4 y 5 se presentan los datos de rendimientos para las dos épocas de siembra de los cultivos utilizados. Con la finalidad de conocer si existe diferencia significativa de éstas producciones se realiza el respectivo análisis estadístico como se puede ver en los Cuadros A7 y A8.

Se presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para los rendimientos de maíz en grano con las dos épocas de siembra; en cambio, para frijoles solamente significativo ($P \leq 0.05$); para vainita no hay diferencia estadística.

Con la prueba de Duncan en los Cuadros A9 y A10 se observa que los tratamientos que llevan Gmelina más frijol y los que llevan Gmelina más frijol y maíz al espaciamiento de 2x3 m fueron los de mayor producción de maíz y frijol en la segunda época. Con esta misma prueba se observa que los tratamientos; Gmelina más maíz, Gmelina más frijol y Gmelina más frijol y maíz, no presentan diferencia estadística al 5% de probabilidad.

Por otro lado los rendimientos de maíz en la primera época son superiores para los tratamientos que llevan Gmelina más frijol (o vainita) más maíz y los de menor producción son los que llevan únicamente Gmelina más maíz según el Cuadro 5. En la segunda época, existe diferencia significativa al 5% de probabilidad cuando comparamos los cuatro tratamientos con maíz y se observa que el tratamiento con Gmelina más maíz y al espaciamiento 2x3 m es superior a los otros tres en cuanto a rendimiento de grano.

Cuadro 4. Rendimiento de vainita (var. Extender) y de frijol común (var. Turrialba-4) para las dos épocas de siembra.

Trat.	Clave	FRIJOL VAINITA (1a. época)		FRIJOL COMUN (2a. época)	
		Kg/parcela	Kg/ha.	Kg/parcela	Kg/ha.
3	G+F	30.111	4,182	5.200	722
4	G+M+F	28.070	3,899	4.413	613
7	G+F	27.431	3,809	6.750	938
8	G+M+F	26.270	3,649	5,392	747

Cuadro 5. Rendimiento de maíz en grano al 14% de humedad (var. Tuxpeño-1) para las dos épocas de siembra

Trat.	Clave	MAIZ (1a. época)		MAIZ (2a. época)	
		Kg/parcela	Kg/ha.	Kg/parcela	Kg/ha.
2	G+M	12.920	1,794	8.391	1,165
4	G+M+F	14.262	1,981	4.294	596
6	G+M	11.523	1,600	12.153	1,688
8	G+M+F	14.100	1,958	8,560	1,189

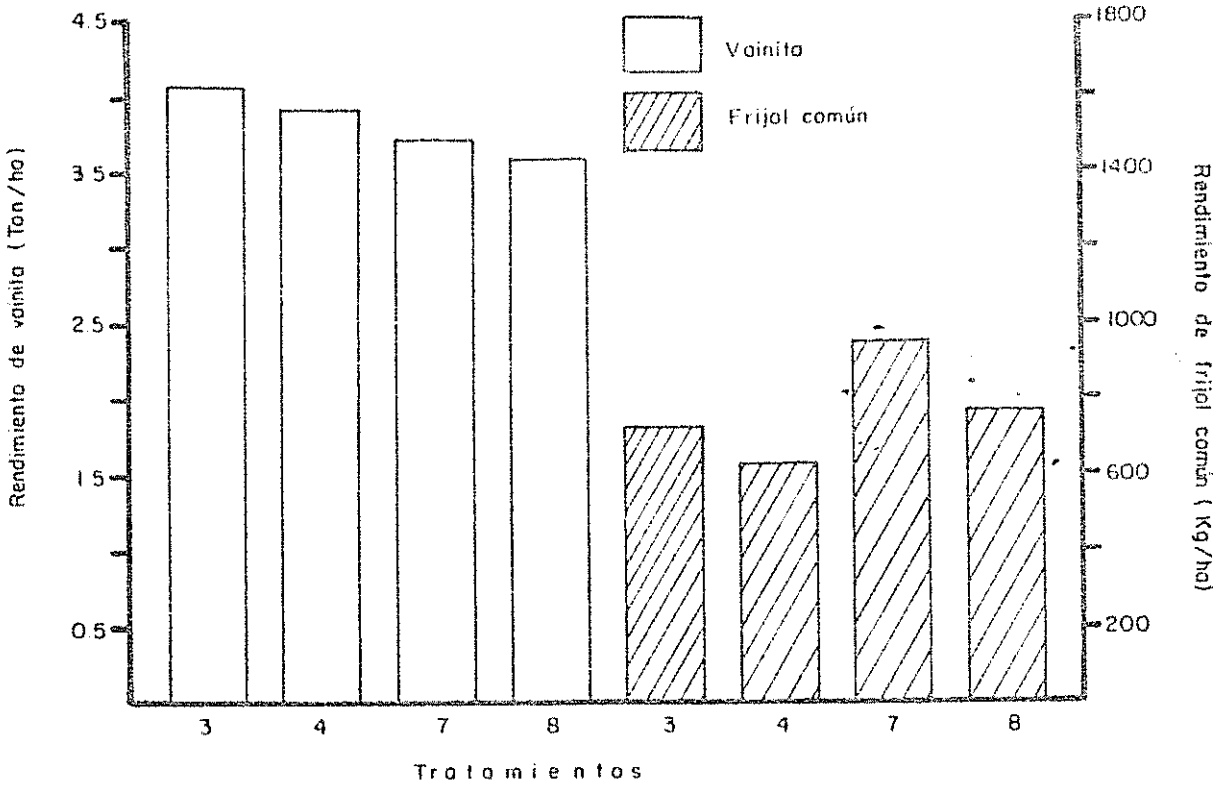


Figura 18 Rendimiento de vainita (1a. época) y frijol común (2a. época) asociado con Gmelina

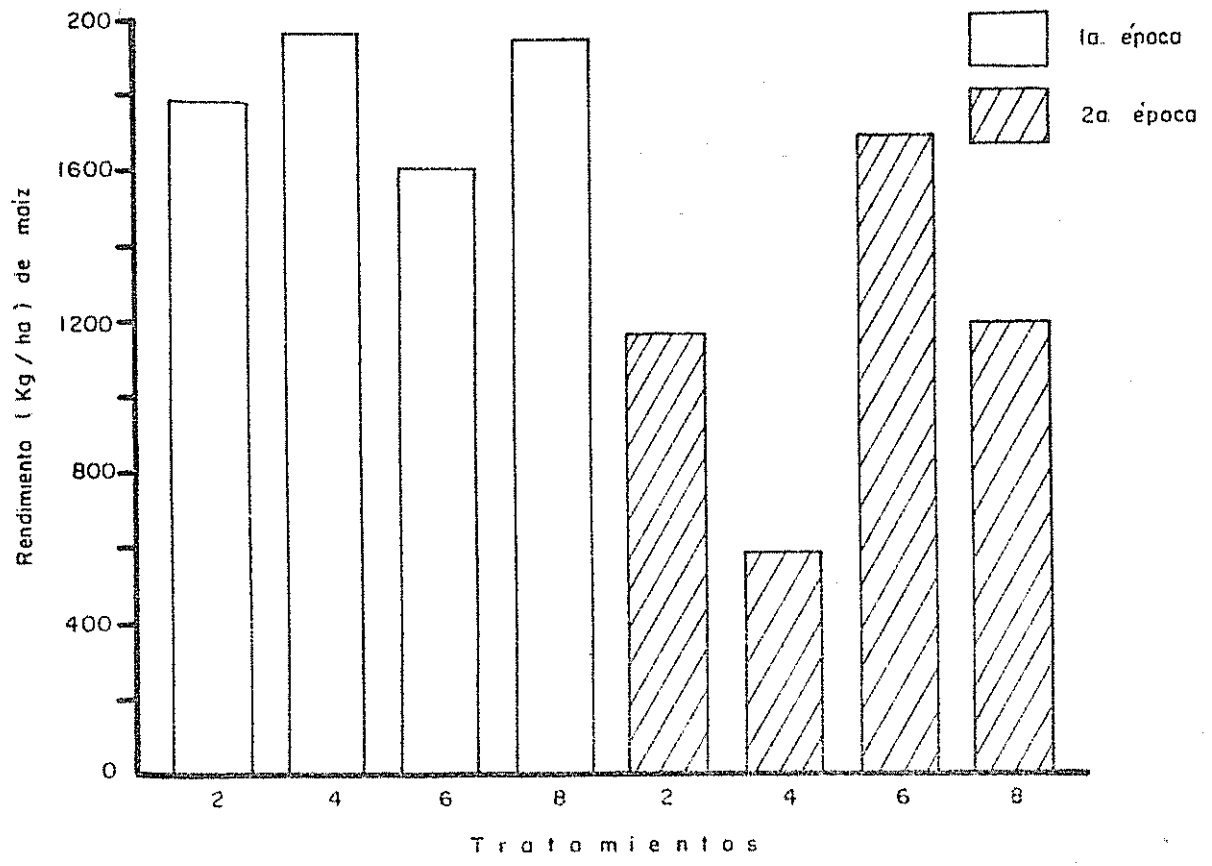


Figura 19 Rendimiento (Kg/ha) de maíz en dos épocas de siembra asociada con Gmelina

En general los rendimientos de maíz en grano en la primera época fueron superiores a los de la segunda época.

Los rendimientos totales de vainita, frijol común y maíz son mayores para el sistema tricultural que para el bicultural (72, 75). Las Figuras 16 y 17 muestran los rendimientos de los cultivos utilizados en la presente investigación.

4.8.4 Producción de biomasa de los cultivos

Los rendimientos de biomasa total mostraron diferencia significativa, por efecto de los tratamientos para vainita y frijol común (Cuadros A11 y A13); también se encontraron diferencias significativas para maíz en la segunda época como se aprecia en los Cuadros 12 y 14. Con el análisis estadístico en los Cuadros A11 y A12 y con la prueba Duncan en los Cuadros A13 y A14 se puede ver esta significación. Para frijol que se sembró en la segunda época, la mayor producción de biomasa corresponde al espaciamiento forestal mayor de 2x3 m y esto explica que dichos rendimientos aumentan cuando tiene menor competencia por luz y espacio de la especie forestal.

En la primera siembra de maíz no hubo diferencia significativa para la producción de biomasa; pero en la segunda siembra se notan diferencias entre tratamientos y corresponde la menor

Cuadro 6. Biomasa total producida por vainita (1a. época siembra) y frijol común (2a. época de siembra).

Trat.	Clave	FRIJOL VAINITA (1a. época)		FRIJOL COMUN (2a. época)	
		Kg/parcela	Kg/ha.	Kg/parcela	Kg/ha.
3	G+F	13.732	1,907	4.624	642
4	G+M+F	11.910	1,654	3.923	545
7	G+F	15.164	2,106	5.955	827
8	G+M+F	12.610	1,751	4.734	658

Cuadro 7. Biomasa total producida por maíz en las dos épocas de siembra.

Trat.	Clave	MAIZ (1a. época)		MAIZ (2a. época)	
		Kg/parcela	Kg/ha.	Kg/parcela	Kg/ha.
2	G+M	67.192	9,332	26.946	3,743
4	G+M+F	65.841	9,145	11.956	1,659
6	G+M	67.324	9,351	34.765	4,828
8	G+M+F	66.100	9,181	26.862	3,731

producción de biomasa, al tratamiento que lleva Gmelina más maíz y más frijol para el espaciamiento forestal 2x1 m.

En fin la producción de biomasa en la primera siembra de maíz fue de 9145 a 9351 Kg/ha y en la segunda-siembra de 1659 a 3743 Kg/ha según se observa en el Cuadro 7.

4.9 Características físico-químicas del suelo del área experimental

Con el fin de determinar los efectos posibles de los tratamientos en el suelo del área experimental, se tomó muestras de suelo por tratamientos y por bloques al inicio y terminación del experimento.

A continuación se presentan los valores del análisis químico del suelo a una profundidad de 0-25 cm.

Reacción del suelo

Los valores de pH en agua, determinados al inicio y terminación del experimento, indican que hay un ligero aumento en el pH del suelo; al iniciar el trabajo los valores van de 4.1 a 4.5 y al terminar estos varían de 4.6 a 4.8 de pH, indicándonos que el suelo es muy ácido.

Cuadro 8. Características físicas y químicas del suelo del área experimental al inicio y terminación del estudio.

Tratamientos	Textura	pH H ₂ O	M.O %	N Total	C/N	Bases cambiables		P disp.	Relaciones		
						Ca	Mg		Ca/Mg	Mg/K	
						---meq/100 gr---					
1	Arcillosa	4.2	7.6	0.46	9.6	2.67	1.08	0.12	4.0	2.47	9.00
2	Arcillosa	4.5	7.4	0.45	9.6	3.57	1.52	0.08	4.0	2.35	19.00
3	Arcillosa	4.1	8.0	0.44	10.6	2.60	0.87	0.08	4.0	2.99	10.90
4	Arcillosa	4.1	8.1	0.42	11.2	2.89	0.99	0.14	4.0	2.92	7.07
5	Arcillosa	4.2	6.8	0.38	10.4	1.73	0.59	0.13	4.0	2.93	4.54
6	Arcillosa	4.3	5.0	0.32	9.2	2.40	0.80	0.12	4.0	2.80	6.20
7	Arcillosa	4.1	7.2	0.34	11.8	2.60	0.90	0.14	4.0	1.90	5.52
8	Arcillosa	4.4	6.4	0.40	10.4	3.20	0.88	0.15	4.0	2.10	6.10
1	Arcillosa	4.8	10.5	0.46	13.3	4.58	1.99	0.27	6.0	2.30	7.40
2	Arcillosa	4.8	6.4	0.32	11.6	3.42	1.41	0.19	7.0	2.43	7.40
3	Arcillosa	4.8	8.8	0.43	11.9	5.86	2.99	0.18	6.5	1.96	16.60
4	Arcillosa	4.8	8.7	0.41	12.3	5.00	5.34	0.21	7.5	0.94	25.40
5	Arcillosa	4.7	8.3	0.36	13.4	3.47	1.49	0.22	6.0	2.33	6.77
6	Arcillosa	4.6	5.4	0.30	10.5	2.54	1.11	0.20	5.0	2.30	5.60
7	Arcillosa	4.6	7.8	0.35	13.0	3.70	1.40	0.19	6.5	2.64	7.40
8	Arcillosa	4.8	8.8	0.43	11.9	4.95	1.83	0.23	6.0	2.70	7.96

Al iniciar el experimento V - 1977

Al finalizar el experimento IV - 1978

Nitrógeno total y materia orgánica

Al iniciar el experimento el contenido de nitrógeno total va de medio a alto 0.40% y la materia orgánica es alto \bar{x} 7.6%; al finalizar el experimento el contenido de nitrógeno total se mantiene casi constante 0.38% y el contenido de materia orgánica aumenta ligeramente, \bar{x} 8.1%.

Fósforo disponible

El contenido de fósforo disponible tanto al iniciar como al finalizar el experimento es bajo, con valores promedios de 4.0 ppm respectivamente.

Bases cambiables

Los promedios generales para cada uno de los cationes son: Calcio 2.35, magnesio 0.95, potasio 0.10 meq/100 g de suelo al iniciar el experimento, y al finalizar fueron calcio 4.19, magnesio 2.20 y potasio 0.21 meq/100 g de suelo.

El análisis físico del suelo del área experimental fue de textura "arcillosa" en todo el período experimental. Estos análisis se pueden observar en el Cuadro 8.

4.10 Aspecto económico

Durante el período del experimento se llevó un registro

de las actividades y costos realizados tanto con la especie forestal como con los cultivos agrícolas. Mediante los gastos efectuados y los rendimientos obtenidos por hectárea se determinaron los costos de producción y los posibles márgenes de utilidad. No ha sido posible evaluar los productos maderables, hasta que la plantación cumpla con su turno de aprovechamiento.

La metodología que se usó para el análisis económico fue la siguiente:

- a.) Se calcularon los costos de la mano de obra empleada, cuantificada en horas/hombre de los insumos en colones costarricenses, para cada uno de los productos obtenidos en los tratamientos estudiados, a precio de mercado actual.
- b.) Se calcularon los ingresos brutos para la producción obtenida en la finca, a precios de mercado de Turrialba. Es necesario aclarar que no se tomó en cuenta los gastos de transporte de las cosechas de la finca al mercado.
- c.) Se calcularon dos clases de costos de producción; uno de producción experimental y el otro costo de producción comercial. El primero comprende todos los gastos realizados en el experimento, en cambio el segundo no incluye gastos por algunas labores realizadas en el

trabajo, tales como: mano de obra empleada en las mediciones mensuales de los árboles de Gmelina, confección y pintada de rótulos, cercado del área experimental, demarcación de muchas parcelas en el área de trabajo, etc.

- d.) Se cuantificó el margen bruto de ganancia.
- e.) Por último se determinó el ingreso familiar efectivo, sin tomar en cuenta el valor de la mano de obra, puesto que la familia trabaja directamente en el cultivo.

A continuación se presentan los Cuadros 9 al 14 y A15 al A17 con los cálculos económicos para cada uno de los puntos de la metodología empleada.

Cuadro 9. Mano de obra empleada en horas/hombre/ha para determinar los costos de producción tanto experimental como comercial en colones costarricenses.

	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Experimental	1260.01	1808.85	2297.74	2747.73	719.47	1282.21	1834.99	2217.75
Comercial	701.68	1253.30	1805.78	2179.40	461.12	1023.86	1576.64	1959.40

* Ver desglose general de estos costos en el Cuadro A3 del apéndice.

Cuadro 10. Cálculo de los insumos empleados en colones costarricenses por hectárea.

Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7	8
Total	2843.96	2926.72	5422.09	5490.05	1168.00	1251.72	3747.09	3815.05

* Ver desglose general de estos costos en el Cuadro A2 del apéndice.

Cuadro 11. Costo de producción experimental de la plantación forestal para los ocho tratamientos en ¢/ha.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	T R A T A M I E N T O S							
Costos Variables								
Mano de Obra	4725.04	6783.19	8616.53	10303.99	2698.01	4808.29	6881.21	8316.56
Insumos	<u>2843.96</u>	<u>2926.72</u>	<u>5422.09</u>	<u>5490.05</u>	<u>1168.00</u>	<u>1251.72</u>	<u>3747.09</u>	<u>3815.05</u>
T O T A L	7569.00	9709.91	14038.62	15794.04	3866.01	6060.01	10628.30	12131.61
Ingreso Bruto								
Maíz	0	5328.72	0	4636.44	0	5916.24	0	5664.60
Vainita	0	0	12546.00	11694.60	0	0	11427.60	10944.60
Frijol	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>3611.60</u>	<u>3062.50</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>4687.50</u>	<u>3743.00</u>
T O T A L	0	5328.72	16157.60	19393.54	0	5916.24	16115.10	20352.20
UTILIDAD NETA	-7569.00	-4381.19	2118.98	3599.50	-3866.01	-143.77	5486.80	8220.50

Cuadro 13. Ingreso bruto (en \$/ha) de los cultivos asociados con la especie forestal.

CULTIVOS	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Maíz 1a. Cosecha	0	3229.92	0	3564.00	0	2879.28	0	3524.76
Maíz 2a. Cosecha	0	2098.80	0	1072.44	0	3036.96	0	2139.84
Vainita	0	0	12546.60	11694.60	0	0	11427.6	10944.60
Frijol	0		<u>3611.00</u>	<u>3062.50</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>4687.5</u>	<u>3743.00</u>
Total	0	5328.72	16157.60	19393.54	0	5916.24	16115.1	20352.20

Precios comunes en Costa Rica

Maíz : \$0.82/lbra - \$1.80/KG

Frijol : \$2.27/lbra - \$5.00/KG

Vainita: \$1.36/lbra - \$3.00/KG

Nota: El valor de los cultivos agrícolas es variable cambiando de acuerdo a la época del año y de una región a otra. Los valores aquí estimados deben considerarse como promedios y válidos únicamente para la zona de Turrialba.

Cuadro 14. Ingreso familiar efectivo (en \$/ha) para cada uno de los tratamientos estudiados

	T R A T A M I E N T O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Costo de insumos	2843.96	2926.72	5422.09	5490.05	1168.00	1251.72	3747.09	3815.05
Ingreso bruto	0	5328.72	16157.60	19393.54	0	5916.24	16115.10	20352.20
Ingreso familiar	-2843.96	2402.00	10735.51	13903.49	-1168.00	4664.52	12368.01	16537.15

5. DISCUSION

5.1 Análisis de crecimiento de las plantas de Gmelina arborea

En el presente trabajo se han estudiado cuatro sistemas de reforestación con asocio de cultivos y dos espaciamientos para la especie forestal.

El método de preparación por quema redujo considerablemente los costos de establecimiento y mantenimiento del área reforestada y constituye el sistema utilizado por el agricultor. Resultados similares encontraron Avclino Aguirre (5) y Roberto Párraga (68) usando el método por quema, en trabajos experimentales de reforestación ejecutados en Turrialba.

De los resultados obtenidos se pueden concluir algunas de las ventajas y desventajas económicas en cada uno de los tratamientos estudiados, a fin de intentar su aplicación en el planeamiento de programas de reforestación en otras zonas con condiciones similares a las de Turrialba, Costa Rica.

En la especie forestal se midió la supervivencia, crecimiento de altura, diámetros basal y de copa, durante un período de observaciones de diez meses, de mayo 1977 a abril de 1978.

5.1.1 Supervivencia

No obstante el tiempo relativamente seco, que se presentó durante el transcurso de la plantación, con la consiguiente tasa elevada de transpiración y desecamiento de las plantas, los resultados de supervivencia fueron muy satisfactorios para todos los tratamientos estudiados. En el Cuadro 2 se aprecia que los de supervivencia de Gmelina arborea por el método de pseudoestacas para los cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos, fluctúan entre 99.44 y 100.00 por ciento. Se nota claramente que no existen diferencias importantes de supervivencia entre los tratamientos estudiados; esto puede explicarse porque se trata de la misma especie, edad similar y porque durante su desarrollo en el vivero, recibió iguales cuidados. Esta evaluación se hizo al mes de la plantación y hasta los diez meses de edad. El alto porcentaje de supervivencia de Gmelina al trasplante, se debe además de su fácil propagación vegetativa a que las pseudoestacas se sembraron en el mismo día en que fueron extraídas del vivero así como por la buena dotación de lluvias durante los tres primeros meses de la plantación, junio a agosto de 1977. Esta característica de fácil prendimiento al trasplante, hace que Gmelina arborea sea otra especie valiosa de rápido crecimiento para lugares ecológicamente similares a las condiciones en que se llevó a cabo la presente investigación.

5.1.2 Crecimiento en altura de las plantas de Gmelina

De acuerdo a los análisis estadísticos en base a los datos de crecimientos acumulados en altura, a partir de un mes de la plantación y hasta los diez meses de edad, se observa que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad. Esta diferencia se observa tanto para tratamientos como para sistemas, más no así para espaciamientos ni para la interacción de espaciamientos por sistemas.

En los tres primeros meses de la plantación, las diferencias de crecimiento en altura de las pseudoestacas, son bajas entre los tratamientos estudiados, posiblemente se debe al poco cambio que sufren las pseudoestacas al trasplante y porque los cultivos asociados en los tres primeros meses, no afectaron al crecimiento de esta variable. Pero a partir del cuarto mes la significación estadística es constante hasta los diez meses de edad; es decir que el efecto de los tratamientos empieza a ser evidente. El establecimiento de la plantación forestal fue exitoso por el buen desarrollo que presenta y por el método de preparación del área experimental e influenciado por las condiciones favorables del lugar, como: clase de suelo, alta permeabilidad y precipitación adecuada.

En los meses de junio, julio y agosto se registró una precipitación total de 1136 mm o sea un promedio de 380 mm mensuales, que favoreció considerablemente tanto el trasplante de

Gmelina como a la germinación de los cultivos agrícolas asociados. En cambio en los meses de setiembre a diciembre la precipitación bajó hasta 60 mm mensuales, disminuyendo también los crecimientos en altura. En el mes de enero nuevamente la precipitación sube hasta 260 mm y se nota aumentos en incrementos de altura.

En general, en toda la plantación de Gmelina, los crecimientos en altura son bastante altos, ya sea asociada con maíz y/o frijol o sin asocio con un rango entre 2.41 a 3.06 m.

5.1.3 Crecimiento en diámetro basal

Los valores registrados para el crecimiento en diámetro basal de Gmelina, en los ocho tratamientos estudiados a partir de un mes de la plantación, hasta los diez meses de edad, tiene una significación estadística semejante a la de crecimiento en altura como indican los Cuadros A3 y A4. Es posible, que esta diferencia de crecimiento en diámetro basal se debe al efecto de los tratamientos estudiados en la plantación. La diferencia de crecimiento en diámetro basal de las plantas de Gmelina, es consecuencia de la competencia de los cultivos que se asoció, especialmente del maíz, que crece más rápido que la especie forestal. Este efecto de competencia fue evidente durante la primera época de siembra, cuando los tallos de Gmelina si se encontraban más delgados y

menos vigorosos donde estaban asociados con maíz, que cuando los árboles se encontraban creciendo solos o asociados con frijol. En cambio en la segunda época de siembra de los cultivos, el efecto negativo de competencia ya no se observa en los árboles porque a esta edad ya se encuentran más desarrollados que el cultivo de maíz; como se explica en la Figura 13.

El tratamiento que sobresale en crecimiento en diámetro basal es el que lleva Gmelina sola y al espaciamiento 2 x 3 metros alcanzando 9.35 cm; en cambio en el espaciamiento 2 x 1 metros, los crecimientos en diámetros solo alcanzan 7.23 cm, pero presentan fustes más rectos y más altos que en el espaciamiento anterior. En el asocio de vainita en la primera siembra, y frijol común en la segunda, no se detectó ningún efecto negativo sobre el desarrollo normal de los árboles.

La correlación del crecimiento en diámetro basal, es altamente significativa con el crecimiento en altura a los diez meses de edad, como se observa en la Figura 16.

5.1.4 Crecimiento en diámetro de copa

De acuerdo con el análisis estadístico para los valores registrados para el crecimiento en diámetro de copa para todo el período experimental, se observa que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad para el crecimiento de esta variable

durante los diez meses de observaciones, con excepción del mes de noviembre en que se realizó una poda general a todos los árboles de Gmelina.

A los cuatro meses de haber instalado la plantación se realizó el desbrote de las pseudoestacas, y a los seis meses de edad se efectuó la poda de las cuatro primeras ramas; estas prácticas silviculturales antes mencionadas no afectaron a los resultados ya que siguió manteniéndose la diferencia significativa para el crecimiento del diámetro de copa entre los tratamientos estudiados, como se observa en el Cuadro A5.

La poda se realizó con dos fines: para que los cultivos agrícolas aprovechen mejor la luz y para inducir el crecimiento vertical u ortotrópico de la especie forestal. Esta especie se caracteriza por tener un crecimiento plagiotrópico a causa de sostener ramas gruesas en la parte baja del tallo y que a medida que desarrolla el árbol el fuste se va deformando.

Existe diferencia altamente significativa entre tratamientos y sistemas, más no así para espaciamientos ni tampoco para la interacción de espaciamientos por sistemas; como se puede ver en el Cuadro A5. La prueba de Duncan, permite determinar que los tratamientos de mayor crecimiento de copas corresponden al espaciamiento 2 x 3 metros, a pesar de haberse podado. El dosel de los árboles al espaciamiento 1 x 2 m se cerró al 100% a los diez meses de edad para todos los tratamientos, en cambio en el

espaciamiento 2 x 3 metros el cierre del dosel llegó a un 80% aproximadamente. Los árboles de Gmelina, se caracterizan por tener una copa muy amplia y densa, impidiendo de esta manera producir más de dos siembras de maíz, aunque para frijol podrían obtenerse más de dos siembras.

5.2 Espaciamientos

En los espaciamientos 2 x 1 m y 2 x 3 m usados en la plantación de Gmelina, se observó que hasta los diez meses de edad, las diferencias de crecimiento de las variables altura, diámetro basal y de copa son mínimos, pero se nota que para esta última variable los dos meses finales de observación presentan significación estadística para la fuente de variación espaciamientos. En general es posible que la significación en espaciamientos no aparezca hasta los ocho meses de edad, por ser un período de observación muy corto para detectar el efecto de competencia por espacio, según se aprecia en los Cuadros A3, A4 y A5. Se observó que por efecto de los espaciamientos usados en el presente trabajo, los fustes de Gmelina son más rectos y más altos en el espaciamiento 2 x 1 m. También se demostró que en la segunda época de siembra hubo menor incidencia de malezas en el espaciamiento 2 x 1 metros por la alta densidad de la siembra de árboles, disminuyendo de esta manera los costos de mano de obra por

concepto de deshierbos; aunque afectó considerablemente la sombra de los árboles en la producción de los cultivos agrícolas, especialmente del maíz.

5.3 De los cultivos agrícolas

5.3.1 Rendimiento de los cultivos

En general las condiciones de clima durante el período experimental no estuvieron dentro de los límites deseables, especialmente la precipitación. El balance hídrico atmosférico fue negativo en los meses de diciembre y enero, lo cual posiblemente influyó negativamente en los rendimientos de maíz, especialmente en la segunda época de siembra que fue de Noviembre de 1977 a Marzo de 1978. Según Sanabria (78) el cultivo de maíz presenta un período de mayor consumo de nutrimentos y agua comprendido entre los 80 y 110 días en la etapa que corresponde a la formación de frutos.

Los rendimientos fueron mayores para maíz y frijol en la segunda época de siembra cuando estuvieron sembrados solos con Gmelina, en cambio los rendimientos de maíz en la primera siembra son superiores cuando están asociados con frijol. Esto se explica, al observar el beneficio de asocio de frijol y maíz, en cuanto al hábito de crecimiento y requerimientos de luz.

Las variedades de vainita "Extender" y la variedad de

frijol Turrialba-4 de tipo "arbustivas", influyen sobre el crecimiento y rendimiento de maíz; porque al sembrar un número mayor de plantas de frijol por unidad de área y debido a la fijación del nitrógeno que realiza este cultivo, favorece un mejor desarrollo del maíz. Las pruebas son evidentes, cuando se encontraron los mejores rendimientos de maíz en las asociaciones con vainita. Pero a pesar de todo, se puede considerar en forma general, pérdidas insignificantes en los rendimientos de maíz, ya que este cultivo posee una mayor aptitud competitiva que el frijol. En cambio los rendimientos de vainita no difieren entre los tratamientos estudiados.

La influencia de los árboles en el rendimiento de los cultivos agrícolas en la primera época de siembra no fue muy significativa, posiblemente se debe a que los árboles se encontraban todavía pequeños; pero en la segunda época los rendimientos agrícolas bajaron, especialmente el maíz, al ser afectado por la sombra de los árboles; factor observado más claramente en el espaciamiento 2 x 1 metros.

5.3.2 Producción de biomasa

Es importante considerar el factor biomasa por cuanto permite formar una idea clara sobre la capacidad de dominancia de

una planta sobre las restantes sobre todo en la primera época de siembra de los cultivos agrícolas. En aquellos sistemas donde se produce maíz, esta planta por su tamaño superior a vainita y frijol, le permite hacer un mejor uso de la radiación solar, lo cual presenta una mayor capacidad fotosintética, a su vez esto podría representar máxima transformación de producto útil en presencia de otros cultivos.

El sistema de asociación produjo una mayor biomasa total, a pesar de que individualmente los cultivos puros tienden a producir más biomasa que cuando están asociados, según se observa en el Cuadro 6.

Es lógico suponer, que cuando las parcelas son triculturales extraen mayor cantidad de nutrimentos que cuando las parcelas son biculturales o monoculturales; pero es posible que esta extracción se recupere por la gran cantidad de biomasa tanto de los cultivos como de los árboles de Gmelina.

5.4 Características físicas y químicas del suelo

De acuerdo a los resultados de los análisis físico-químicos del suelo, antes y después de realizado el experimento, se puede hacer las siguientes consideraciones:

Como era de esperarse los tratamientos triculturales podrían extraer más nutrimentos que cuando son biculturales o

monoculturales; sin embargo de acuerdo a los análisis no se nota una disminución nutricional del suelo, más bien existe un ligero aumento en el contenido de nutrimentos al finalizar el experimento. Este análisis muestra que los elementos Ca, Mg, K, así como el pH subieron ligeramente por efecto de las cenizas producidas por la quema. Pero éstos valores a medida que avanza el tiempo van disminuyendo por lixiviación o lavado de las bases. El pequeño aumento del P en la fase final, se debe al contenido de materia orgánica en el suelo, dado por la biomasa de los cultivos asociados y al reciclaje del follaje caído de Gmelina arborea; aún la deficiencia de fósforo en el suelo experimental es muy baja. Por último pareciera que la buena permeabilidad, el buen contenido de nitrógeno y de materia orgánica influyeron en un rendimiento aceptable tanto de los cultivos como de la especie forestal.

5.5 Aspecto económico

Para el análisis económico en la presente investigación, se siguió una metodología que permite clarificar las ventajas y desventajas económicas para cada uno de los tratamientos estudiados, a fin de aplicarlos a nivel comercial en áreas de condiciones similares a las que se llevó a cabo el experimento y se pueden hacer las siguientes consideraciones:

Los tratamientos con solamente Gmelina (1G y 5G) alcanzan un costo de producción tanto experimental como comercial del orden de los 4,000 ₡/ha. En cambio para los tratamientos con asocio de maíz, los costos de producción disminuyen, en un 50% para el tratamiento (2 G + M), y para el tratamiento (6 G + M) deja más bien una utilidad de 800 colones/ha. Por último en los tratamientos con árboles más vainita o frijol (3 G + F y 7 G + F) y los tratamientos con árboles más maíz y vainita (4 G+M+F y 8 G+M+F), además que se pagan los costos de producción, dejan una utilidad de 8,000 ₡/ha.

En el Cuadro 14 se presentan los datos del ingreso familiar efectivo, sin considerar la mano de obra, puesto que el trabajo debe ser efectuado por el agricultor y su familia. En este cuadro se nota que para todos los tratamientos que llevan cultivos agrícolas asociados con la especie forestal, hay utilidades positivas hasta el orden de 16,000 ₡/ha.

El cálculo estimado del costo de establecimiento de la plantación de Gmelina arborea, se realiza considerando la mano de obra y los insumos como costos directos y no se ha tomado en cuenta los gastos indirectos tales como: alquiler de la tierra, interés al capital y gastos de administración. Pareciera que uno de los criterios que usan los agricultores pequeños para medir el resultado de su actividad económica, es deduciendo el costo de los materiales del ingreso bruto. Este criterio es el razonamiento normal de los pequeños productores, quienes se preocupan por la

compra de insumos y materiales pero no tanto del mayor o menor uso de su propia mano de obra o de la familia.

A fin de clarificar mejor el análisis económico de la plantación se realizan dos costos de producción, uno que es el costo de producción experimental, considerando todos los gastos efectuados en el experimento, en cambio el costo de producción comercial no incluye gastos por algunas labores realizadas en el trabajo, tales como: mano de obra empleada en las mediciones mensuales de los árboles de Gmelina, confección y pintura de rótulos, cercado del área experimental, demarcación de las parcelas en el área experimental, etc.

Los mayores rendimientos económicos se obtienen con el cultivo de vainita que alcanza de \$11427.60 a 12546.00/ha en la primera época de siembra, sigue frijol común con \$3611.60 a 4687.50/ha en la segunda época de siembra y por último maíz que llega de \$4982.28 a 5790.42/ha como resultado de las dos épocas de siembra. Es posible obtener ganancias a nivel comercial asociando a Gmelina con cultivos de maíz, frijol y vainita. Así por ejemplo el asocio de maíz, frijol y vainita en el presente trabajo, deja una utilidad neta de \$5730.74 a 9189.40/ha. Pero con relación al cultivo de vainita se debe tener mucho cuidado, ya en el presente experimento con una área de 3600 m² se presentan serios problemas de comercialización por haberse saturado la demanda del mercado de Turrialba.

6. CONCLUSIONES

Del estudio sobre el sistema de plantación forestal de Gmelina arborea realizado en las condiciones ecológicas, climáticas y edáficas, bajo las cuales se desarrolló el experimento se puede concluir:

- 1.- La especie forestal Gmelina arborea plantada en Turrialba, presenta excelente supervivencia por el método de pseudoestacas a los 10 meses de edad, pues esta fue de casi 100 por ciento en altura, diámetros basal y de copa son de 2.66 m, 7.16 cm y 1.98 m respectivamente. Esta especie demuestra alta adaptabilidad en la fase experimental.
- 2.- Los espaciamientos estudiados 2 x 1 metros (5000 árboles/ha) y 2 x 3 metros 1650 árboles/ha no mostraron diferencia significativa para altura, diámetro basal y diámetro de copa a excepción del tratamiento de Gmelina sola a 2 x 3 m, que ya demostró diferencia a partir del 30 mes.
- 3.- La variedad de maíz de porte bajo y la variedad de frijol o vainita tipo arbustivo, ofrecen un alto potencial de producción en asoció con Gmelina arborea bajo las condiciones ecológicas donde se realizó el experimento.
- 4.- No se detectaron efectos de importancia por parte de

los cultivos agrícolas sobre el desarrollo normal de la especie forestal.

- 5.- La producción de los cultivos que se asociaron con la especie forestal por el período de 10 meses del experimento, disminuyeron los costos de plantación en los tratamientos con Gmelina más maíz en un 54%, en cambio en los tratamientos de Gmelina con frijol o Gmelina con maíz y frijol cubren los gastos de instalación y mantenimiento, dejando aún utilidades considerables que varían de ₡3500 a ₡8000/ha.

Los mayores rendimientos económicos se obtuvieron cuando se plantaron los árboles con maíz y frijol juntos o sea tricultural, alcanzando una utilidad neta de ₡5730.74 a ₡9189.40/ha.

- 6.- Los rendimientos del cultivo de maíz en grano y su biomasa fue mayor en la primera época de siembra que en la segunda.
- 7.- El asocio de Gmelina con los cultivos de maíz y frijol, se presenta como una alternativa económica interesante para el pequeño finquero, como una forma de repoblar los suelos de capacidad forestal a bajos costos en las zonas húmedas tropicales

7. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental denominado "Florencia Norte" del Programa de Recursos Naturales Renovables del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica.

Los objetivos del presente estudio fueron: obtener información acerca del comportamiento inicial bajo dos densidades de Gmelina arborea sin y con asocio de maíz o frijol, ó con ambos; determinar la influencia de los dos espaciamientos sobre el crecimiento de Gmelina y el rendimiento de los cultivos asociados y por último, comparar los costos comparativos entre los sistemas y espaciamientos estudiados.

Las especies probadas fueron Gmelina arborea combinando la plantación con maíz (Zea mays) y frijol (Phaseolus vulgaris) durante 10 meses.

Se usaron pseudoestacas de Gmelina de 10 a 12 cm de tallo y 20 cm de raíz, que fueron plantadas en las densidades de 5000 árboles/ha (2 x 1 m) y 1650 árboles/ha (2 x 3 m). Para los cultivos asociados se sembró maíz var. Tuxpeño-1 a una densidad de 40000 pl/ha, vainita var. Extender (primera siembra) y frijol común var. Turrialba-4 a una densidad de 200000 pl/ha.

Fue un diseño factorial (4 x 2) en Bloques Completos al Azar con cinco repeticiones, para comparar los cuatro sistemas de reforestación y los dos espaciamientos.

Se determinó la supervivencia en %, la altura total, diámetro basal a 5 cm del suelo y diámetro de la copa.

Se analizaron estadísticamente los resultados, habiéndose observado que en lo que se refiere a supervivencia la Gmelina, alcanzó casi el 100 por ciento.

En relación a la altura, no se observaron diferencias significativas para espaciamientos, ni para la interacción de espaciamientos por sistemas, habiendo significación para sistemas, con una altura media de 2.03 a 2.41 m. Respecto al diámetro a 5 cm del suelo, se observó que el tratamiento con árboles solo fue significativamente superior a los con árboles más maíz y/o frijol, con un diámetro medio de 6.5 a 9.35 cm.

El diámetro de copa tuvo una significación estadística semejante a las variables antes indicadas y tiene un promedio de 1.80 a 2.33 metros.

Con base al análisis económico de los tratamientos que llevan árboles asociados con cultivos agrícolas, producen ingresos familiares positivos.

Se concluye que el sistema agro-silvícola presenta mejores ventajas económicas, por el uso más apropiado del medio ecológico y el aumento de la productividad de los suelos tropicales.

7a. SUMMARY

The present work was carried out in the experimental field known as "Florencia Norte" which is managed by the Natural Renewable Resources Program of the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE) in Turrialba, Costa Rica.

The objectives of the study were to 1) obtain information on the growth characteristics of the two different densities of stands of Gmelina arborea with and without associations of corn and beans or both; 2) determine the influence of two spacial arrangements on the growth of Gmelina and yield of the associated crops; and 3) to compare the costs of each system and spacing scheme.

The species that were tested include Gmelina arborea combined with corn (Zea mays) and beans (Phaseolus vulgaris) during a 10 months period. Stumps of Gmelina of 10 to 12 cm of stem and 20 cm of root were planted in densities of 5000 trees/hectare (2 x 1 m) and 1650 trees/hectare (2 x 3 m). For the associated crops the Tuxpeño-1 variety of corn was planted at a density of 40,000 plants/hectare, the Extender (first sowing) variety of string bean and the common bean, Turrialba-4 variety, at a density of 200,000 plants/hectare.

There was a factorial design (4 x 2) in complete blocks at random, with 5 repetitions to compare the 4 systems of reforestation and 2 different spacings.

The percentage of survival, total height, basal diameter at 5 cm above the soil and the diameter of the canopy were determined.

The results were statistically analyzed and it was found that the survival of the Gmelina achieved an almost 100% survival rate.

In relation to height no significant differences were observed between the different spacings nor for the interactions of spacing by systems having significance to them. The average height was 3.03 to 2.41 m. In respect to diameter at 5 cm above the soil, it was observed that treatment with trees was only significantly superior to the trees with corn and/or beans. The average diameter was 6.5 to 9.35 cm.

The diameter of the canopy has statistical significance similar to the variables indicated before and had an average of 1.80 to 2.33 m.

Based upon economic analysis of the treatments of trees and crops, positive domestic incomes can be produced.

It is concluded that agro-silvicultural systems present economic advantages because of the more appropriate use of the land and the increase of productivity of tropical soils.

8. LITERATURA CITADA

1. ACOSTA SOLIS, N. La reforestación artificial en el Ecuador Central. Quito, Escuela Politécnica Nacional, 1954. 85 p.
2. ACEVEDO, J. F. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) asociado con maíz (Zea mays L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 91 p.
3. AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Investigación y Enseñanza, IICA, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1971. 138 p.
4. AGUIRRE CASTILLO, C. Comportamiento inicial de Eucalyptus deglupta Blume, asociado con maíz ("Sistema Taungya") en dos espaciamientos con y sin fertilizantes. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1977. 130 p.
5. AGUIRRE CORRAL, A. Estudio silvicultural y económico del sistema Taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. 96 p.
6. ALVAREZ, L. E. y RICHARDSON, R. W. El frijol ejotero. México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. AGE. Folleto de Divulgación no. 26. 1957. 41 p.
7. ANDRADE, M. E. IICA adelanta sistema de producción agrícola para el trópico. Agroindustria (Costa Rica) 3(15):9-9. 1974.
8. BALLON, C. H. et al. Prospects of Gmelina arborea for pulp and printing paper. Philippine Forests 5(1):12-15. 1971.
9. BENAVIDES, L. A. Comportamiento inicial de tres especies forestales bajo el sistema "Taungya" para las condiciones de paltas. Resumen de Tesis Ing. Agr. FAU (Ecuador) 5(1-2):46-49. 1973.
10. BENE, J., BEALL, H. W. and COTE, A. Trees, food and people; land management in the tropics. Ottawa, International Development Research Center, 1977. 52 p.
11. BLANCO, A. C. Estudio de algunos métodos culturales en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, 1964. 45 p.

12. BUDOWSKI, G. Sistemas de regeneración de los bosques de baja en la América Tropical. *Caribbean Forester* 17:52-75. 1956.
13. _____. La política forestal frente a los programas de colonización. Turrialba, Costa Rica, 1962. 5 p.
14. _____. Sistemas agro-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1978. 29 p. (Mimeo).
15. BRITISH HONDURAS FOREST DEPARTMENT. Annual report for the year 1954. Tegucigalpa, 1955. 25 p.
16. CALZADA, J. Métodos estadísticos para la investigación. 2a. ed. Lima, 1964. pp. 223-231.
17. CASSERES, E. H. y THOMPSON, H. C. Pruebas de variedades de vainicas en Turrialba, Costa Rica. *Turrialba (Costa Rica)* 1(3):144-146. 1951.
18. CASTRO, M. S. Variedades de vainica para el mercado fresco y de exportación. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, 1975. 28 p.
19. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Desarrollo del sistema de producción en el trópico. Turrialba, Costa Rica, 1974. 55 p. (Mimeo).
20. COLMENARES, C. S. y CHACON, F. Pruebas de adaptación de variedades de vainitas (Phaseolus vulgaris L.) en los Valles de Aragua, Venezuela. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science. Tropical Region.* 13:36-45. 1966.
21. CORNER, E. J. H. *Wayside trees of Malaya.* 2a. ed. Singapore, Government Printing Office, 1952. v. 1, 772 p.
22. COZZO, D. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1976. 610 p.
23. CHINTE, F. O. Trial planting of large leaf mahogany (Swietenia macrophylla). *Caribbean Forester* 13:75-84. 1952.
24. DALRYMPLE, D. G. Survey of multiple cropping in less developed nations. Washington, D. C., U.S. Foreign Economic Development Services, 1971.

25. DESIR, S. Interacción entre tipo de crecimiento y densidad de siembra en sistemas de producción de maíz y frijol. Tesis M.S. Costa Rica, CATIE-UCR, 1975. 57 p.
26. DOUAY, J. Gmelina arborea Roxb., monographie. Bois et Forests des Tropiques 48:25-38. 1956.
27. DUNCAN, P. Normas ecológicas para el desarrollo del trópico húmedo americano. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Documento Ocasional no. 11. 1975. 29 p.
28. EICHIER, A. Conservación. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, 1965. pp. 438-439, 514-516.
29. ESPINO, R. F. Productividad de maíz (Zea mays L.) y frijol de costa (Vigna sinensis Endl.) asociado dentro de una plantación forestal en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 78 p.
30. FAIDLEY, L. W. and ESMAY, N. LL. Multiple cropping and the small farmers. Agricultural Mechanization in Asia 4(9): 62-65, IICA, 1967. 3 p.
31. FLINTA, C. M. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de Fomento Forestal no. 15. 1960.
32. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The planting practices in tropical Asia. _____ Forestry and Development Paper no. 8. 1956. 277 p.
33. _____. Tree planting in temperate Asia, Burma, India, Pakistán. _____. Forestry Development Paper no. 14. 1959. 149 p.
34. FOX, J. E. The growth of Gmelina arborea Roxb. (Yemane) in Sierra Leone. Commonwealth Forestry Review 46(2): 138-144. 1967.
35. FREEZAILLAH, C. Y. and SANDRASEGARAN, K. Growth and Southern Hemisphere. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1976. pp. 40-41.
36. GEWALD, N. J. Gmelina arborea, árbol de rápido crecimiento para el trópico. Informe Técnico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, 1977. 14 p.

37. GOLFARI, L. Regiones potencialmente aptas para plantaciones de pinos, y otras coníferas en América Latina. IDIA (Suplemento Forestal) 16:19-49. 1965.
38. GONZALES, M. R. Maderas de Costa Rica, algunas características. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1977. 27 p.
39. GORDON, W. A. Agriculture and forestry. Tropical Agriculture 23(3):171-175. 1956.
40. GREAVES, A. The plantations of Gmelina arborea at Silk Cross Forest Reserve, Belice. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1974. 17 p.
41. HARDY, F. The soils of I.A.I.A.S. area. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1961. 75 p.
42. HARRIS, D. R. The ecology of swidden cultivation in the upper Orinoco rain forest, Venezuela. Geographical Review 61(4):475-495. 1971.
43. HOLDRIDGE, L. R. Curso de ecología vegetal. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1953. 42 p.
44. _____. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1978. 216 p.
45. KING, K. F. S. Agri-silviculture (the Taungya System). Ibadan, University. Department of Forestry. Bulletin no. 1. 1968. 109 p.
46. LAB, A. F. Regeneración artificial en el bosque tropical de tierras bajas húmedas. Unasyuva 22(4):7-15. 1968.
47. _____. Especies maderables de crecimiento rápido en la tierra baja tropical: Gmelina arborea. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín no. 33-34. 1970.
48. LAURIDSEN, E. B. Gmelina arborea; international provenance trials. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Forest Genetic Resources Information no. 6. 1977. pp. 24-38.
49. LAURIE, M. V. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de Fomento Forestal no. 19. 1975. 203 p.

50. LEIVA, C. M. Investigaciones varietales, épocas de siembra y rendimiento de semillas nacional y extranjera en vainicas (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, 1962. 99 p.
51. LEPIZ, I. R. Asociación de cultivos de maíz-frijol. Agricultura Técnica de México 3(3):98-101. 1971.
52. LETOURNEUX, C. Les méthodes de plantations forestières en Asie Tropicale. Organization des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation. Mise en Valeur des Forêts, Cahier, no. 11. 1957. pp. 67-72.
53. MANCINI, H. S. y CASTILLO, A. Observaciones sobre ensayos preliminares en el cultivo asociado de frijol de enredadera y maíz. Agricultura Tropical (Colombia) 16(3):161-166. 1960.
54. MAS, P. S. y BORSA, G. Es posible mediante el sistema Taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales en México. México. Instituto Forestal de Investigación Forestal. Boletín Técnico no. 39. 1974. 47 p.
55. MENDEZ AROCHA, S. L. Máximos rendimientos dependen de la población fijada por el plantador. Hacienda 59(9):42-43. 1964.
56. MOJICA, F. S. Absorción de nutrimentos en la asociación frijol (Phaseolus vulgaris L.), maíz (Zea mays L.) y arroz (Oriza sativa L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 1975. 108 p.
57. METRO, A. Silvicultura. Unasyuva 21(86-87):23-45. 1967.
58. MORENO, R. O., TURRENT, A. F. y NUÑEZ, E. R. Las asociaciones de maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores del plan Puebla. Agro-Ciencia (México) no. 14:103-117. 1973.
59. MORALES, T. S. Sonificación ecológica de Gmelina arborea Roxb. y Eucalyptus globulus Labill. para Perú. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 132 p.
60. MUÑOZ, A. M. Comportamiento inicial de laurel (Cordia alliodora (Ruiz y Pav.) Oken) plantado en asociación con maíz (Zea mays L.) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1975. 72 p.

61. NIGERIA. FEDERAL MINISTRY OF AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES. DEPARTMENT OF FOREST RESEARCH. Annual report for the year 1965-66. Ibadán, 1970. 55 p.
62. _____. Annual report for the year 1975-76. Ibadán, 1976. 213 p.
62. OLAWOYE, O. O. The agri-silvicultural system in Nigeria. Commonwealth Forestry Review 54(161-162):229-236. 1975.
64. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. _____. Cuaderno de Fomento Forestal no. 19. 1975. 203 p.
65. ORLANDO-TOALA, A. Influencia del microclima sobre el comportamiento fisiológico y rendimiento del frijol común y de costa asociados con maíz, yuca y plátano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1976. 135 p.
66. OSENI, A. A. The development of tree crops and timber industries in Nigeria. Ibadan, Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources. Department of Forest Research, 1969. 11 p.
67. PALMER, J. R. Forestry in Brasil: Amazonia. Commonwealth Forestry Review 56(2):125-168. 1977.
68. PARRAGA, R. Costo de establecimiento de plantaciones con Toona ciliata M. Roem. en Turrialba, bajo tres métodos de preparación de sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1972. 65 p.
69. PARRY, S. M. Métodos de plantación en bosques en África Tropical. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de Fomento Forestal no. 17. 1971. 342 p.
70. PEH, T. B. Pulping of Malayan exotic species, Gmelina arborea Roxb. Malayan Forest Research. Institute Forest Department Research Pamphlet no. 44. 1964. 21 p.
71. PADILLA, A. Tipo de planta y distribución de surcos en la producción de maíz-frijol asociados. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1976. 68 p.

72. PEREZ, R., BUSTOS, I. y VIOTIC, A. Efectos de densidad de plantas sobre el rendimiento y algunos de sus componentes en las variedades Tuxpeño crema-1 planta baja y Tuxpeño braquítico-2 de maíz (Zea mays L.). El Botón, México, 1972. 14 p.
73. PINCHINAT, A. M. Rendimiento de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) según la densidad y distribución especial de siembra. Turrialba, (Costa Rica) 24(2):173-175. 1974.
74. POYNTON, R. J. Notes on exotic forest trees in South Africa. South Africa. Department of Forestry, 1957. 135 p.
75. ROCHA, G. G. DE LA. El cultivo de las vainitas. La Chacra (Argentina) no. 43:45-48. 1956.
76. ROSERO, P. Informe de viaje de estudios e investigación a los países centroamericanos de los estudiantes del Departamento de Ciencias Forestales 1972-1973. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 22 p.
77. SAMAPUDDHI, K. Problemas forestales en Tailandia. Unasylya 27(107):20-23. 1975.
78. SANABRIA DE NOJICA, E. Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación frijol-maíz cultivada en solución nutritiva. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975. 79 p.
79. SYNNONTT, T. S. y KEMP, R. H. Elección del mejor sistema silvicultural. Unasylya 28 (112-113). 1976. pp. 74-79.
80. STREETS, R. J. Exotic forest trees in the British Commonwealth Forestry. London, University of Oxford, 1962. 750 p.
81. VEGA, L. Plantaciones de Cordia alliodora en combinación con cultivos agrícolas, una alternativa de manejo en Surinam. Mérida, Venezuela, 1978. 18 p. (mimeo).
82. VERDUZCO GUTIERREZ, J. Posible solución a la agricultura nómada en bosques tropicales: Sistema "Taungya". Bosques (México) 1(2):4-8. 1964.
83. _____. Incremento de las especies valiosas por el sistema Taungya. Bosques (México) 7(1):28-31. 1970.

84. VERDUZCO GUTIERREZ, J. Protección forestal. México, D.F., Patena, 1976. 169 p.
85. WADSWORTH, F. H. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales, Centro y Sur América. Segundo informe anual de la Sección de Forestación del Comité Regional sobre Investigación Forestal. Caribbean Forester Supplement 21(1/2). 1960.
86. WATTERS, R. F. La agricultura migratoria en América Latina. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1971. 342 p.

9. A P E N D I C E

Cuadro Al. Resumen de datos meteorológicos durante el período experimental: Mayo de 1977 hasta abril de 1978.

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)		TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVAS Prom/día	RADIACION Cal/cm ² Total	EVAPORACION (mm) Tanque A	BALANCE HIDRICO ATMOSFERICO (mm)
		Total	Prom./día	Max.	Min. Med.				
1977	Mayo	84.3	30.3	29.0	18.6	23.8	16521	532.9	-53.4
"	Junio	385.0	84.3	27.6	19.0	23.3	13035	434.5	295.1
"	Julio	373.1	62.7	26.6	18.9	22.8	12933	417.2	286.9
"	Agosto	378.2	50.3	27.4	18.3	22.8	15036	485.0	266.5
"	Setiembre	177.5	26.7	27.2	18.5	22.8	12738	424.6	82.4
"	Octubre	225.0	50.9	27.2	18.6	22.9	14457	466.4	127.7
"	Noviembre	182.2	37.0	27.0	18.1	22.6	13695	456.6	82.7
"	Diciembre	74.2	20.4	26.4	17.4	21.9	13104	422.7	19.3
1978	Enero	62.6	38.6	26.1	16.1	20.1	14937	481.8	-39.7
"	Febrero	267.1	79.4	25.4	17.6	20.8	10033	358.3	184.3
"	Marzo	85.3	25.6	26.8	17.6	21.2	12337	398.0	-26.2
"	Abril	50.5	24.3	27.7	17.6	22.1	13810	460.3	-80.5
Total		2345.0					162640	5338.2	1106.5
Promedio		195.4	44.2	27.0	18.0	22.3	13553	444.9	92.2

Cuadro A2. Valores de mediciones de altura, diámetros basal y de copa, en cm, para los cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos de Gmelina arborea hasta los 10 meses de edad

1977

Tratam.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
1	47.30	68.77	81.74	92.43	133.81	167.53	189.41	205.50	255.17	299.67
2	42.93	60.58	69.89	79.05	112.06	141.80	161.07	177.59	219.80	259.69
3	45.95	62.22	76.07	86.51	113.92	151.42	172.56	186.13	231.75	277.42
4	42.36	59.63	73.15	82.87	112.12	142.32	161.79	171.97	209.58	252.28
5	48.25	72.83	86.69	101.60	140.53	177.83	202.52	221.72	268.33	306.80
6	41.48	57.62	66.33	75.18	101.73	129.92	154.25	169.50	204.00	242.33
7	42.47	58.54	67.15	77.52	106.29	138.00	157.55	168.33	205.75	244.42
8	40.82	55.35	65.83	74.51	103.25	131.67	148.60	162.70	198.33	241.77

1978

1	29.87	39.21	45.44	57.84	77.56	113.09	119.82	113.16	158.00	194.68
2	23.31	30.39	37.71	44.53	68.64	94.85	104.40	113.73	138.38	180.04
3	26.01	31.68	37.73	47.70	72.05	107.02	116.39	128.52	153.02	200.41
4	23.49	29.52	36.65	43.90	74.61	107.70	102.74	112.52	137.33	180.17
5	32.41	41.62	50.73	60.83	94.50	140.84	151.87	171.02	210.31	233.55
6	20.50	26.17	32.38	42.50	70.42	102.48	108.90	123.03	161.98	199.88
7	22.95	30.57	37.25	39.95	62.80	104.23	113.00	127.35	164.73	201.47
8	21.53	28.22	33.73	39.05	69.02	106.08	109.73	117.95	152.95	194.05

1	1.36	1.60	1.81	2.21	3.16	4.20	4.76	5.67	6.66	7.23
2	1.09	1.31	1.46	1.64	2.33	3.59	4.21	5.04	5.79	6.53
3	1.32	1.49	1.65	1.91	2.83	3.86	4.51	5.28	6.18	6.76
4	1.09	1.31	1.48	1.65	2.59	3.66	4.18	4.93	5.74	6.31
5	1.53	1.77	2.04	2.49	3.07	4.91	5.67	6.87	8.22	9.35
6	1.07	1.23	1.38	1.66	2.65	3.60	4.25	5.18	6.20	7.16
7	1.15	1.36	1.52	1.59	2.41	3.65	4.28	5.12	6.15	7.15
8	1.11	1.25	1.44	1.59	2.45	3.67	4.22	5.05	5.88	6.79

Cuadro A3. Análisis de variancia para el crecimiento en altura de Gmelina arborea en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad.

CUADRADOS MEDIOS DE ALTURA PROMEDIO DE 10 FECHAS

F.V.	G.L.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Mar.	Abr.
Rept.	4	743.22**	747.18**	1809.39**	1968.05**	2441.65**	2722.82**	3774.89**	3340.43**	3144.65**	3980.52*
Trat.	7	39.55NS	197.67**	249.10NS	445.09*	1008.51**	1461.44**	1735.54**	2125.16**	3295.68**	3405.64*
Espac.	1	19.09NS	50.06NS	137.64NS	91.57NS	252.71NS	411.33NS	300.09NS	224.16NS	994.51NS	1805.13NS
Sist.	3	77.72NS	395.47**	54.66*	829.64*	2112.54**	2959.11**	3535.05**	4349.23**	6668.44**	6653.33**
E x S	3	8.21NS	49.06NS	95.91NS	178.39NS	156.41NS	313.82NS	414.82NS	534.76NS	689.98NS	691.46NS
Error	28	52.35	55.99	166.88	187.16	269.28	429.63	510.26	586.23	762.84	1022.50

* : Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad

** : Indica diferencia significativa al nivel del 1% de probabilidad

NS : Indica que no hubo significancia

Cuadro A4. Análisis de variancia para el crecimiento en diámetro basal de Gmelina arborea en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad.

CUADROS MEDIOS DE DIÁMETRO BASAL PROMEDIO DE 10 FECHAS

F.V.	G.L.	1977										1978			
		Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.				
Rept.	4	0.35**	0.34**	0.45**	0.52**	1.22**	1.31**	1.83**	2.19**	2.46**	2.76**				
Tratm.	7	0.14**	0.18**	0.25**	0.57**	0.47**	1.09**	1.29**	2.03**	3.26**	4.44**				
Espac.	1	0.00NS	0.01NS	0.00NS	0.00NS	0.07NS	0.11NS	0.35**	1.04NS	2.71*	8.23**				
Sist.	3	0.29**	0.37**	0.53**	1.17**	0.85**	2.05**	2.27**	3.50**	5.43**	5.96**				
E x S	3	0.05NS	0.04NS	0.07NS	0.15NS	0.23NS	0.47NS	0.62NS	0.89NS	1.28NS	1.65*				
Error	28	0.03	0.04	0.05	0.08	0.10	0.26	0.33	0.38	0.46	0.54				

* : Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad

** : Indica diferencia significativa al nivel del 1% de probabilidad

NS : Indica que no hubo significancia

Cuadro A5. Análisis de variancia para el crecimiento del diámetro de copa de Gmelina arborea en cuatro sistemas de reforestación y dos espaciamientos hasta los 10 meses de edad.

CUADROS MEDIOS DE DIAMETRO DE COPA PROMEDIO 10 FECHAS

1977 1978

F.V.	G.L.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Rept.	4	204.92**	279.79**	427.68**	577.74**	581.60*	2466.34**	1352.57**	955.08NS	687.57NS	1566.83NS
Trat.	7	86.62**	145.33**	187.60**	327.43**	448.72NS	934.10*	1221.44**	1746.59**	2600.09**	1394.45NS
Espac.	1	17.46NS	11.14NS	7.34NS	85.75NS	9.36NS	599.85NS	1007.61NS	1651.99*	6662.34**	3390.02*
Sist.	3	179.12**	316.94**	383.20**	683.87**	707.92**	1480.66*	1926.81**	2783.31**	3004.73**	1505.36NS
E x S.	3	17.17NS	18.45NS	51.86NS	52.21NS	335.97NS	498.95NS	587.34NS	741.39NS	841.37NS	618.35NS
Error	28	17.67	38.05	53.87	73.23	154.69	342.67	327.46	392.92	477.53	750.42

* : Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad

** : Indica diferencia significativa al nivel del 1% de probabilidad

NS : Indica que no hubo significancia

Cuadro A6. Pruebas de Duncan para comparar los promedios mensuales de las variables altura, diámetros basal y de copa en Gmelina arborea.

FECHA	TRATAMIENTOS	ALTURA (cm)	DIAMETRO BASAL (cm)	DIAMETRO DE COPA (cm)
Julio	1	47.30 a	1.36 ab	29.87 ab
	2	42.92 a	1.09 c	23.31 c
	3	45.95 a	1.32 abc	26.01 bc
	4	42.36 a	1.09 c	23.49 c
	5	48.25 a	1.53 a	32.41 a
	6	41.48 a	1.07 c	20.95 c
	7	42.47 a	1.15 bc	22.95 c
	8	40.82 a	1.11 bc	21.53 c
Agosto	1	68.77 ab	1.60 ab	39.21 ab
	2	60.58 bc	1.31 bc	30.39 bc
	3	62.22 abc	1.49 abc	31.68 bc
	4	59.63 bc	1.31 bc	29.52 c
	5	78.83 a	1.77 a	41.62 a
	6	57.62 c	1.25 c	26.17 c
	7	58.45 bc	1.36 bc	30.57 bc
	8	53.35 c	1.23 c	28.22 c
Setiembre	1	81.74 ab	1.81 ab	45.44 ab
	2	69.89 ab	1.46 c	37.71 bc
	3	76.07 ab	1.65 bc	37.73 bc
	4	73.15 ab	1.48 bc	36.65 bc
	5	86.69 a	2.04 a	50.73 a
	6	66.33 b	1.38 c	32.38 c
	7	67.15 b	1.52 bc	37.25 bc
	8	65.83 b	1.44 c	33.73 c
Octubre	1	92.43 ab	2.21 ab	57.84 ab
	2	79.05 bc	1.64 c	44.53 c
	3	86.51 bc	1.91 bc	47.70 bc
	4	82.87 bc	1.65 c	43.90 c
	5	101.60 a	2.49 a	60.83 a
	6	75.18 c	1.66 c	42.50 c
	7	77.52 c	1.59 c	39.95 c
	8	74.51 c	1.59 c	39.05 c

Cuadro A6. Continuación

FECHA	TRATAMIENTOS	ALTURA (cm)	DIAMETRO BASAL (cm)	DIAMETRO DE COPA (cm)
Noviembre	1	133.81 ab	3.16 a	77.56 ab
	2	112.06 bc	2.33 d	68.64 b
	3	113.92 bc	2.83 abc	72.05 b
	4	112.12 bc	2.59 cd	74.61 b
	5	140.53 a	3.07 ab	94.50 a
	6	101.73 c	2.65 bcd	70.42 b
	7	106.29 c	2.41 cd	62.80 b
	8	103.25 c	2.45 cd	69.02 b
Diciembre	1	167.53 ab	4.20 ab	113.09 b
	2	141.80 bc	3.59 b	94.85 b
	3	151.42 abc	3.86 b	107.02 b
	4	142.32 bc	3.66 b	107.70 b
	5	177.83 a	4.91 a	140.84 a
	6	129.92 c	3.60 b	102.48 a
	7	138.00 bc	3.55 b	104.23 b
	8	131.67 c	3.67 b	106.08 b
Enero	1	189.41 ab	4.76 b	119.82 b
	2	161.07 bc	4.21 b	104.40 b
	3	172.56 abc	4.51 b	116.39 b
	4	161.79 bc	4.18 b	102.74 b
	5	202.52 a	5.67 a	151.87 a
	6	154.25 c	4.25 b	108.90 b
	7	157.55 bc	4.28 b	113.00 b
	8	148.60 c	4.22 b	109.73 b
Febrero	1	205.50 ab	5.67 b	133.16 b
	2	177.59 bc	5.04 b	133.73 b
	3	186.13 abc	5.28 b	128.52 b
	4	171.97 bc	4.93 b	112.52 b
	5	221.72 a	6.87 a	171.02 a
	6	169.50 c	5.18 b	123.03 b
	7	168.33 c	5.12 b	127.35 b
	8	162.70 c	5.05 b	117.95 b

Cuadro A6. Continuación

FECHA	TRATAMIENTOS	ALTURA (cm)	DIAMETRO BASAL (cm)	DIAMETRO DE COPA (cm)
Marzo	1	255.17 ab	6.66 b	158.00 d
	2	219.80 bc	5.79 b	138.38 g
	3	231.75 abc	6.18 b	153.02 e
	4	209.58 c	5.74 b	137.33 g
	5	268.33 a	8.22 a	210.31 a
	6	204.00 c	6.20 b	161.98 c
	7	205.75 c	6.15 b	164.73 b
	8	198.33 c	5.88 b	152.95 ef
Abril	1	299.67 ab	7.23 b	194.68 ab
	2	259.69 abc	6.53 b	180.04 b
	3	277.42 abc	6.76 b	200.41 ab
	4	252.28 c	6.31 b	180.17 b
	5	306.80 a	9.35 a	233.55 a
	6	242.33 c	7.16 b	199.88 ab
	7	244.42 c	7.15 b	201.47 ab
	8	241.77 c	6.79 b	194.05 ab

Letras diferentes indican diferencia significativa al 5%.

Cuadro A7. Cuadrados medios y significación de los rendimientos (Kg/parcela) de vainita y frijol común.

F.V.	G.L.	FRIJOL VAINITA	FRIJOL COMUN
		(1a. época)	(2a. época)
		C.M.	C.M.
Repeticiones	4	8.6705	2.1631
Tratamientos	3	12.9938 NS	4.7285 *
Error	12	5.7015	1.0235
Total	19		

* Significativo (al 5% de probabilidad).

Cuadro A8. Cuadrados medios y significación de la producción (Kg/parcela) de maíz en grano al 14% de humedad.

F.V.	G.L.	MAIZ (1a. época)	MAIZ (2a. época)
		C.M.	C.M.
Repeticiones	4	9.4338	6.7850
Tratamientos	3	8.0573 **	51.6160 **
Error	12	1.2661	2.4667
Total	19		

** Altamente significativo (al 1% de probabilidad).

Cuadro A9. Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción total (Kg/parcela) de vainita y frijol común.

Trat.	Clave	FRIJOL VAINITA	FRIJOL COMUN
		(1a. época)	(2a. época)
		Kg/parcela	Kg/parcela
3	G+F	30.111 a	5.200 b
4	G+M+F	28.070 a	4.413 b
7	G+F	27.431 a	6.750 a
8	G+M+F	26.270 a	5.392 ab

Letras diferentes indican diferencia significativa al 5%

Cuadro A10. Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción total (Kg/parcela) en el cultivo de maíz.

Trat.	Clave	MAIZ (1a. época)	MAIZ (2a. época)
		Kg/parcela	Kg/parcela
2	G+M	12.920 abc	8.391 bc
4	G+M+F	14.262 a	4.294 d
6	G+M	11.523 c	12.153 a
8	G+M+F	14.100 ab	8.560 b

Letras diferentes indican diferencia significativa al 5%.

Cuadro A11. Cuadrados medios y significación para la producción (Kg/parcela) de biomasa total de vainita y frijol común.

F.V.	G.L.	FRIJOL VAINITA	FRIJOL COMUN
		(1a. época)	(2a. época)
		C.M.	C.M.
Repeticiones	4	2.3963	1.7143
Tratamientos	3	10.0766 **	3.6930 *
Error	12	1.2878	0.6707
Total	19		

* Significativo (5% de probabilidad)

** Altamente significativo (1% de probabilidad)

Cuadro A12. Cuadrados medios y significación para la producción (Kg/parcela) de biomasa total en maíz.

F.V.	G.L.	MAIZ (1a. época)	MAIZ (2a. época)
		C.M.	C.M.
Repeticiones	4	26.7450	9.7846
Tratamientos	3	2.7691 NS	453.8114 **
Error	12	16.7043	24.7593
Total	19		

** Altamente significativo

NS No hay significación

Cuadro A13. Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción (Kg/parcela) de biomasa total de vainita y frijol común.

Trat.	Clave	FRIJOL VAINITA	FRIJOL COMUN
		(1a. época)	(2a. época)
		Kg/parcela	Kg/parcela
3	G+F	13.732 ab	4.624 b
4	G+M+F	11.910 c	3.923 b
7	G+F	15.164 a	5.955 a
8	G+M+F	12.610 bc	4.734 ab

Letras diferentes indican diferencia significativa al 5%

Cuadro A14. Prueba de Duncan para comparar los promedios de producción (Kg/parcela) de biomasa total en el cultivo de maíz.

Trat.	Clave	MAIZ (1a. época)	MAIZ (2a. época)
		Kg/parcela	Kg/parcela
2	G+M	67.192 a	26.946 b
4	G+M+F	65.841 a	11.946 d
6	G+M	67.324 a	34.765 a
8	G+M+F	66.100 a	26.862 bc

Letras diferentes indican diferencia significativa al 5%

Cuadro A15. Incrementos del crecimiento en altura, diámetros basal y de copa en 4 sistemas de reforestación y 2 espaciamientos de Gmelina arborea hasta los 10 meses de edad.

	TRATAMIENTO	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.
Altura (cm)	1	37	22	13	10	42	34	21	17	49	59
	2	33	18	09	09	33	30	19	17	42	40
	3	36	16	14	11	27	37	22	13	46	45
	4	32	17	13	10	29	30	20	10	38	42
	5	38	25	14	15	39	37	25	19	47	38
	6	31	16	08	09	27	28	24	15	35	43
	7	32	16	09	10	29	32	20	11	37	39
	8	31	13	12	09	29	28	17	14	36	43
Diámetro de copa (cm)	1	27	09	06	13	20	35	07	13	25	37
	2	20	07	08	07	24	26	09	09	25	42
	3	23	06	06	10	25	34	09	13	24	47
	4	32	17	13	10	29	30	20	10	38	42
	5	29	09	09	10	34	46	11	19	39	23
	6	16	06	06	10	28	32	06	14	39	38
	7	20	08	07	03	23	41	09	14	37	38
	8	20	07	06	05	30	37	04	08	35	41
Diámetro basal (mm)	1	3.6	2.4	2.1	4.0	9.5	10.4	5.6	9.1	9.9	5.7
	2	0.9	2.2	1.5	1.8	6.9	12.6	6.2	8.3	7.5	7.4
	3	3.6	1.6	1.4	1.1	2.7	3.7	2.2	1.3	4.6	4.5
	4	3.2	1.7	1.3	1.0	2.9	3.0	2.0	1.0	3.8	4.2
	5	5.3	2.4	2.7	4.5	5.8	18.4	7.6	12.0	13.5	11.3
	6	0.7	1.6	1.5	2.8	9.9	9.5	6.5	9.3	10.2	9.6
	7	1.5	2.1	1.6	0.7	8.2	11.4	7.3	8.4	10.3	10.0
	8	1.1	1.4	1.9	1.5	8.6	12.2	5.5	8.3	8.3	9.1

Cuadro A17. Tiempo empleado en la plantación y mantenimiento de Gmelina arborea Roxb. asociada con maíz (Zea mays L.)
(Phaseolus vulgaris L.) en dos espaciamientos.

Labores	Fecha	HH.	1		2		3		4		5		6		7		8	
			P.	Há	P.	Há	P.	Há	P.	Há	P.	Há	P.	Há	P.	Há	P.	Há
Chapeo o desmonte *	22- 4-77	134	3.35	186.11	3.35	186.11	3.35	186.11	3.35	186.11	3.35	186.11	3.35	186.11	3.35	186.11	3.35	186.11
Rondas cortafuegos *	9- 5-77	12	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67
Quema del área *	10- 5-77	8	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11
Limpieza desechos *	15- 5-77	44	1.10	61.11	1.10	61.11	1.10	61.11	1.10	61.11	1.10	61.11	1.10	61.11	1.10	61.11	1.10	61.11
Cercado área experim.	20- 5-77	36	0.90	50.00	0.90	50.00	0.90	50.00	0.90	50.00	0.90	50.00	0.90	50.00	0.90	50.00	0.90	50.00
Demarcación parc. exper.	24- 5-77	30	0.75	41.67	0.75	41.67	0.75	41.67	0.75	41.67	0.75	41.67	0.75	41.67	0.75	41.67	0.75	41.67
Apertura de hoyos *	25- 5-77	72	2.70	150.00	2.70	150.00	2.70	150.00	2.70	150.00	2.70	150.00	2.70	150.00	2.70	150.00	2.70	150.00
Ext. y trasp. pseudos.	* 12- 6-77	12	0.45	25.00	0.45	25.00	0.45	25.00	0.45	25.00	0.45	25.00	0.45	25.00	0.45	25.00	0.45	25.00
Plantación pseudoestacas	13- 6-77	40	1.50	83.33	1.50	83.33	1.50	83.33	1.50	83.33	1.50	83.33	1.50	83.33	1.50	83.33	1.50	83.33
Siembra de maíz *	14- 6-77	30	-	-	1.50	83.33	-	-	1.50	83.33	-	-	1.50	83.33	-	-	1.50	83.33
Siembra de vainita *	16- 6-77	60	-	-	-	-	3.00	166.67	3.00	166.67	-	-	-	-	3.00	166.67	3.00	166.67
Estacas y rótulos	17- 6-77	12	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67
Control de hormigas *	20- 6-77	2	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78
Deshierbe maíz y vainita	*11- 7-77	57	-	-	1.20	66.67	1.50	83.33	1.50	83.33	-	-	1.20	66.67	1.50	83.33	1.50	83.33
Control diabrotica MyF*	13- 7-77	8	-	-	0.15	8.33	0.15	8.33	0.20	11.11	-	-	0.15	8.33	0.15	8.33	0.20	11.11
la. medición Gmelina	14- 7-77	16	0.60	33.33	0.60	33.33	0.60	33.33	0.60	33.33	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11

Cont.

Cuadro A17. Continuación

Control hormigas *	25- 7-77	6	0.15	8.33	0.15	8.33	0.15	8.33	0.15	8.33	0.15	8.33	0.15	8.33
1a. cos. vainita *	30- 7-77	65	-	-	3.25	180.56	3.25	18.56	-	-	-	3.25	18.56	3.25 180.56
2a. cos. vainita *	3- 8-77	70	-	-	3.50	194.44	3.50	194.44	-	-	-	3.50	194.44	3.50 194.44
Control de hormigas *	6- 8-77	2	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78
Chapeo Gmelina *	13- 8-77	25	0.30	16.67	-	-	-	0.20	11.11	-	-	-	-	-
2a medición Gmelina	15- 8-77	16	0.60	33.33	0.60	33.33	0.20	33.33	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11
3a medición Gmelina	14- 9-77	16	0.60	33.33	0.60	33.33	0.20	33.33	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11
Doblado de maíz *	11-10-77	8	-	0.40	22.22	-	0.40	22.22	-	-	0.40	22.22	-	0.40 22.22
4a medición Gmelina	13-10-77	16	0.60	33.33	0.60	33.33	0.20	33.33	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11
Chapeo Gmelina *	14-10-77	25	0.30	16.67	-	-	-	0.30	16.67	-	-	-	-	-
Desbrote Gmelina *	20-10-77	6	0.23	12.78	0.23	12.78	0.20	12.78	0.20	11.11	0.20	11.11	0.20	11.11
Control hormigas *	8-11-77	2	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78	0.05	2.78
Cosecha de maíz *	9-11-77	30	-	-	1.50	83.33	-	1.50	83.33	-	1.50	83.33	-	1.50 83.33
Segunda siembra de cultivos														
Preparación de parc. *	11-11-77	40	-	-	1.33	73.87	1.33	73.87	-	-	1.33	73.87	1.33	73.87
Siembra maíz *	12-11-77	30	-	-	1.50	83.33	-	1.50	83.33	-	1.50	83.33	-	1.50 83.33
Siembra Frijol *	14-11-77	84	-	-	-	4.20	233.33	4.20	233.33	-	-	4.20	233.33	4.20 233.33
5a medición Gmelina	15-11-77	24	0.90	50.00	0.90	50.00	0.30	50.00	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67
Deshierbe M y F *	12-12-77	57	-	-	1.20	66.67	1.50	83.33	-	-	1.20	66.67	1.50	83.33
Control diabrotica *	13-12-77	8	-	-	0.15	8.33	0.20	11.11	-	-	0.15	8.33	0.15	8.33
6a. medición Gmelina *	14-12-77	24	0.90	50.00	0.90	50.00	0.30	50.00	0.30	16.67	0.30	16.67	0.30	16.67
Chapeo Gmelina *	16-12-77	25	0.30	16.67	-	-	-	0.20	11.11	-	-	-	-	-
Foda de Gmelina *	16-12-77	8	1.50	83.33	1.50	83.33	1.50	83.33	0.50	27.78	0.50	27.78	0.50	27.78
Control de babosas	20-12-77	4	-	-	-	0.20	11.11	0.20	11.11	-	-	0.20	11.11	0.20 11.11

Cont.

