

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de cultivo en callejones de *Leucaena leucocephala* y *Glicicidia sepium*, asociadas con el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Autor: Lissette Rodríguez Rubí.
Asesor: Ing. Javier López Larios
Consultor: Emilio Pérez C. M. Sc.

Managua, Julio 1993.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de cultivo en callejones de Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium, asociadas con el cultivo de maíz (Zea mays).

**Autor: Lissette Rodríguez Rubí.
Asesor: Ing. Javier Lopez Larios.
Consultor: Emilio Pérez C. M. Sc.**

Managua, Julio 1993.

DEDICATORIA

A mis padres, Salvador y Blanca por su gran amor y esfuerzo.

A mi hijito William Alfonso, por su ternura y por ser la fuente de inspiración.

A mi esposo William José, por su paciencia y cariño.

A mis hermanos Salvador Alonso y Jorge Antonio, por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Javier López por su orientación como asesor en este trabajo de Diploma.

Un reconocimiento especial al Ing. Jorge Rodríguez Rubi por su colaboración y sus valiosas recomendaciones.

Al Ing. Emilio Pérez por sus excelentes observaciones como consultor.

A la Ing. Georgina Orozco por sus aportes y consejos.

Mi agradecimiento a Fátima por su amabilidad y a todos las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

Al Proyecto Agroforestería en la ECFOR por el apoyo financiero.

INDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS.....	vii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Cultivo en callejones.....	3
2.2 Efecto del mulch en cultivos agrícolas.....	5
2.3 Componente arbóreo.....	6
2.3.1 <u>Leucaena leucocephala</u>	6
2.3.2 <u>Gliciridia sepium</u>	8
2.4 El cultivo de maíz (<u>Zea mays</u>).....	9
2.5 Simulación del Balance Hídrico sobre el cultivo de maíz.....	10
3. MATERIALES Y METODOS.....	13
3.1 Localización y características del sitio.....	13
3.2 Clima.....	13
3.3 Suelo.....	17
3.4 Descripción del material experimental.....	17
3.5 Diseño experimental.....	18
3.6 Establecimiento del ensayo.....	21
3.6.1 Preparación del suelo.....	21
3.6.2 Medición preliminar de especies forestales.....	21
3.6.3 Siembra del cultivo del maíz.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
4.1 Cultivo de maíz.....	25
4.1.1 Rendimiento.....	25
4.1.2 Biomasa del cultivo.....	31
4.1.3 Altura de la planta.....	35

4.2	Componente arbóreo.....	36
4.2.1	Producción de biomasa.....	36
4.2.2	Variable número de rebrotes.....	39
4.2.3	Variable altura del rebrote.....	40
4.2.4	Variable diámetro del componente arbóreo.....	40
4.2.5	Variable altura del componente arbóreo..	41
5.	CONCLUSIONES.....	42
6.	RECOMENDACIONES.....	44
7.	BIBLIOGRAFIA.....	45
8.	ANEXOS.....	47

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Contrastes ortogonales para la variable rendimiento de la fuente de variación sistema.....	28
Cuadro 2. Cuadrados medios de los contrastes realizados para la variable biomasa.....	32
Cuadro 3. Producción de biomasa del follaje de las especies arbóreas en los tres tipos de fertilización.....	37
Cuadro 4. Producción de biomasa hoja y tallo.....	38
Cuadro 5. Producción de biomasa para tres niveles de fertilización.....	39
Cuadro 6. Diámetro promedio a la altura del pecho de los árboles a diferentes espaciamientos.....	41
Cuadro 7. Altura promedio de los árboles a dos espaciamientos.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización de la Finca Experimental " El Plantel".....	14
Figura 2. Dimensión de parcela útil.....	15
Figura 3. Precipitaciones Estación Masaya - casa 1991... ..	16
Figura 4. Croquis de campo del cultivo en callejones de <u>G. sepium</u> y <u>L. leucocephala</u>	19
Figura 5. Rendimiento de grano de maíz obtenido en los diferentes sistemas de cultivo.....	26
Figura 6. Rendimiento de grano de maíz obtenido en el sistema mulch y en asocio con árboles.....	29
Figura 7. Rendimiento de grano de maíz obtenido en los sistemas monocultivo y en asocio con árboles.....	30
Figura 8. Biomasa del cultivo de maíz obtenido en los diferentes sistemas de cultivo.....	32
Figura 9. Biomasa del cultivo de maíz obtenida en los sistemas de asocio de árboles y mulch.....	33
Figura 10. Biomasa del cultivo de maíz en los sistemas de monocultivo y en asocio con árboles.....	34
Figura 11. Altura de las plantas de centro y de borde en los diferentes sistemas.....	35

LISTA DE ANEXOS

	Página
Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo de maíz.....	47
Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable biomasa del cultivo de maíz.....	47
Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable altura de la planta de borde del cultivo de maíz.....	47
Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable altura de de la planta de centro del cultivo de maíz.....	48
Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable biomasa de la hoja de las especies arboreas.....	48
Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable biomasa del tallo de las especies arboreas.....	48
Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable número de rebrotes de las especies arboreas.....	49
Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable altura de rebrote de las especies arboreas.....	49
Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable diámetro de las especies arboreas.....	50
Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable altura de las especies arboreas.....	50

Rodríguez, R. L. 1993. Evaluación de cultivo en callejones de Leucaena leucocephala (Lam) de Wit y Gliricidia sepium Jacq (Steud), asociadas con el cultivo de maíz (Zea mays).

Palabras claves: Cultivo en callejones, Sistemas agroforestales, Zea mays, Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala

RESUMEN

Los cultivos en callejones consisten en la asociación de árboles (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales, con el potencial de restaurar la fertilidad del suelo y mantener una producción estable sobre el cultivo (CATIE 1986).

El presente trabajo de Tesis se realizó en la finca experimental "El Plantel" propiedad de la Universidad Nacional Agraria (U.N.A). Cuyo objetivo fue evaluar el cultivo de maíz (Zea mays) bajo un sistema de cultivo en callejones, plantado en dos arreglos espaciales, y dos especies arbóreas diferentes.

Se encontró que el mayor rendimiento de grano se obtuvo en la parcela control. La biomasa también tuvo un comportamiento similar al rendimiento, obteniéndose mayores resultados en las parcelas control.

La altura de las plantas del borde y del centro no presentaron diferencias estadísticas significativas.

La biomasa de las especies arbóreas no presentaron diferencias significativas para los diferentes espaciamientos, sin embargo se encontró diferencias entre las especies.

El diámetro de los árboles si mostró diferencias significativas para los diferentes espaciamientos, siendo mayor donde la densidad de los árboles fue menor.

La altura de los árboles no presentó diferencias significativas, al igual que el número de rebrotes y la altura de rebrotes.

1.-INTRODUCCION

En los países del trópico americano ha prevalecido el sistema de producción de monocultivo y agricultura migratoria, estas prácticas han originado la degradación de los suelos y deforestación de los bosques, lo que ha provocado un desequilibrio ecológico de los suelos, deteriorándose así la productividad de las tierras.

Los sistemas agroforestales son una opción para solucionar los problemas de degradación de los suelos y su baja productividad. Kang et al (1981) señalan que los sistemas agroforestales son una alternativa viable para transformar el sistema en una producción sostenida.

En distintas regiones del mundo existen sistemas agroforestales utilizados, creados y adaptados a diferentes características ambientales. Sin embargo, todavía muchos permanecen como iniciativas, en fases de progreso, en evaluación de sus componentes o en identificación y entendimiento de prácticas y técnicas para su desarrollo (Rodríguez, 1992).

Dentro de este contexto se desarrolló el presente trabajo en el cual se evaluaron dos densidades de plantación de dos especies arbóreas leguminosas, asociadas con el cultivo de maíz (Zea mays), el cual se realizó en la finca "El Plantel" de la Universidad

Nacional Agraria, esta finca se encuentra ubicada en una zona que normalmente presenta problemas de mala distribución de precipitación y con evidente degradación de los suelos; siendo los objetivos del estudio:

1. Evaluar el rendimiento del maíz bajo un sistema de cultivo en callejones.
2. Cuantificar la producción de biomasa del cultivo del maíz (Zea mays).
3. Evaluar el efecto de diferentes niveles de fertilización sobre el cultivo de maíz en un sistema de cultivo en callejones.
4. Evaluar la producción de materia seca de Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium en arreglos espaciales diferentes.

2.- REVISION DE LITERATURA.

2.1 Cultivo en callejones.

En diversos estudios se han descrito los cultivos en fajas o hileras, en las cuales los árboles se plantan en líneas o grupos de cultivos (**Alley cropping**). Las especies arbóreas son de producción múltiple (madera, leña, estacas, forraje) y de servicio (sombra, materia orgánica, residuos, cobertura, fijación de nitrógeno). Sobre estas técnicas agroforestales existen experimentos en el IITA (Instituto Tropical de Agricultura Tropical, Ibadan Nigeria) y en el CATIE, Turrialba Costa Rica (Sánchez, 1989).

Las asociaciones árboles-cultivos tiende a simular la vegetación natural, pudiéndose mejorar la eficiencia de sistemas de producción (Holdridge, 1978).

Se ha demostrado que el sistema de cultivo en callejones contribuye a mantener la fertilidad de los suelos y permite obtener rendimientos estables del cultivo asociado. Esto es debido a que existen árboles o arbustos con potencial para restaurar la fertilidad y mantener una producción estable del cultivo (Jiménez 1990).

Kang et al (1981) citado por Escobar (1989) consideran que los cultivos en callejones son una alternativa técnica para la agricultura migratoria de los trópicos húmedos, utilizando hileras de Leucaena leucocephala, Erythrina poeppigiana y Gliricidia sepium ya que se han obtenidos cosechas muy buenas y sostenidas de maíz, frijoles y yuca.

Torrez (1983), indicó que hileras de Leucaena intercaladas con maíz, puede contribuir a mantener la producción del cultivo. Además proporciona leña y mejora el nivel de materia orgánica y nitrógeno del suelo.

Sánchez (1989) mostró que la cobertura producida por árboles de G. sepium y E. poeppigiana disminuye la erosión, mejora las propiedades físicas de los suelos y favorece el ciclaje de nutrimentos.

La utilización de árboles fijadores de nitrógeno, contribuye a favorecer la disponibilidad de este nutrimento para las plantas asociadas (CATIE, 1986).

Diversos trabajos realizados demuestran que el cultivo en callejones, puede contribuir a mantener la fertilidad de los suelos en los trópicos, permitiendo sostener el rendimiento del cultivo asociado a un nivel aceptable, sin aplicación adicional de fertilizantes minerales. Por otro lado este sistema proporciona

condiciones favorables a los microorganismos del suelo, además los surcos de los árboles sirven como barreras vivas que reducen la erosión del suelo (Alavez, 1987).

Con frecuencia los rendimientos del maíz en las parcelas control sin árboles son mayores que en las parcelas con cultivo en callejones. Los rendimientos del maíz se redujeron cerca del 50% en un ensayo con Leucaena leucocephala (IITA 1981; Sánchez 1989).

En el sistema de cultivos en callejones se han utilizado especies leguminosas arbóreas como Leucaena leucocephala y Gliricidia sp asociadas con el cultivo de maíz (Sánchez, 1989).

2.2.- Efecto del mulch en cultivos agrícolas

La aplicación del mulch a cultivos agrícolas procedente de la poda de los árboles asociados, es muy usada en cultivo en callejones (Escobar, 1990).

La aplicación del material de poda de los árboles, en un cultivo en callejones, puede suministrar cantidades significativas de nutrimentos al cultivo asociado, esta cantidad depende de la especie, condiciones del sitio, distancia entre árboles y la frecuencia de podas (Escobar 1990).

En las condiciones de Ibadan Nigeria en una poda de G. sepium (10,000 árboles por ha) después de 2 años, fueron aportados al suelo valores de 126 kg/ha de N, 8 kg/ha de P y 86 kg/ha de K. (IITA 1981; Escobar 1990).

La importancia de una abundante cantidad de biomasa depositada sobre el suelo, ya sea por la poda o por caída natural de las hojas, es que al elevar el contenido de materia orgánica del suelo, se mejora la disponibilidad de nutrimentos y reduce las pérdidas por lixiviación (Alavez, 1987).

Otros estudios han evaluado los efectos del mulch, y se encontró que el mulch influye sobre la regulación del régimen hídrico del suelo, control de erosión y menor incidencia de malezas (Alavez, 1987).

2.3. Componente arbóreo

2.3.1. Leucaena leucocephala.

Conocida también como Leucaena "ipil", "guaje", "yaje". pertenece a la familia Leguminosae (CATIE 1984).

Es una especie de crecimiento rápido y de uso múltiple, cuyo árbol es comúnmente pequeño, raras veces grande. Alcanza alturas comprendidas entre 5 y 20 m, presenta diámetros a la altura del pecho entre 12 y 40 cm, corteza externa lisa a ligeramente

fisurada, de color gris pardusco con abundante lenticelas longitudinales suberizadas (IRENA, 1992).

Esta especie puede ser utilizada como leña, forraje, materiales de construcción, cortina rompevientos y para el mejoramiento del suelo.

Además fija el nitrógeno del aire, lo que ayuda a enriquecer el suelo y beneficia a las plantas vecinas. Su follaje iguala al estiércol en el contenido de nitrógeno y por medio de la caída natural de las hojas lo devuelve al suelo bajo los arbustos (CATIE, 1984).

Meyrat (1983), citado por López (1990), encontró que en plantaciones de *Leucaena* el contenido de nitrógeno y de materia orgánica en el suelo aumenta y ayuda al mejoramiento del horizonte superficial. La materia orgánica mejora las características físicas del suelo, aumentando la aireación, retención de humedad, propiedades aislantes y la capacidad de intercambio catiónico. Al ofrecer una buena cobertura, protege a la superficie del suelo contra la acción directa del sol, lluvia y viento, lo que reduce la evaporación.

2.3.2. Gliricidia sepium

Es una especie nativa de América, se extiende desde México y América Central hasta América del Sur. En Nicaragua se encuentra en la región del Pacífico y región Central, formando rodales naturales (IRENA, 1992).

Gliricidia sepium es un árbol conocido como "madero negro" y "madre cacao". Pertenece a la familia Leguminosae, se introdujo en las Antillas, Africa y Asia, además se ha naturalizado en Filipinas, siendo plantado en el sur de Florida y América del sur (CATIE, 1984).

Gliricidia es utilizado para forraje, leña y madera. También tiene otros usos como: cercas vivas, abonos verdes y sombra para cafetos.

Baggio (1982) citado por López (1990), menciona que la utilización de esta especie es eficiente para restablecer la productividad de la tierra para cultivos anuales utilizando solamente dos años de barbecho. Como leguminosa ayuda a la recirculación de elementos nutritivos aportando materia orgánica al suelo y mejorando su estructura y fertilidad.

Es una especie exitosa para el cultivo en callejones, especialmente por la capacidad de rebrote y la producción de

biomasa. Con este género se han obtenido rendimientos de 15.2 ton/ha/año de materia seca con cinco podas al año y una densidad de 10,000 árboles por hectárea (IITA 1981; Escobar 1990).

En algunos estudios se ha encontrado que tiene una gran capacidad de nodulaciones y acumulación de Nitrógeno en las raíces en comparación con otras leguminosas como Leucaena leucocephala, Dalbergia melanoxylum, Erythrina parcelli, E. variegata y E. glauca (Escobar, 1990).

2.4 El cultivo del maíz (Zea mays)

En América Central el maíz es uno de los cultivos que representa importantes ingresos para el pequeño agricultor y es parte del alimento básico en la dieta de la población. (Navarro 1985, citado por Jiménez 1990).

A nivel mundial el maíz y el arroz ocupan el segundo lugar como alimento básico, por ello la importancia de mejorar su sistema de producción (Sánchez, 1989).

El maíz se cultiva sólo o asociado en las regiones pobladas de Centro América especialmente en la zonas más secas. El maíz es un cultivo de subsistencia y es común encontrarlo en asocio con leguminosas de grano (CATIE, 1985, citado por Jiménez 1990)

La técnica de asociar el maíz con árboles es relativamente nueva, la cual consiste en utilizar la biomasa de árboles o arbustos con potencial para restaurar la fertilidad del suelo y mantener una producción estable del cultivo (Jiménez, 1990).

En América Tropical el área sembrada es de 23.8 millones de hectáreas con un rendimiento de 1.3 ton/ha (Sánchez 1981, citado por Jiménez 1990).

2.5 Simulación del Balance Hídrico sobre el cultivo de maíz

La simulación de balance hídrico, consiste en una representación teórica de los intercambios de agua entre las plantas, el suelo y la atmósfera, este modelo constituye una herramienta para poder interpretar y razonar acerca del problema de la relación agua-cultivo (Rapidel y Maraux 1990). Estos autores señalan que el estudio del balance hídrico conduce a la estimación de la cantidad de agua realmente aprovechada por las plantas (Evapotranspiración Real, ETR) .

La ecuación del balance hídrico es la siguiente:

$$PRE + RIE = ETR + DRE + ESC + VR$$

donde;

PRE = precipitaciones

RIE = riego

ETR = evapotranspiración real

DRE = drenaje

ESC = escurrimiento

VR = variación de la reserva entre dos fechas

A través de este modelo podemos obtener el Índice de Satisfacción Hídrica (I.S.H), que es parámetro de salida del modelo que tiene mayor importancia y utilidad, éste nos permite conocer los índices de satisfacción y necesidades hídricas del cultivo y evaluar su relación con el rendimiento.

El I.S.H es la relación que existe entre la evapotranspiración real y la evapotranspiración máxima ETR/ETM .

donde;

ETR = es la evaporación real de la cobertura vegetal

ETM = es la evapotranspiración máxima que puede tener el cultivo, en caso de presentarse en óptimas condiciones de desarrollo y sin limitaciones hídricas (Rapidel y Maraux 1990).

Según Rapidel y Maraux (1990), los parámetros considerados en este modelo son:

- De suelo: Reserva útil (mm) obtenida de la diferencia entre la humedad a capacidad de campo (CC) y la humedad a punto de marchitez

permanente (PMP) a la profundidad de exploración radicular.

- De clima : precipitaciones diarias en mm y evapotranspiración potencial en mm por pentadas (cada 5 días).

- De cultivo: fecha de siembra, coeficiente de cultivo (Kc) y duración del ciclo vegetativo en días.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización y características del sitio

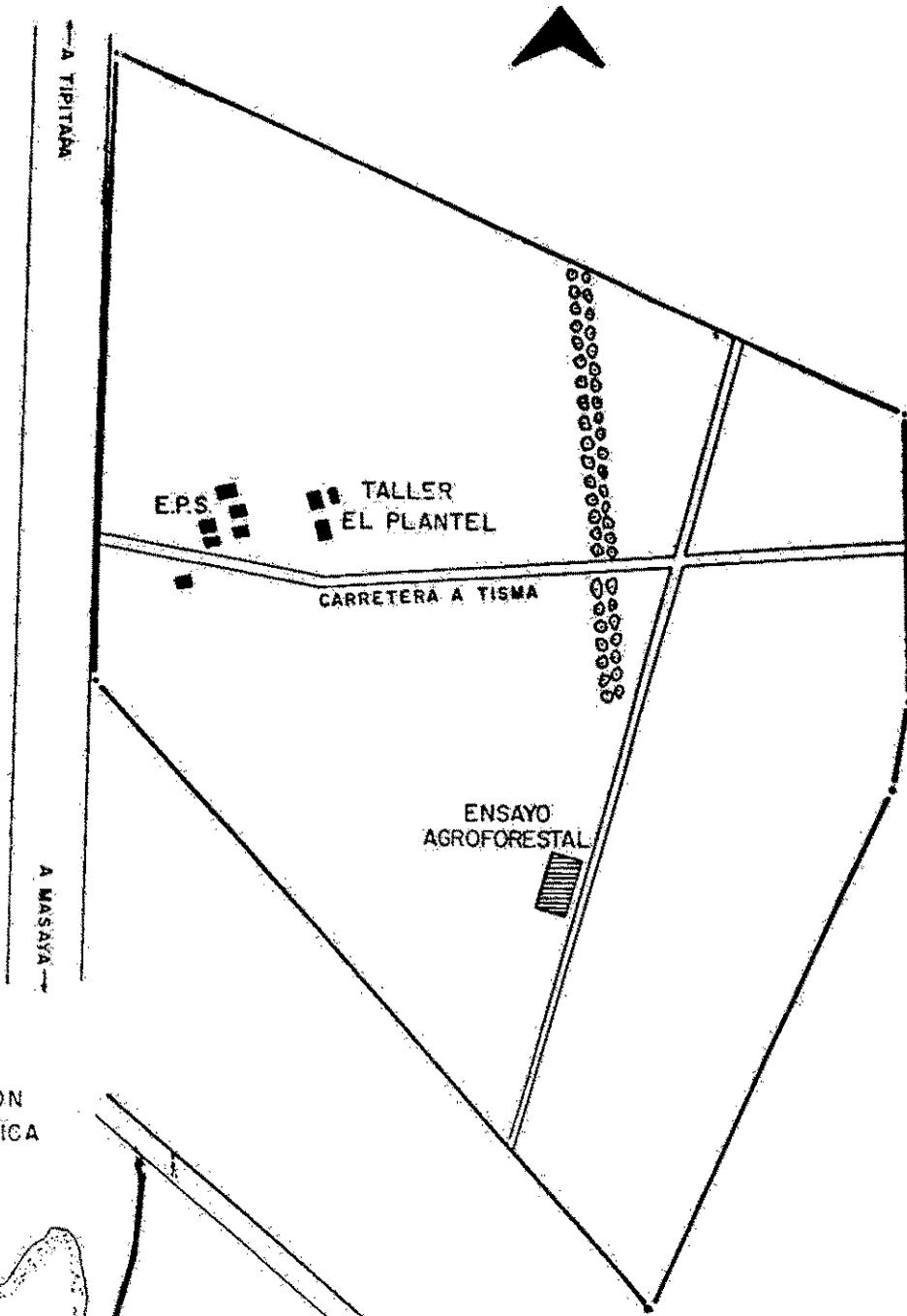
El experimento se realizó en la finca "El Plantel" de la Universidad Nacional Agraria (U N A). La cual se encuentra ubicada en el Km 12 carretera Tipitapa-Masaya (Figura 1), entre los $12^{\circ}06'24''$ y los $12^{\circ}10'30''$ Latitud Norte y entre los $36^{\circ}05'22''$ Longitud Oeste. La superficie total de la finca es 183 Ha (López, 1990).

El área total del experimento es de $8,370 \text{ m}^2$ y el área útil total de $1,620 \text{ m}^2$ con parcelas de 30 m^2 (Figura 2).

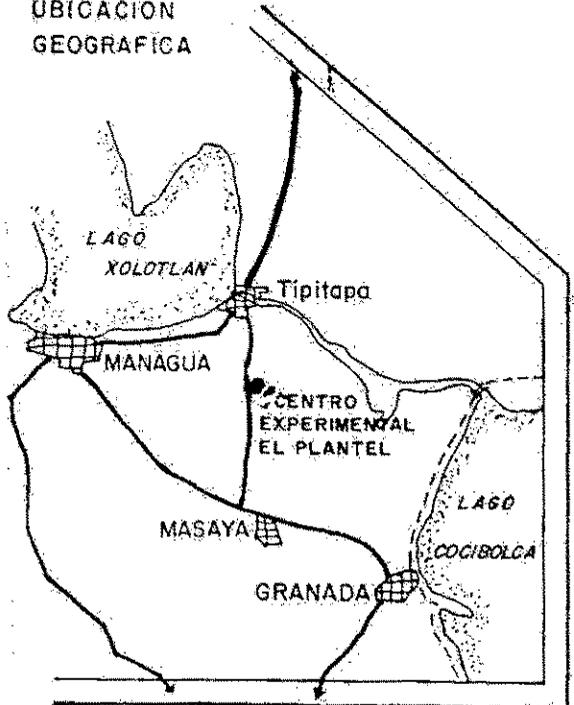
3.2- Clima

El sitio experimental tiene una elevación entre 98-110 msnm y corresponde a una zona de transición entre bosque tropical subhúmedo (Holdridge, 1978; citado por López 1990).

Las lluvias se distribuyen de Mayo a Noviembre, alcanza una media anual de 1100 mm. La temperatura media anual es de 26°C y la humedad relativa media anual de 70% (López, 1990). En la Figura 3, se muestra la gráfica de precipitación (1991).



UBICACION GEOGRAFICA



CENTRO EXPERIMENTAL "EL PLANTEL"

ENSAYO AGROFORESTAL "CULTIVO EN CALLEJONES"

Figura 1. Localización de la Finca Experimental "El Plante".

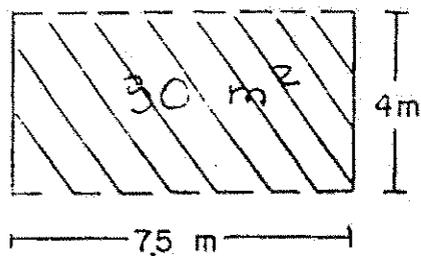
Leucaena leucocephala

Y

Gliricidia sepium

3.75 m X 0.50m

PARCELA UTIL.



A, B, C.

Niveles de Fertilización

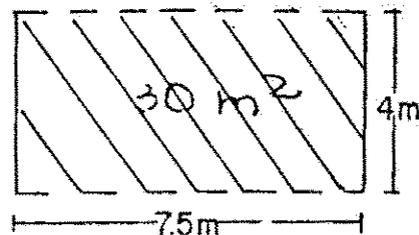
Leucaena leucocephala

Y

Gliricidia sepium

7.5 m X 0.5 m

PARCELA UTIL



AREA TOTAL 1,990 m²

A, B, C.

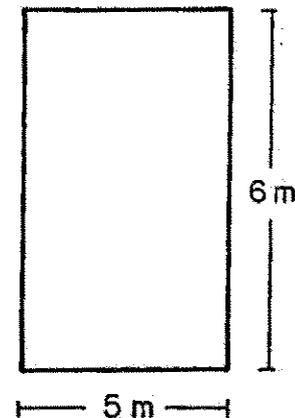
Niveles de Fertilización

MAIZ + MULCH

DE: Leucaena leucocephala

Y Gliricidia sepium

PARCELA UTIL



A, B, C

Niveles de Fertilización

Figura 2. Dimensión de parcela útil.

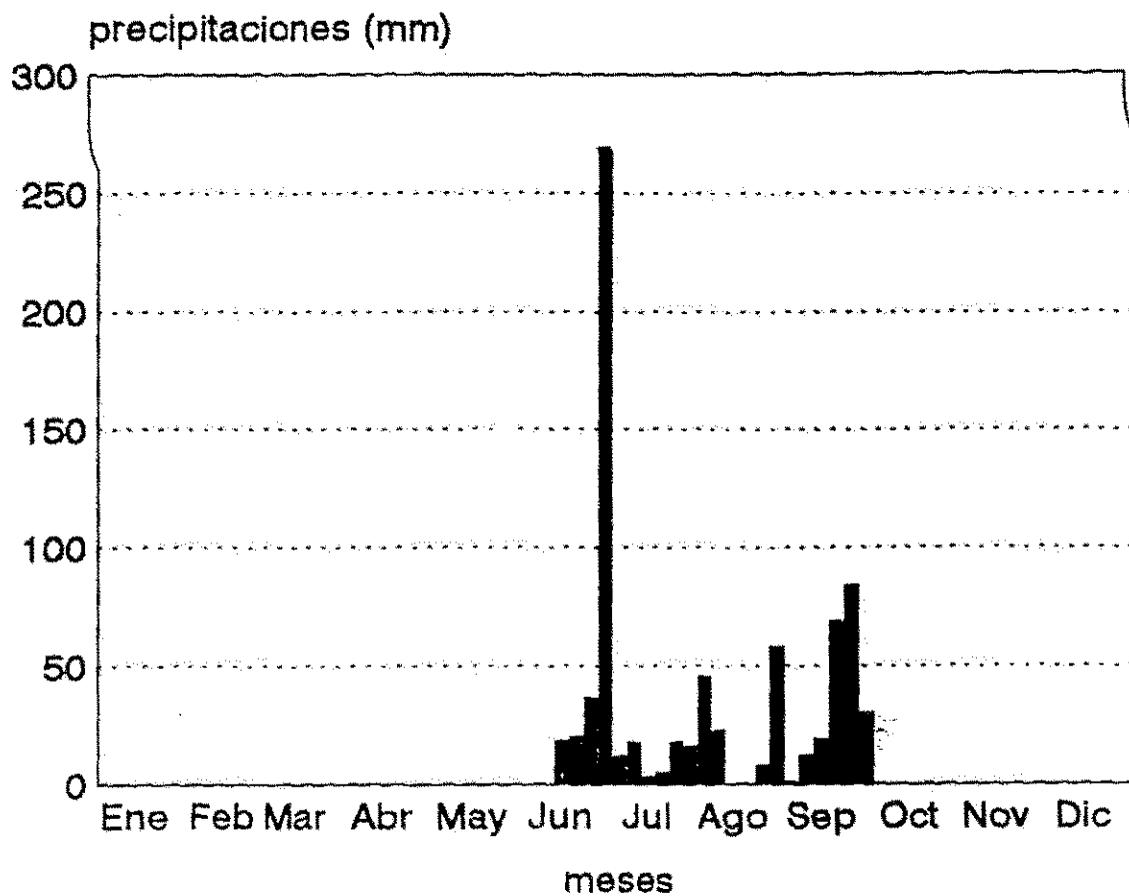


Figura 3. Precipitaciones Estación Masaya-casa 1991.

3.3. Suelo

Estos suelos corresponden a un Udir-Duric Haplostolls (López, 1990). Estos presentan relieves ligeramente inclinados con pendientes de 2-4%, moderadamente profundos (60 a 90 cm), bien drenados y presencia de una capa endurecida (talpetate), con textura fina (arcillo-limoso) en la superficie, y moderadamente fina (franco arcillo limoso) en el subsuelo (Zelaya, 1990).

Los suelos se han desarrollado de cenizas volcánicas que descansa sobre arcilla, toba parcialmente meteorizada o arena y escoria cementada (CATASTRO, 1971).

3.4. Descripción del Material experimental

Las semillas de las especies leguminosas arbóreas fueron suministradas por el banco de semillas del CATIE, siendo Gliricidia sepium procedente de Playa Naranjo, Alajuela (Costa Rica) y Leucaena leucocephala Var K-8 procedente de Hawai (USA).

Gliricidia sepium fue atacado por roedores lo que ocasionó una mortalidad del 33%, razón por la que se recurrió al banco de semillas de IRENA para reponerlas y se trabajó con semillas procedentes de Las Colinas, León, Nicaragua. Las semillas de maíz (Zea mays) Var NB-6 fueron obtenidas de EMPROSEM (Empresa Productora de Semillas).

3.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloque al azar con arreglo en parcelas divididas. En las parcelas grandes se establecieron siete diferentes sistemas de cultivos, y en las parcelas pequeñas se aplicaron tres tipos de fertilización. (Figura 4).

El modelo general utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + I_j + E_{ij} + N_k + IN_{jk} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} : Variable dependiente

M : Media de la población

B_i : Efecto de bloque

I_j : Efecto del factor de la parcela principal (sistema)

E_{ij} : Error experimental asociado a la parcela grande.

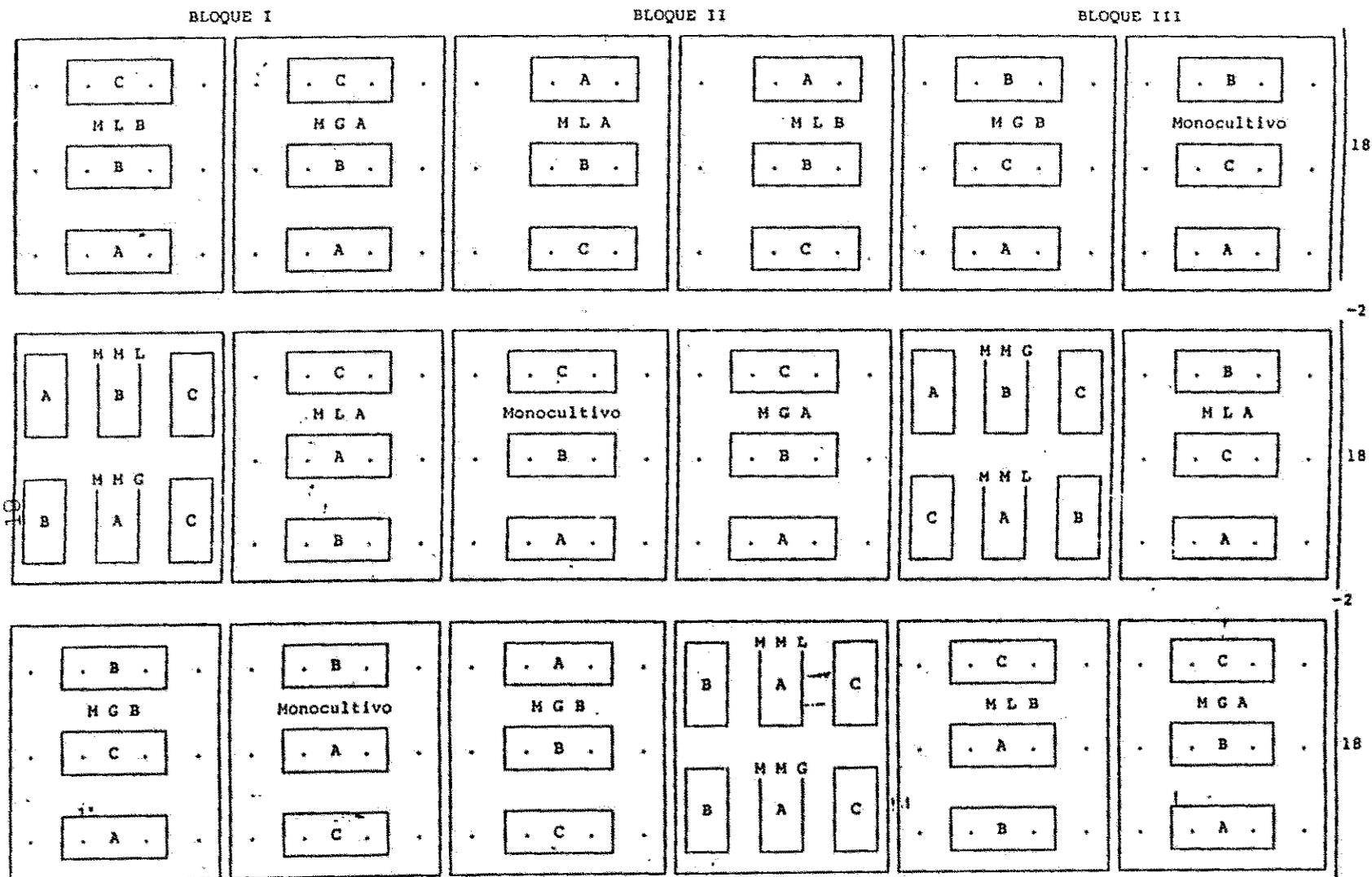
N_k : Efecto del factor de la subparcela (fertilizante)

IN_{jk} : Efecto de la interacción de los tratamientos (j) con los tratamientos (k)

E_{ijk} : Error experimental asociados a las sub-parcelas.

Los sistemas o tratamientos principales utilizados en las parcelas grandes:

1. - C: Control
2. - MGA Maiz asociado con Gliciridia sepium, y distanciamiento A (3.75 m. entre hileras).



A, B y C = Niveles de fertilización
M, L y B = Tratamiento principal

Figura 4 Croquis de campo del Cultivo en Callejones de *G. sepium* y *L. leucocephala*.

3. - MGB Maíz asociado con Gliricidia sepium, y distanciamiento B (7.5 m entre hileras).
4. - MLA: Maíz asociado con Leucaena leucocephala, y distanciamiento A (3.75 m. entre hileras).
5. - MLB: Maíz asociado con Leucaena leucocephala, y distanciamiento B (7.5 m entre hileras).
6. - MML: Maíz + mulch Leucaena leucocephala (1 kg. x m²).
7. - MMG: Maíz + mulch de Gliricidia sepium (1 Kg. x m².)

En las subparcelas se aplicaron tres tipos de fertilizantes:

Nivel A. N100 P100 Ko

Nivel B. N50 P100 Ko

Nivel C. N0 P100 Ko

Estas dosis de fertilizantes se aplicaron en el ciclo anterior. Las dosis se establecieron de acuerdo al análisis de suelo, realizado en el Laboratorio de Suelos de la UNA.

Las dosis utilizadas fueron las siguientes:

Nivel A; 162 kg/ha de Urea, 81 kg/ha de Superfosfato triple, 0 kg/ha de Potasio.

Nivel B; 81 kg/ha de Urea, 81 Kg/ha de Superfosfato triple, 0 kg/ha de Potasio.

Nivel C; 0 kg/ha de Urea, 81 Kg/ha de Superfosfato triple, 0 Kg/ha de Potasio.

No se aplicó Moriato de potasio debido a que en análisis de suelos ya realizados existen altos contenidos de potasio (Zelaya, 1990).

3.6. Establecimiento del ensayo

3.6.1. Preparación del suelo

La primera actividad fue la limpieza del área en estudio, esta se realizó de forma semi-mecanizada. Luego se preparo el suelo en forma semi-mecanizada.

3.6.2. Medición preliminar de las especies forestales

El 15 de Mayo de 1991 se procedió a realizar la medición dasométrica de las especies arbóreas leguminosas Glicicidia sepium y Leucaena leucocephala. Luego se podaron los árboles de L. leucocephala a 1 m de altura. Se procedió a pesar el follaje y ramas, luego se extrajo una submuestra de 300 gr a cada una de las muestras para obtener el peso seco a través de la fórmula

$$PS = PV * (ps.pv)$$

donde;

PS = Peso seco de hojas o tallo.

PV = Peso verde de hojas o tallo.

ps = Peso seco de la hoja o tallo de la submuestra después de secado en horno a 70°C, hasta peso constante.

pv = Peso verde de la hoja o tallo de la submuestra antes de secar.

En el caso de Gliricidia sepium se realizó una poda de forma, debido a que los árboles se encontraban muy pequeños.

Posteriormente se aplicó mulch de Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala el cual fue importado de la finca La Polvosa, Mateare; la aplicación de mulch fue a razón de 1 kg/m² en los tratamientos 6 y 7 en cada una de las parcelas. La poda del follaje de las especies arbóreas se realizó 15 días antes de establecer el cultivo.

3.6.3 Siembra del cultivo de maíz.

El 10 de Junio de 1991 se preparó el terreno que consistió en gradeo, mullido y remoción. Preparada el área, se procedió a la siembra del cultivo de maíz el día 12 de Junio de 1991, en forma manual a razón de 2 semillas por golpe con una distancia entre surco de 0.75 m y entre plantas de 0.20 m

obteniéndose 5 plantas por metro lineal y una densidad de 66,000 plantas/ha.

Se aplicó Furadán a razón de 45 kg/mz para prevenir el ataque de plagas del suelo. La aplicación del fertilizante se realizó al momento de la siembra y luego se realizó una aplicación de insecticida Tamarón a razón de 2 lt/mz cuando aparecieron daños del cogollero (Spodoptera frugiperda).

El control de malezas se realizó con atrazina a los 45 días, después de la siembra, a razón de 20 kg/mz.

A los 20 y 45 días después de la siembra se aplicó la segunda y tercera dosis de fertilización al cultivo de maíz. A los 45 días de establecido se realizó limpieza de malezas. La cosecha se efectuó a los 110 días.

3.7. Variables medidas

En las especies forestales:

- Diámetro (1.30 m)
- Altura
- Número de rebrotes
- Longitud del rebrote
- Biomasa de hojas
- Biomasa de tallo

Todas estas variables fueron medidas en los árboles de cada parcela pequeña.

Para las variables anteriormente mencionadas se realizó análisis de varianza correspondiente a un diseño de parcelas divididas, además se realizaron contrastes ortogonales para cada una de las variables.

En el Cultivo;

- Rendimiento
- Biomasa
- Altura al centro y al borde de la parcela

Todas estas variables fueron medidas en cada una de las parcelas pequeñas.

Para dichas variables se realizó el análisis de varianza correspondiente a un diseño de parcelas divididas.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Cultivo de maíz

4.1.1. Rendimiento

En el análisis de varianza de la variable rendimiento, se observa que no hay efecto de las fuentes de variación (Cuadro 1A). Eceptuando la de sistemas, la cual sugiere que existe diferencia del efecto sobre el rendimiento por los diferentes sistemas utilizados, con un valor $Pr > F$ de 0.10.

Los rendimientos mas altos se obtuvieron en las parcelas control que corresponde a 669 kg/ha en las cuales no existe la presencia de árboles y no les perjudica el efecto de sombra, la absorción de nutrimentos ejercida por los árboles (ver Figura 5).

Los rendimientos obtenidos en los tratamientos con árboles son menores (146 Kg/ha) que en los tratamientos de mulch (368 kg/ha) y parcela control (669 kg/ha). Sin embargo en las parcelas donde la densidad de los árboles es mayor, los rendimientos del maíz fueron menores (Figura 5).

Alavez (1987), menciona que cuando aumenta la densidad de los árboles, reduciendo la separación entre callejones, se obtiene disminución en el rendimiento del cultivo, porque cuando se aumenta la densidad parece que existe mayor competencia de

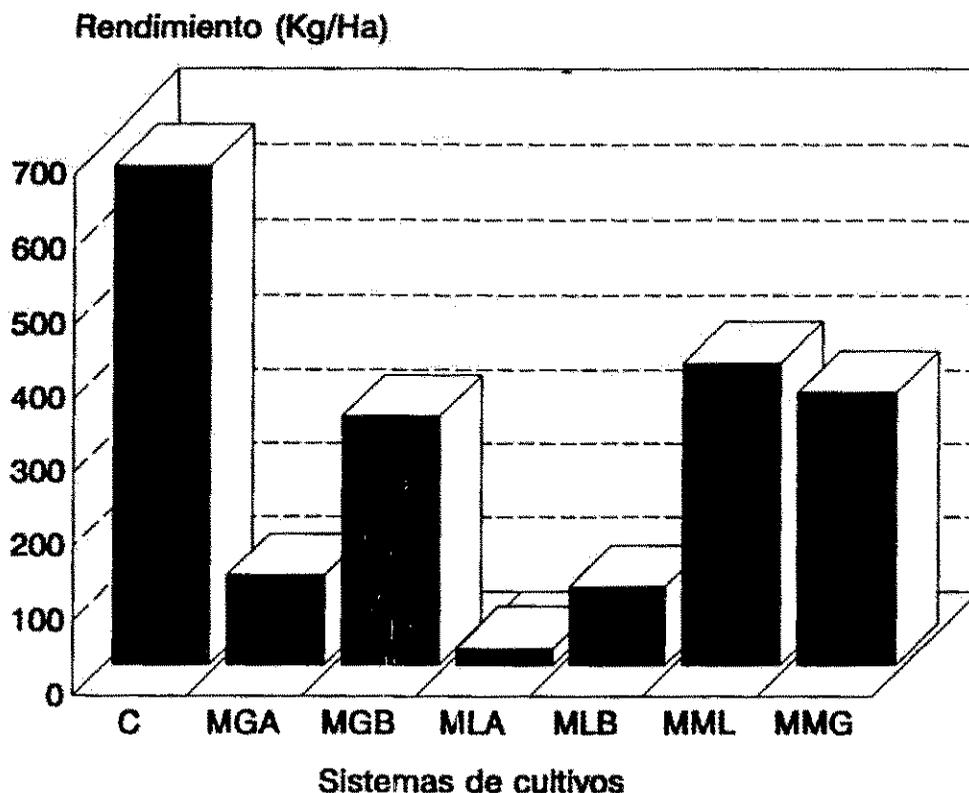


Figura 5. Rendimiento de grano de maíz obtenido en los diferentes sistemas de cultivo.

nutrimentos, luz, caso contrario sucede cuando la densidad es menor.

Estos resultados concuerdan con Jiménez, (1990) quién encontró que a menor densidad de árboles el rendimiento aumenta. Este mismo autor menciona que al aumentar la densidad de los árboles reduciendo la separación entre callejones se obtiene disminución en el rendimiento del cultivo.

Kass et al 1989, señalan que los rendimientos del maíz son sensiblemente más bajos en la época de menor lluvia, a pesar de que la luz, el factor es considerado decisivo para algunos investigadores en el cultivo de callejones, no debe ser limitante para el cultivo.

El déficit de humedad ocurrido durante el desarrollo del estudio posiblemente fue el factor más limitante para la producción de grano y de materia seca total del cultivo del maíz. En la simulación del balance hídrico efectuada para las condiciones del estudio, con ayuda del Departamento de Agrometeorología del Ministerio de Agricultura se estimó la satisfacción de las necesidades hídricas del cultivo en sus diferentes etapas de su desarrollo. Mediante la Simulación de Balance Hídrico del cultivo (Modelo Forest) se encontró que durante el período de floración (entre 40 y 60 días después de la siembra), la satisfacción hídrica del cultivo fue solamente de el 29% esto afecta al rendimiento en el sentido de que los estigmas no tienen la turgencia necesaria para extenderse y salir fuera de la mazorca para ser polinizados, ocasionando un menor número de granos por mazorca.

De manera general la deficiencia de agua en todo el período del cultivo, también puede haber afectado tanto la producción de grano como la de biomasa total del cultivo.

Lo anteriormente expuesto viene a ser reforzado por Rapidel y Maraux (1990) que afirman que el cultivo de maíz, al alcanzar sus fases llamadas críticas (floración), durante un déficit de alimentación hídrica, le provoca efectos depresivos importantes sobre los rendimientos.

Los resultados de los contrastes (cuadro 1) muestran que existe diferencia significativa entre los rendimientos de maíz en el tratamiento con cobertura mulch (368 kg/ha) y los rendimientos obtenidos en árboles asociados con 146 kg/ha.

Cuadro 1. Contrastes ortogonales para la variable rendimiento de la fuente de variación sistemas.

Contrastes	Gl	Rendimiento	Valor F	Pr> f
Arbo vs. Mulch	1	6.36	3.63	0.0810*
Glir vs Leuc	1	2.17 ns	1.24	0.2874ns
Esp en Glir	1	0.90 ns	1.09	0.3180ns
Esp en Leuc	1	0.28	0.16	0.6982ns
Mulch Glir-Leuc	1	0.06	0.04	0.8521ns
Mono vs Calle	1	17.76	10.14	0.0079*

Los rendimientos de maíz obtenidos en el tratamiento con cobertura de mulch resultaron ser mejores que con los árboles asociados. EL mulch proporciona cobertura al suelo, evitando la acción directa de los rayos solares y a la vez disminuyendo la evaporación del agua, contribuyendo a la conservación de la humedad del suelo. De tal forma que la planta tuvo mayor disponibilidad de humedad en el tratamiento de cobertura de mulch.

En la Figura 6 se puede observar la diferencia entre los rendimientos obtenidos en los sistemas mulch y asocio de árboles con el cultivo.

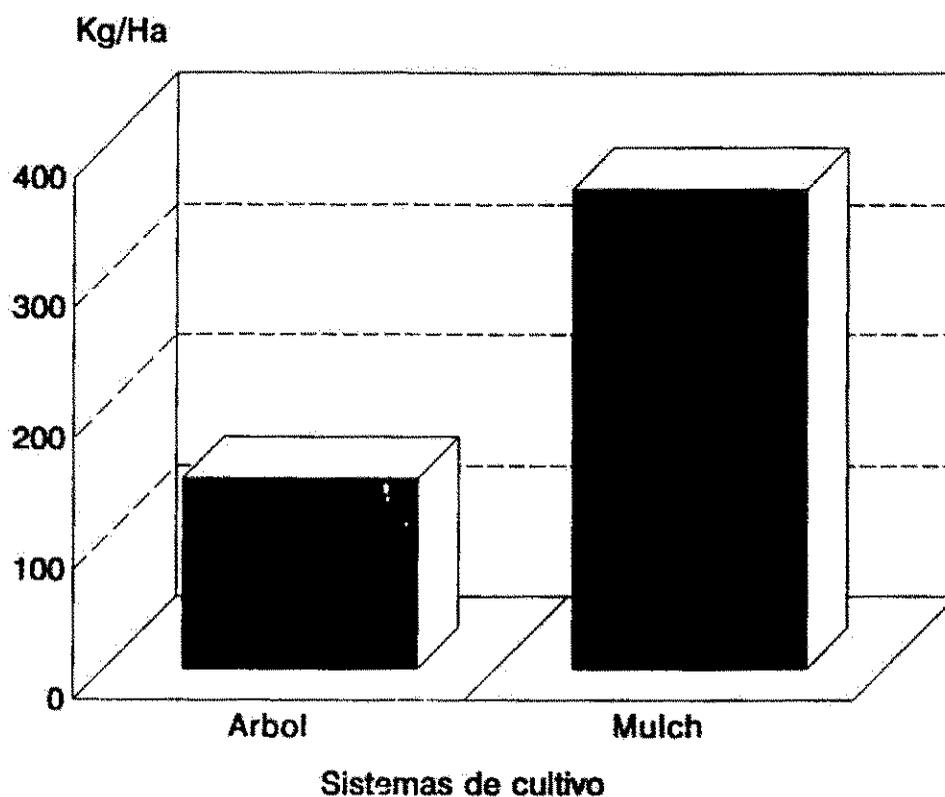


Figura 6. Rendimiento del grano del maíz obtenido el sistema mulch y en asocio con árboles.

También se encontró diferencia significativa entre los rendimientos del monocultivo 481 kg/ha y los del asocio con árboles 146 kg/ha, esto se atribuye a la competencia que ejercen los árboles sobre el cultivo. La Figura 7 presenta los rendimientos de los tratamientos donde existe un sistema de monocultivo vs

callejones, con rendimiento mayor en el monocultivo.

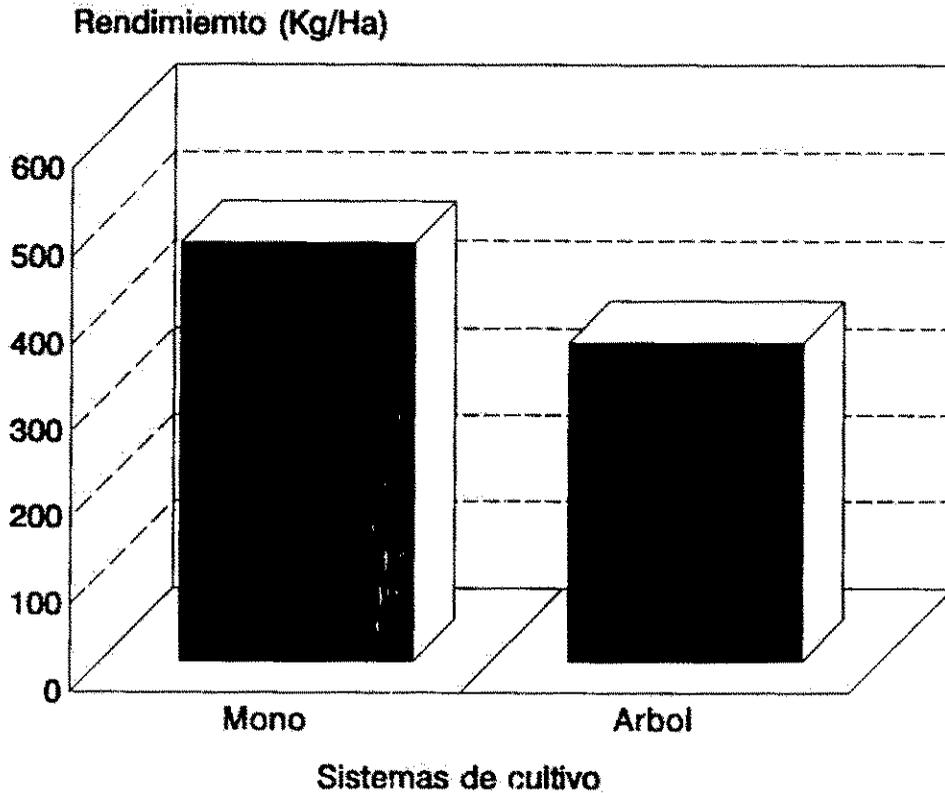


Figura 7. Rendimiento de grano de maíz obtenidos en los sistemas monocultivo y en asocio con árboles.

Con frecuencia los rendimientos de maíz en las parcelas control sin árboles son mayores que en las parcelas en cultivo en callejones (IITA 1981; Sánchez 1989).

4.1.2 Biomasa del cultivo

El análisis de varianza de la variable biomasa se presenta en el Cuadro 2A, donde se observa que la única fuente de variación que sugiere efecto fueron los tratamientos aplicados a los diferentes sistemas con un valor de $Pr > F$ de 0.0659.

En la Figura 8 se muestra la biomasa de maíz obtenida en cada uno de los tratamientos principales. El comportamiento de esta variable fue muy similar a la de la variable rendimiento de grano. Siempre el control presentó los valores mas altos (1375 kg/ha) y también se observa claramente los valores inferiores de biomasa en las parcelas de asocio con los árboles (584 kg/ha).

Por otro lado los contrastes (Cuadro 2) confirman lo antes mencionado, encontrándose diferencia significativa entre la biomasa de las parcelas de asocio con árboles (584 kg/ha) y la que utilizó mulch (1035 kg/ha). También se encontró diferencia entre la biomasa utilizando monocultivo (1142 kg/ha) y asocio de árboles (584 kg/ha).

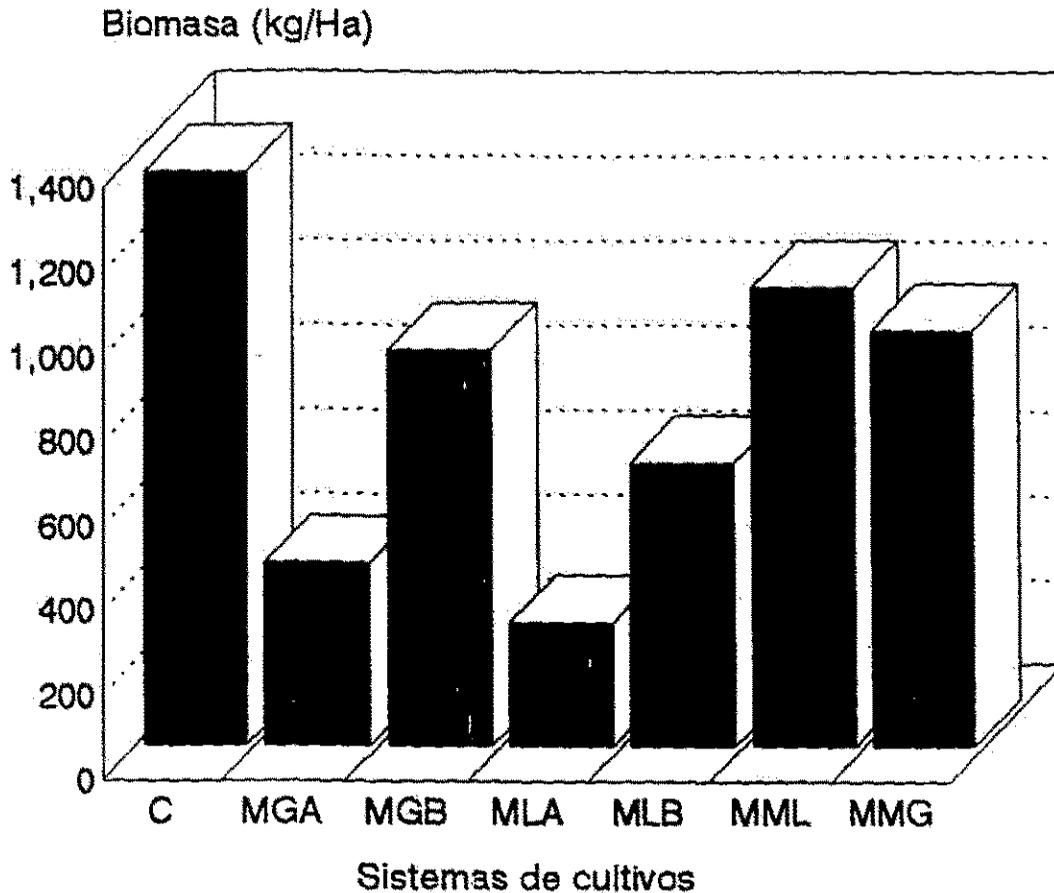


Figura 8. Biomasa del cultivo del maíz obtenida en los diferentes sistemas de cultivo.

Cuadro 2. Cuadrados medios de los contrastes realizados para la variable biomasa

Contrastes	Gl	Biomasa	F value	Pr>F
Arb vs Mulch	1	21.987156486	5.21	0.0414*
Glir vs Leuc	1	3.30633611	0.78	0.3993ns
Esp en Glir	1	10.33608889	2.45	0.1434ns
Esp en Leuc	1	5.85960556	1.39	0.2613ns
Mulch Glir-Leuc	1	0.42013889	0.10	0.7577ns
Mono vs Calle	1	38.81826722	9.21	0.0104*

El promedio de la biomasa obtenida en parcelas con mulch fue estadísticamente superior a la del asocio con árboles (Figura 9).

Como se anotó anteriormente con el rendimiento posiblemente el agua fue factor determinante en la manifestación de estas diferencias.

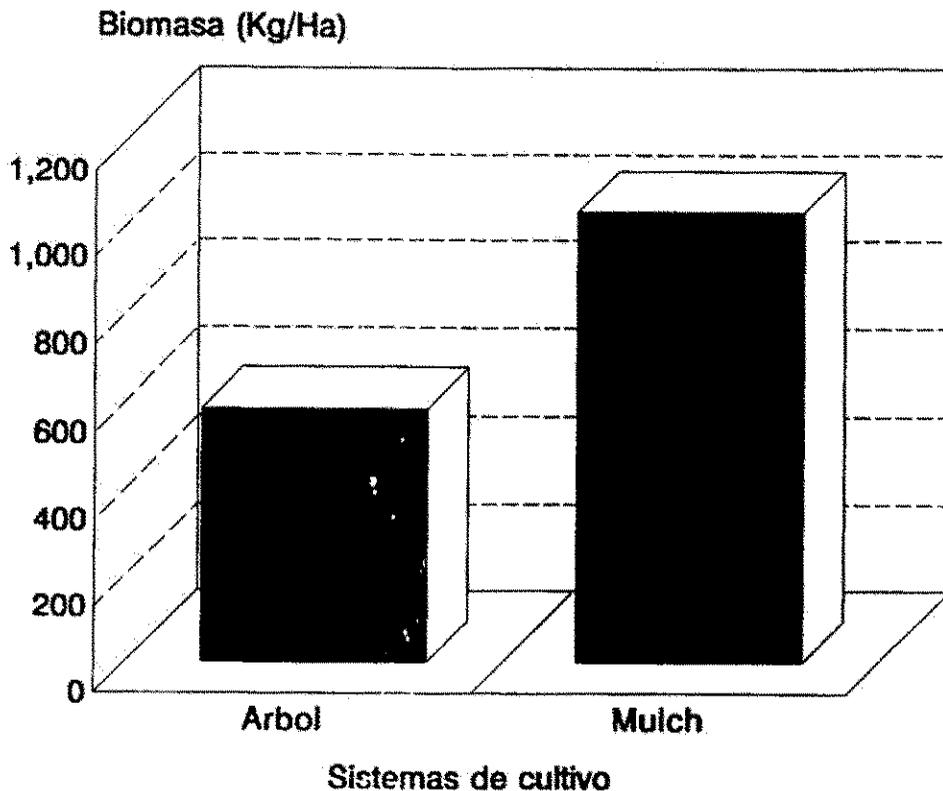


Figura 9. Biomasa del cultivo del maíz obtenida en los sistemas de asocio con árboles y mulch.

En la Figura 10, se muestra la biomasa cuando producida en sistema de monocultivo y de cultivo en callejones. Se observa como la biomasa del maíz es significativamente superior en el monocultivo (1142 kg/ha) y el asocio con árboles siendo este de 584 kg/ha, esto sugiere que los árboles compitieron en cierta medida

por el agua y luz, sin embargo no se puede ser concluyente a este respecto, debido a que no se presentaron condiciones óptimas (sobre todo en abastecimiento hidrico) que no permitieron que el cultivo se desarrollará a un alto nivel de su capacidad productiva y ser limitado o influido en mayor medida por los tratamientos utilizados en el ensayo.

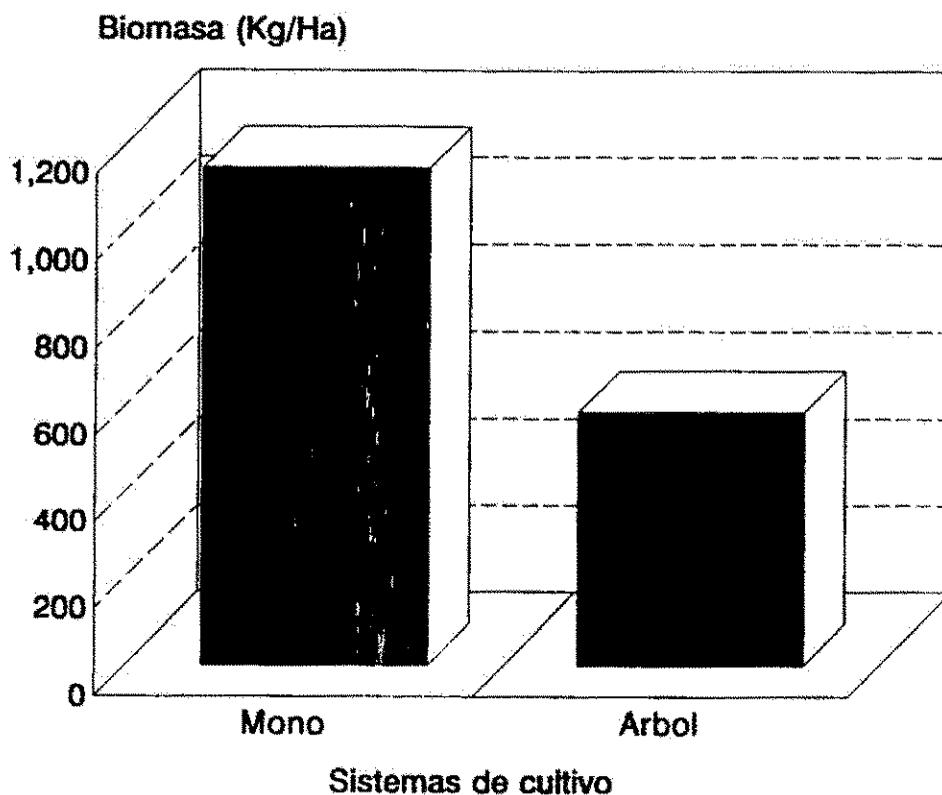


Figura 10. Biomasa del cultivo del maíz en los sistemas monocultivo y en asocio con árboles.

4.3.1. Altura de la planta

En ambas variables medidas (altura de borde y altura de centro) se observo que no existen diferencias de efecto de los tratamientos estudiados (Cuadro 3A y 4A). Se puede asumir que tanto la altura de las plantas del borde es similar a las plantas del centro, o sea no existe diferencias entre estos, al parecer no hubo influencia de los árboles sobre estas variables (Figura 11).

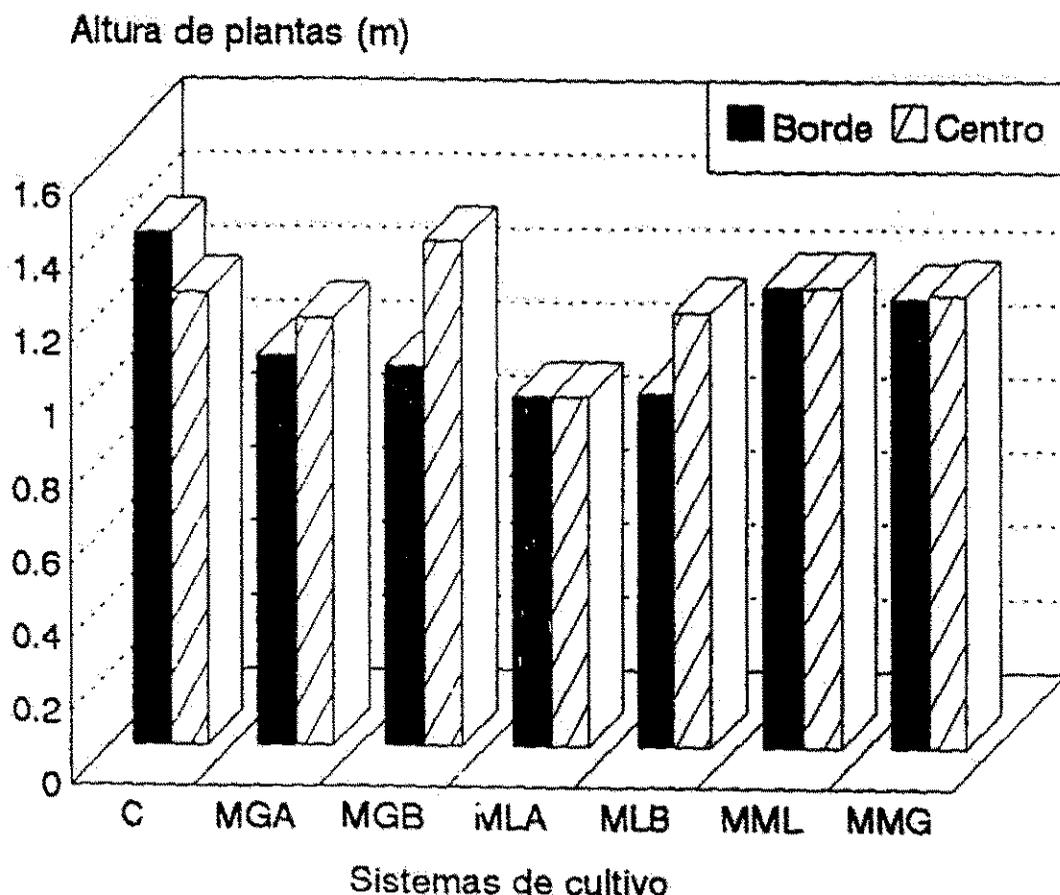


Figura 11. Altura de las plantas de centro y de borde en los diferentes sistemas.

Los niveles de fertilización igual que lo antes mencionados no presentaron diferencia de efecto sobre las variables altura de la planta al centro y borde. Esto sugiere que en las condiciones de este ensayo, el crecimiento de las plantas de maíz no fue afectado por la presencia de los árboles, y por los diferentes niveles de fertilización.

Para la altura de plantas del borde y altura de plantas del centro no existen diferencias significativas ni entre sistemas ni entre niveles de fertilización, ni en la interacción fertilizantes por sistemas.

La altura de las plantas de borde y centro no presentaron ningún efecto sobre el rendimiento del grano y producción de biomasa, debido probablemente a que los árboles no ejercieron competencia por la radiación, y por lo tanto las diferencias de biomasa podrían atribuirse al aumento de diámetro del tallo y el área foliar y no a la altura.

4.2 Componente arbóreo

4.2.1. Producción de biomasa

El análisis de varianza de la variable biomasa (follaje) presentó diferencias significativas solamente para especies, lo que muestra que hay diferencias entre G. sepium y L. leucocephala con un $Pr > F$ de 0.0058 (Cuadro 5A)

El origen de esta diferencia entre especies posiblemente se debe las diferencias anatómicas, de edades y condiciones de desarrollo de cada especie.

Aunque no existen diferencias significativas entre las diferentes espaciamientos. La producción de peso seco de la hoja fue mayor para el espaciamiento de 3.75 (166 kg/ha para Gliricidia sepium y 1220 kg/ha para Leucaena leucocephala que para 7.5 (122 kg/ha para Gliricidia sepium y 1080 kg/ha para Leucaena leucocephala, en ambas especies, al parecer los diferentes arreglos espaciales ejercieron influencia en la producción de biomasa.

Con respecto a los niveles de fertilización tampoco se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, la producción de biomasa fue mayor en las parcelas que tuvieron un nivel de fertilización A como podemos observar en el Cuadro 3

Cuadro 3. Producción de biomasa de follaje de las especies arbóreas en los tres tipos de fertilización.

Nivel de fert.	Especie	Prod. de biomasa de follaje (kg/ha)
A	<u>G. sepium</u>	184
B	<u>G. sepium</u>	163
C	<u>G. sepium</u>	87
A	<u>L. leucocephala</u>	1217
B	<u>L. leucocephala</u>	1154
C	<u>L. leucocephala</u>	1079

Al parecer los niveles de fertilización ejercieron alguna influencia en la producción de biomasa. Es importante señalar que tanto para la biomasa de hojas como biomasa del tallo (Cuadro 6A), en el análisis de varianza solamente se encontró diferencia significativa para las especies.

En el Cuadro 4, se observa que el comportamiento del peso seco del tallo es lo contrario a lo que sucede con las hojas; a menor espaciamiento mayor producción de biomasa de hojas y menor producción de biomasa de tallo.

Cuadro 4. Producción de biomasa hoja y tallo de las especies arbóreas.

Distanciamiento	Biohoja	Biotallo	Biototal
3.75	693.63	305.72	999.35
7.5	601.60	407.27	1008.87

El tallo tuvo un desarrollo mayor al encontrarse con un espaciamiento mayor y la biomasa aumenta conforme aumenta el espaciamiento lo que regularmente se debe a que la competencia por los nutrimentos es menor cuando el espaciamiento es mayor.

A pesar que la producción de biomasa de la hoja en cuanto al espaciamiento de 3.75 fue mayor que la de 7.5 la producción de biomasa del tallo presentó un comportamiento contrario, pero al observar la producción de biomasa total la producción fue mayor

para los árboles que tenían mayor espaciamento, lo que explica que existe tendencia que los árboles que tienen menor densidad tengan más producción de biomasa que los de mayor densidad. Con respecto a los niveles de fertilización se encontró que con el nivel A hubo mayor producción de biomasa de la hoja, y por ende la biomasa total (Cuadro 5).

Cuadro 5. Producción de biomasa para 3 niveles de fertilización

Nivel de fer	Biohoja	Biotallo	Biototal
A	700.61	420.88	1121.42
B	658.79	324.93	983.70
C	583.43	323.75	907.18

De relacionar el espaciamento con el nivel de fertilización y las especies la mayor producción de biomasa se obtuvo en Leucaena con 2,289 kg/ha cuya distancia más adecuada resulto 7.5 m con un nivel de fertilización A, esto se debe a que Leucaena fue podada totalmente.

Con respecto a Gliricidia se puede observar que la mayor producción 334 Kg/ha se obtuvieron en un espaciamento de 3.75m con el nivel de fertilización B. Para el distanciamiento de 7.5m la mayor producción de 292 Kg/ha con el nivel A. Esta producción de biomasa se debe a que solamente se realizó poda de forma para Gliricidia.

4.2.2 Variable número de rebrotes

Con respecto al análisis de varianza de la variable número de rebrotes indica que existen diferencias significativas para las especies con un $Pr > F$ de 0.0071, como se explico anteriormente esto se debe a las características anatómicas de cada especie (Cuadro 7A).

La especie que presento mayor número de rebrotes resulto ser *Leucaena* con un promedio de 3 rebrotes por árbol.

4.2.3. Variable altura del rebrote

El análisis de la variable altura del rebrote indica que existe diferencia significativa entre distanciamiento y fertilizante, solamente existe diferencia significativa entre especies con un valor de $Pr > F$ de 0.0001, esto depende de cada especie debido a sus diferencias anatómicas (Cuadro 8A).

La especie que presentó mayor altura de rebrote fue *Leucaena* esto se debe a que *leucaena* se estableció antes de madero negro.

4.2.4. Variable diámetro del componente arbóreo

En el análisis de varianza realizado de la variable diámetro se observó que existen diferencias significativas para los diferentes distancias con un $Pr>F$ de 0.0988 y entre especies con un $Pr>F$ de 0.0001. (Cuadro 9A).

En el espaciamiento de 7.5 m, los diámetros de los árboles presentaron mayor desarrollo que en el espaciamiento de 3.75 m, esto se debe a que a mayor espacio entre los árboles es menor la densidad poblacional y como consecuencia de esto menor es la competencia que existe por los nutrimentos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diámetro promedio a la altura del pecho de los árboles a dos espaciamientos.

Dist	Media Dap cm
3.75	2.97861257
7.50	3.21442379

4.2.5. Variable altura del componente arbóreo

En el análisis de varianza realizado para la variable altura del árbol se observó que existe diferencias significativas entre especies con un $Pr>F$ de 0.0001 (Cuadro 10A).

La altura aunque no mostró diferencias significativas en ambas especies, tuvo un comportamiento diferente a menor distancia hubo más crecimiento de los árboles (Cuadro 7).

Cuadro 7. Altura promedio de los árboles en dos tipos de espaciamientos

Espaciamiento	Altura (m)
3.75	2.91384817
7.5	2.84401487

5. CONCLUSIONES

1. El déficit de humedad provocada por la poca cantidad de agua precipitada durante el desarrollo del estudio posiblemente ocasionó sensibles pérdidas en el rendimiento y la producción de biomasa del cultivo de maíz.
2. Se obtuvo mayor rendimiento del grano bueno y la biomasa del cultivo en las parcelas control que en los demás tratamientos, esto obviamente indica que los árboles ejercieron competencia sobre el cultivo.
3. El efecto del mulch ejerció influencia benéfica sobre el rendimiento y biomasa del cultivo ya que se obtuvieron resultados mayores que en las parcelas en asocio con árboles, esto puede atribuirse a que el mulch contribuye a la conservación de humedad del suelo. En relación a los dos diferentes tipos de mulch de las dos especies arbóreas no se encontró diferencia sobre el rendimiento y la biomasa del cultivo.
4. Los niveles de fertilización no ejercieron influencia sobre la biomasa y rendimiento del cultivo.
5. La producción de biomasa y rendimiento del cultivo fue mejor en el control que el asocio con árboles.

6. La producción de biomasa del componente arbóreo en los dos diferentes espaciamientos no presento diferencias significativas.
7. Las 2 especies arbóreas tuvieron un efecto similar sobre las variables evaluadas en el cultivo.
8. Los dos espaciamientos 7.5 m y 3.75 m presentaron efectos similares sobre las variables evaluadas tanto para el cultivo como para las especies arbóreas.

6. RECOMENDACIONES

1. Establecer posteriores ensayos de evaluación de cultivo en callejones.
2. Continuar con el estudio de cultivos en callejones con rotación de cultivos y de parcelas con aplicación de mulch.
3. Registrar todos los costos de los insumos y actividades que implica el estudio para realizar un análisis económico.
4. En ensayos posteriores medir todos los componentes de rendimiento del cultivo de maíz (peso de mil granos, número de grano por hilera, número de hileras por mazorca, número de mazorcas por planta, número de plantas por unidad de superficie).

7. BIBLIOGRAFIA

- ALAVEZ S.L. 1987. Efecto del poró Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook plantado a cuatro espaciamentos, sobre la producción de maíz Zea mays L. en un sistema de cultivos en franjas (alley cropping). Turrialba (C.R.) 87 p.
- CATRASTO, 1970. Levantamiento de suelos de la Región Pacífico de Nicaragua. Génesis y clasificación de suelos. Managua, Nicaragua. 591 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE) 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba (C.R.) 344 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE) 1986. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. San José (C.R.) 219 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE) 1987. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. Turrialba (C.R.) 475 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE) 1991. Madreado. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba C.R. 77 p.
- COOPERACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL. CONIF. Octubre 1986. Técnicas Agroforestales como alternativa al uso de la quema para el cultivo de maíz . Uraba Colombia. 49 p.
- ESCOBAR M.L. 1990. Dinámica del nitrógeno en un cultivo en callejones de poró Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook y MADERO NEGRO Gliciridia sepium (Jack) Steud con FRIJOL COMUN Phaseolus vulgaris L. Turrialba C.R. 98 p
- HOLDRIDGE, R 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José (CR) IICA 206 p.
- KANG, B.T; 1986 Cultivo en hileras: una opción estable en la agricultura nómada. Ibadan, Nigeria. 22 p
- KASS, D. ; BARRANTES, A. ; BERMUDEZ, W.; CAMPOS, W. ; JIMENEZ, M.; SANCHEZ, J. ; 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivo en callejones (Alley cropping), en la Montaña , Turrialba Costa Rica . El Chasqui. Boletín informativo sobre Recursos Naturales (C.R.) No. 19.

- INSTITUTO NICARAGUENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA). Abril 1992. Nota Técnica número 2 Madero negro. Managua Nicaragua.
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA). Mayo 1992. Nota Técnica número 5 Leucaena leucocephala. Managua, Nicaragua.
- JIMENEZ JM. 1990 Análisis del crecimiento y fenología del maíz (Zea mays) L.C.J. tuxpeño) en el cultivo en callejones con poró (Erythrina peoppigiana) (Walpers) O.F. Cook, plantado a cuatro arreglos espaciales. Turrialba (C.R.) 124 p.
- LOPEZ J. 1990. Establecimiento de Ensayo Agroforestal maíz + Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala. Managua, Nicaragua. 40 p.
- RAPIDEL B, MARAUX F. 1990. La simulación del balance hídrico. Turrialba C.R. 31 p
- RODRIGUEZ R. J. 1992. Análisis del comportamiento de las variables meteorológicas; velocidad del viento y temperatura del aire dentro del sistema agroforestal Coffea arabica y Erythrina peoppigiana. Turrialba, (C.R.) 80 p.
- SANCHEZ, J. F. 1989. Análisis de la estabilidad y la dinámica de sistemas de producción en cultivo en callejones. Turrialba (C.R.) 174 p.
- TORRES, F. 1983. Potencial contribution of leucaena hedgerows intercropped with moize to the production of organic nitrogen and fuelwood in the lowland humid tropics. Agroforestry systems. Holanda. 333 p.
- ZELAYA M.C. 1990. Los suelos y sus aptitudes agrícolas en la finca El Plantel. Managua, Nicaragua. 78 p

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo de maíz.

F de v.	gl	SC	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	4.47	2.23	1.28	0.3147
Sistema	6	24.37	4.06	2.32	0.1013*
Error(a)	12	21.08	1.75	-	-
Fertilizante	2	0.87	0.43	1.90	0.1590
Fer* sis	12	3.57	0.30	1.34	0.2504
Error total	62	60.49			

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable biomasa del cultivo de maíz.

F de v.	gl	SC	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	3.24	1.62	0.38	0.6889
Sistema	6	68.91	11.48	2.72	0.0659 *
Error(a)	12	50.60	4.22	-	-
Fertilizante	2	0.92	0.46	0.33	0.7204
Fer*Sis	12	11.57	0.96	0.70	0.7420
Error total	62	174.03			

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable altura de la planta del borde del cultivo de maíz.

F de v.	gl	SC	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	0.08	0.04	0.24	0.7874
Sistema	6	1.48	0.25	1.43	0.2794
Error(a)	12	2.06	0.17	-	-
Fertilizante	2	0.05	0.02	0.43	0.6545
Fer*Sis	12	0.93	0.08	1.37	0.2396
Error total	62	6.18			

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable altura de la planta del centro del cultivo de maíz.

F de v.	gl	SC	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	0.53	0.26	2.89	0.0948*
Sistema	6	0.89	0.15	1.63	0.2211
Error(a)	12	1.10	0.09	-	-
Fertilizante	2	0.12	0.06	1.15	0.3323
Fer*Sis	12	1.01	0.08	1.62	0.1437
Error total	62	5.10			

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable biomasa de la hoja de las especies arbóreas.

F de v	Gl	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	511885.66	9.31	0.0021
Dist	1	76224.89	0.15	0.7147
Esp	1	9099354.84	17.53	0.0058*
Dist*esp	1	20994.41	0.04	0.8472
Bloq(dis*esp)	6	518960.73	-	-
Fert	2	42319.48	0.77	0.4796
Dist*fert	2	13711.40	0.25	0.7823
Esp*fert	2	1684.87	0.03	0.9699
Dist*esp*fer	2	5497.80	0.10	0.9054

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable biomasa del tallo de las especies arbóreas.

F de v	Gl	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	383664.40	1.69	0.2162
Dist	1	93803.06	0.30	0.6016
Esp	1	2160443.82	7.06	0.0376*
Dist*esp	1	90222.50	0.30	0.6066
Bloq(dis*esp)	6	305801.41	-	-
Fert	2	37266.95	0.16	0.8504
Dist*fert	2	172137.54	0.76	0.4851
Esp*fert	2	30241.62	0.13	0.8764
Dist*esp*fer	2	179506.80	0.79	0.4709

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable número de rebrotes de las especies arbóreas.

F de v	Gl	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	0.74	0.41	0.6644
Dis	1	1.23	0.48	0.5125
Esp	1	40.57	16.00	0.0071*
Dis*esp	1	2.34	0.92	0.3734
Bloq(dis*es)	6	2.54	-	-
Fer	2	0.81	0.23	0.7955
Dis*fer	2	0.80	0.30	0.7955
Esp*fer	2	0.35	0.10	0.9052
Dis*esp*fer	2	0.27	0.08	0.9249

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable altura de rebrote de las especies arbóreas.

F de v	GL	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	1.43	12.99	0.0001
Dist	1	3.64	1.86	0.2216
Esp	1	313.78	2849.81	0.0001*
Dis*esp	1	1.47	0.75	0.4195
Blo(dis*esp)	6	1.95	-	-
Fer	2	0.02	0.06	0.9376
Dis*fer	2	0.04	0.10	0.9047
Esp*fer	2	0.15	0.42	0.6669
Dis*esp*fer	2	0.03	0.07	0.9287

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable diámetro de las especies arbóreas.

F de v	GL	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	4.44	4.55	0.0110
Dist	1	9.12	3.81	0.0988*
Esp	1	1666.97	696.07	0.0001
Dis*esp	1	2.42	2.48	0.1156
Blo(dis*esp)	6	2.39	-	-
Fer	2	0.04	0.02	0.9755
Dis*fer	2	0.14	0.07	0.9328
Esp*fer	2	0.11	0.06	0.9448
Dis*esp*fer	2	0.59	0.30	0.7416

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable altura de las especies arbóreas.

F de v	GL	CM	valor F	Pr>F
Bloque	2	37.96	68.64	0.0001
Dist	1	0.42	0.04	0.8575
Esp	1	2364.06	197.42	0.0001
Dis*esp	1	3.47	0.29	0.6098
Blo(dis*esp)	6	11.96	-	-
Fer	2	0.73	0.78	0.4766
Dis*fer	2	0.78	1.41	0.2442
Esp*fer	2	1.00	1.06	0.3685
Dis*esp*fer	2	0.99	1.05	0.3729