

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**"Evaluación de cultivos en callejones de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt y *Gliricidia sepium* Jacq (Steud), asociado con el cultivo de maíz *Zea mays*".**

**AUTORES**

Br. Noé Ildelfonso Zeledón Zeledón.

Br. Carmelo Cáceres García

**ASESOR**

MSc. Ing. Javier Antonio López Larios.

**MANAGUA, NICARAGUA  
FEBRERO, 1999**

## **DEDICATORIA**

### **Noé Zeledón Zeledón.**

- A mis Padres Bertha Zeledón y Luis Zeledón por el gran amor y constante esfuerzo y por sacarme adelante.
- Ami Hijo Kevin Noé por ser la razón de mi vida.
- Arelys López por su apoyo incondicional.
- A mis hermanos Karol, Jorge, Bayardo, Lesbia Zeledón.

### **Carmelo Cáceres García.**

- A mi Madre Benicia García por su gran amor y constante esfuerzo y por sacarme adelante.
- A mis hermanos Susana, Elba, Ramón, Orlando, Aguinaldo, María, Gonzalo y Evangelina Cáceres.
- A mi cuñado Pedro Mairena.
- Al señor Boanerges Mairena por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO.**

- **Al Mcs. ING Javier López por su orientación Como asesor de este trabajo de diploma.**
- **Al Mcs. Lic. Marcia Mendieta y la Ing. Glenda Bonilla por su colaboración y sus valiosas recomendaciones en este trabajo.**
- **Al Centro Ecuménico Antonio Valdivieso (CAV), Managua.**
- **Y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta tesis.**
- **Y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta tesis.**

# ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	Vi
ANEXOS.....	Vii
RESUMEN.....	Viii
<b>I INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Sistemas Agroforestales.....	3
2.2 Cultivo en callejones.....	3
2.3 Efecto del árbol sobre el cultivo.....	6
2.4 Componente arbóreo.....	7
2.4.1 <i>Gliricidia sepium Jacq (Steud)</i> .....	7
2.4.2 <i>Leucaena leucocephala (Lam) de Witt</i> .....	8
2.5 Cultivo.....	10
2.5.1 <i>Zea mays</i> .....	10
<b>III MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 Localización y características del sitio.....	11
3.1.1 Clima.....	11
3.1.2 Suelo.....	11
3.1.3 Historia del uso del sitio experimental.....	12
3.2 Descripción del material experimental.....	12
3.3 Diseño experimental.....	12

3.4	Establecimiento del ensayo.....	16
3.4.1	Preparación del terreno.....	16
3.4.2	Medición preliminar de las especies arbóreas.....	16
3.4.3	Siembra del cultivo.....	16
3.5	Variables medidas.....	17
3.6	Procesamiento de la información.....	17
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUCION.....</b>	<b>18</b>
4.1	Cultivo de maíz.....	18
4.1.1	Rendimiento.....	18
4.1.2	Altura de la planta.....	20
4.1.3	Diámetro de la planta.....	21
4.2	Componente arbóreo.....	22
4.2.1	Altura del árbol.....	22
4.2.2	Diámetro del árbol.....	23
4.2.3	Producción de biomasa.....	24
4.2.3.1	Producción de biomasa follaje.....	24
4.2.3.2	Producción de biomasa tallo.....	25
4.2.3.3	Producción de biomasa total.....	26
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>VIII</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>VII</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Rendimiento de grano de maíz obtenidos en los cuatro tratamientos evaluados en un cultivo en callejones. Finca El Plantel, Managua 1996.....	19
<b>Cuadro 2.</b> Alturas promedios de las plantas de maíz, en los cuatro tratamientos evaluados en un cultivo en callejones. Finca El Plantel, Managua 1996.....	20
<b>Cuadro 3.</b> Diámetros promedios de las plantas de maíz, en los cuatro tratamientos evaluados en un cultivo en callejones. Finca El Plantel, Managua 1996 .....	21
<b>Cuadro 4.</b> Alturas promedios para las dos especies arbóreas evaluadas en un cultivo en callejones. Finca el Plantel, Managua 1996.....	22
<b>Cuadro 5.</b> Diámetros promedios para las dos especies arbóreas evaluadas en un cultivo en callejones. Finca El Plantel, Managua 1996.....	23
<b>Cuadro 6.</b> Producción de biomasa (follaje) de las dos especies arbóreas evaluadas en un cultivo en callejones. Finca El Plantel, Managua 1996.....	24
<b>Cuadro 7.</b> Producción de biomasa (tallo), de las dos especies arbóreas evaluadas en un cultivo en callejones. Finca El Plantel, Managua 1996.....	26
<b>Cuadro 8.</b> Producción de biomasa para las dos especies arbóreas evaluadas en un cultivo en callejones. Finca El Plantel, Managua 1996.....	27

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
<b>Figura 1.</b> Croquis del campo de cultivo en callejones de maíz, <i>Gliricidia Sepium</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> .....	14
<b>Figura 2.</b> Dimensión de la parcela útil.....	15
<b>Figura 3.</b> Rendimiento de grano de maíz obtenido en los cuatro tratamientos.....	19
<b>Figura 4.</b> Alturas promedios de las plantas de maíz, en los cuatro tratamientos.....	21
<b>Figura 5.</b> Diámetros promedios de las plantas de maíz en los cuatro tratamientos.....	22
<b>Figura 6.</b> Alturas promedios de las especies arbóreas evaluadas.....	23
<b>Figura 7.</b> Diámetros promedios de las dos especies evaluadas.....	24
<b>Figura 8.</b> Producción de biomasa (follaje) de las especies arbóreas evaluadas.....	25
<b>Figura 9.</b> Producción de biomasa (tallo) de las especies arbóreas evaluadas.....	26
<b>Figura 10.</b> Producción de biomasa total para las dos especies arbóreas evaluadas.....	27

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo de maíz.....	32
<b>Anexo 2.</b> Análisis de varianza para la variable altura de la planta de maíz.....	32
<b>Anexo 3.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro de la planta de maíz.....	33
<b>Anexo 4.</b> Análisis de varianza para la variable altura de las dos especies arbóreas.....	33
<b>Anexo 5.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro de las dos especies arbóreas.....	34
<b>Anexo 6.</b> Análisis de varianza para la variable biomasa follaje de las dos especies Arbóreas.....	34
<b>Anexo 7.</b> Análisis de varianza para la variable biomasa tallo de las dos especies Arbóreas.....	35
<b>Anexo 8.</b> Localización de la finca experimental El Plantel.....	36



## RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado en la finca "El Plantel", Municipio de Tipitapa, Departamento de Managua, Nicaragua, correspondiendo a una zona de transición entre bosque tropical moderadamente denso y seco y bosque tropical sub húmedo.

Este estudio tiene como objetivo principal demostrar las bondades del sistema de cultivo en callejones, utilizando especies leguminosas (*Gliricidia sepium* Jacq (Steud) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt, como opción para contribuir a la solución de problemas como, la rápida disminución de la capacidad productiva de los suelos, especialmente aquellos con poco potencial, mediante la incorporación de la biomasa arbórea producida por ambas especies al suelo.

Para este estudio se realizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con tres repeticiones y cuatro tratamientos, correspondiendo a: monocultivo sin fertilización química (control), monocultivo con fertilización química, asocio de maíz + *Leucaena leucocephala* y maíz + *Gliricidia sepium*. Donde se recopilaron datos de rendimiento del cultivo de maíz, altura y diámetro del mismo, así como altura, diámetro, peso seco del follaje, tallo y biomasa total de las especies arbóreas.

Donde se determinó que el mayor rendimiento de grano se obtuvo en el tratamiento de monocultivo con fertilización química con 1682 J6 Kg/ ha.

La altura y diámetro de las plantas de maíz con mayores valores se obtuvieron en el tratamiento asocio de maíz + *Leucaena leucocephala* con 2.07 m y 2.65 cm respectivamente.

La altura y diámetro de las especies arbóreas fueron mayores en *Leucaena leucocephala* que en *Gliricidia sepium*, así como la producción de biomasa follaje, tallo y biomasa total.

Mediante este estudio se ratificó la gran importancia que tienen los árboles en los cultivos en callejones, para la conservación de los suelos, así como la influencia mínima de los árboles sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

# I - INTRODUCCIÓN

En los países del trópico americano, los sistemas tradicionales de uso de la tierra han provocado el deterioro de la capacidad productiva de esta, debido en gran parte a la deforestación y al uso inapropiado del suelo. El aumento demográfico, las presiones económicas y la necesidad cada vez más apremiante de proveer alimento a la población, obliga a pensar en el aprovechamiento más adecuado del recurso suelo (Rodríguez, 1993).

Los sistemas agroforestales, son formas de uso y manejo que incluyen un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación de árboles, con cultivos o ganadería en el mismo terreno. La combinación puede ser simultánea y secuencial en términos de espacio y tiempo, teniendo por objetivo optimizar la producción total por unidad de superficie respetando el principio de rendimiento sostenido (CATIE, 1984).

Los sistemas agroforestales han surgido como respuesta a la necesidad de producción sostenida. Dentro de estos, el sistema de cultivos en callejones constituye una de las prácticas de gran potencial, ya que permite controlar la erosión y mantener la productividad de los suelos en forma sostenida.

Sánchez y Salinas (1986) definen el sistema de cultivos en callejones, como la asociación de árboles de rápido crecimiento (generalmente fijadores de Nitrógeno) con cultivos anuales. Este sistema puede conciliar la producción agrícola de corto plazo a través del manejo adecuado de suelos y agua y disminuir el uso de agroquímicos.

En los cultivos en callejones, las especies leguminosas más preferidas son: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erithrina sp* por que son de uso múltiple, como: madera, leña, estacas, forraje, sombra, materia orgánica y fijan nitrógeno. Entre los cultivos alimenticios más utilizados en este sistema, esta el maíz; En Centroamérica este rubro representa gran parte de los ingresos del pequeño agricultor y es el alimento básico en la dieta del campesino (Jiménez, 1990).

Dentro del enfoque de agricultura sostenible los sistemas agroforestales representan grandes ventajas, sin embargo la adopción de estos por los productores ha sido de poco interés, debido quizás a que no se ha podido presentarles a profundidad las bondades del sistema, haciéndoles ver que la sostenibilidad no solo se traduce con el aumento de los rendimientos, si no que esto abarca la recuperación progresiva de las condiciones naturales del suelo, lo que conduce al aumento de la productividad del sistema.

## **1.1 Objetivo general**

- Evaluar el sistema de cultivo en callejones con dos especies arbóreas, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* asociado con maíz.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Estudiar el crecimiento y rendimiento de maíz en cultivo en callejones con un arreglo espacial (BCA), bajo condiciones del trópico seco de Nicaragua (Tipitapa-Managua).
- Estudiar el rendimiento de biomasa ( tallo y Hoja ) de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* en un sistema de cultivo en callejones.
- Comparar el sistema de cultivo en callejones con el monocultivo.

## **II - REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Sistemas Agroforestales**

La agroforestería se define como un conjunto de prácticas que implica una combinación de actividades agropecuarias que se realizan en un mismo lugar y el mismo tiempo (prácticas simultáneas), o aquellas desarrolladas en el mismo sitio (prácticas secuenciales). Un sistema agroforestal es un sistema agropecuario, cuyos componentes son: árboles, cultivos o animales; con los atributos de cualquier sistema: límites, componentes, interacciones, ingresos y egresos, una relación jerárquica con el sistema de fincas y una dinámica de nutrientes (Mendieta, 1995).

La agroforestería es frecuentemente señalada como una solución a los problemas de degradación de la tierra, el agua y como una respuesta a la escasez de alimento, leña, forraje animal, materiales de construcción e ingresos (IRENA, 1993).

La amplitud, la variedad de sistemas y prácticas agroforestales implica que la agroforestería puede ofrecer soluciones parciales de uso de la tierra para muchos productores de zonas rurales. Es conocida la potencialidad de los árboles fijadores de nitrógeno de las tierras y de las áreas de pastizales; la resistencia de ciertos árboles a la sequía, la función de las cortinas rompevientos en la protección de las tierras cultivadas, la contribución de los árboles forrajeros ricos en proteínas para la producción ganadera y el potencial de algunos tipos de árboles cultivados. Para responder a las necesidades de la mayoría de agricultores se ha venido investigando en los aspectos en que se centra la agroforestería y en los aspectos de usos múltiples, usuarios múltiples, tierras rurales incluyendo toda su complejidad y su variedad de prácticas tradicionales y conocimiento teórico (IRENA, 1993).

### **2.2 - Cultivos en callejones**

Los cultivos en callejones consisten en el establecimiento de hileras de árboles y arbustos intercalados con cultivos agrícolas. El objetivo de sembrar hileras de árboles, es la producción de abono verde para el mejoramiento de estructura del suelo, aumento de la

fertilidad y protección del mismo (IRENA, 1993). En diversos estudios se han descrito los cultivos en fajas o hileras, en los cuales los árboles se plantan en líneas o grupos de cultivos (Alley cropping). Las especies arbóreas son de producción múltiple (madera, leña, estacas y forraje) y de servicio (sombra, materia orgánica, cobertura y producción de nitrógeno). Sobre estas técnicas agroforestales existen experimentos en el IITA (Instituto Tropical de Agricultura, Ibadan Nigeria) y el CATIE, Turrialba, Costa Rica (CATIE, 1986).

Los cultivos en callejones o Alley cropping constituyen una práctica de gran potencial dentro de los sistemas agroforestales simultáneos, fue desarrollado en Nigeria en donde han realizado experimentos para determinar que especies leguminosas crecen mejor en asociación con maíz (Sánchez, 1989).

El cultivo en callejón es un sistema, en donde los cultivos anuales son producidos entre surcos de árboles o arbustos leñosos, estos, son podados periódicamente para evitar sombra excesiva y proveer abono verde para el cultivo ( Paniagua, 1991 ).

La asociación de árboles con cultivos tiende a simular la vegetación natural, pudiéndose mejorar la eficiencia de los sistemas de producción ( Holdridge, 1978).

Los cultivos en callejones son una alternativa técnica para la agricultura migratoria de los trópicos húmedos, utilizando hileras de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erithrina poeppigiana* obteniéndose cosechas de maíz, frijoles y yuca (Rodríguez, 1993).

En el sistema de cultivo en callejones se utilizan especies arbóreas como : *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* asociados con el cultivo de maíz (Sánchez, 1989).

Las características de las especies deseables a utilizarse en un cultivo en callejones son las siguientes: fácil establecimiento, crecimiento rápido, buena producción de follaje, capacidad de rebrote, resistencia a podas periódicas que proporcionen otros productos como forraje y leña (IRENA, 1993).

Las especies fijadoras de nitrógeno más utilizadas son: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erithrina sp.* Otras con uso potencial son las siguientes: *Bracatinga (Mimosa scabrela)*, Caliandra (*Calliandra calothyrsus*), Melina (*Gmelina arborea*) y Neem (*Azadirachta indica*) (IRENA, 1993).

En algunos estudios se ha encontrado que *Gliricidia sepium* tiene una alta capacidad de nodulación y de acumulación de nitrógeno en las raíces en comparación con otras leguminosas como: *Leucaena leucocephala* y *Erythrina sp* (Patil et al, 1986).

La cobertura producida por los árboles *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana* disminuye la erosión, mejora las propiedades físicas de los suelos y favorece el ciclaje de nutrientes (Sánchez, 1989).

Se ha demostrado que los cultivos en callejones contribuye a mantener la fertilidad en los suelos y permite mantener rendimientos estables del cultivo asociado, sin la aplicación de fertilizantes (Jiménez, 1990).

Cuando se establece un sistema de cultivo en callejones debe considerarse varios factores; algunos relacionados con el ambiente y otros con características del árbol como producción de biomasa y desarrollo de la raíz (Jiménez, 1990).

En el establecimiento de cultivos en callejones, uno de los factores más importante es la disposición de las hileras de los árboles teniendo el cuidado de plantarlas siguiendo las curvas de nivel en sentido contrario a la pendiente del terreno. La tecnología adecuada consiste en construir las curvas a nivel con arado y sembrar los árboles exactamente arriba de las mismas, para conservarlas a largo plazo. En el caso de terrenos planos, las hileras deben plantarse de Este a Oeste para disminuir el efecto de sombra sobre los cultivos. El distanciamiento adecuado de los árboles entre hileras puede ser de 4 - 6 hasta 8 metros y el esparcimiento entre árboles desde 0.5 a 2 metros. El sistema más común es plantar sólo una línea de árboles, pero existen otros sistemas con dos hileras y distanciamiento de 0.5 a 1 metro entre líneas. Los cultivos agrícolas deben sembrarse entre hileras de árboles a una distancia de 0.5 metros de los árboles. Estos cultivos agrícolas con las técnicas agronómicas apropiadas para cada cultivo. En el manejo de la poda de las especies arbóreas y de las condiciones de sitio. El objetivo de la poda, es disminuir la competencia por la luz con los cultivos agrícolas e incorporar la materia orgánica al suelo. La primera poda de los árboles va estar en dependencia del desarrollo del mismo, debiéndose realizarse cuando el fuste tenga diámetro de 3 a 5 cm, a una altura que dependerá del cultivo agrícola. Las podas se realizan antes de la siembra del cultivo y en algunos casos durante su desarrollo. En zonas más secas es recomendable que las podas no sean drásticas o totales para evitar daños de los árboles y favorecer las condiciones ambientales a los cultivos. La técnica mas adecuada de realizar el corte, es con un machete bien afilado cortando los árboles de arriba hacia abajo para reducir daños. La altura de poda depende del cultivo y puede ser de 0.5 a 1 metro. Todo el follaje proveniente de la poda de los árboles debe ser colocado sobre el suelo, distribuyéndose por todo el área de los callejones (IRENA, 1993).

Las ventajas de los sistemas de cultivo en callejón radica en que, proporciona abono verde al suelo mejorando su estructura y fertilidad, favorece la infiltración de agua y mantiene la humedad en el suelo, sirven de barreras para el control de erosión, diversificación de productos, reducción del crecimiento de malezas, disminución en las labores de preparación del suelo y estabilización de la producción agrícola. Las desventajas son: reducción del área a ser cultivada, posible disminución de la producción agrícola por efecto de sombra y competencia de nutrimento si no se maneja adecuadamente y la aplicación de podas frecuentes requieren aumento en la mano de obra (IRENA, 1993).

Los productos de los árboles utilizados en los cultivos en callejones contienen suficientes cantidades de potasio, magnesio y calcio como para suplir las necesidades de los cultivos (Paniagua, 1991).

### **2.3 - Efecto del árbol sobre el cultivo.**

El efecto se traduce principalmente por medio de modificaciones al micro ambiente, cambios en el ciclaje de nutrientes, el aporte de nitrógeno por fijación biológica, la competencia por agua y nutrientes, cambios en la estructura y erosionabilidad del suelo (Mendieta, 1996).

Se considera que los árboles pueden ser útiles para el control de malezas por el efecto de sombra al suelo o por efecto de la broza, ya sea por efecto directo de la broza, por presencia de sustancias alelopáticas o por que constituyen un impedimento físico de la emergencia de las malezas. (Mendieta, 1996).

Los árboles mantienen la fertilidad del suelo por : retención de nitrógeno atmosférico (cuando se utilizan especies fijadoras de nitrógeno), reciclaje de nutrientes de capas profundas del suelo a las superficiales, reducción de las pérdidas de nutrientes a través del lavado y reducción de pérdidas de nutrimento a través de la aeración superficial (Paniagua, 1991).

Una gran variedad de cultivos se puede sembrar a través de la capa de hojarasca en descomposición. Más tarde, los cultivos aparecen a través de esta, en suelo enriquecido y en un ambiente de sombra ligera entre hileras de árboles con periodos de regeneración. Se pueden seguir podando los árboles de acuerdo a la necesidad de hojarasca y para reducir la sombra a medida que madura el cultivo, luego los árboles, después de la cosecha se regeneran rápidamente y sus raíces profundas extraen nutrimento de las capas inferiores del suelo,

mientras que el follaje se cierra e inhiben el crecimiento de malezas en el periodo de descanso entre el cultivo (IRENA, 1993).

La aplicación de mulch regula la temperatura en el suelo debajo de los niveles perjudiciales para el cultivo, en cultivo de *Zea mays* por ejemplo, la aplicación de mulch de *Mucuna utilis*, bajó la temperatura del suelo de 37 a 32 °C. Su efecto regulador es también importante, pues permite menores diferencias de fluctuaciones de temperaturas diarias (Escobar, 1990).

## **2.4 - Componente arbóreo.**

### **2.4.1 - Nombre de científico: *Gliricidia sepium* Jacq (Steud).**

Nombre común : Madero negro, Madre cacao, Madreado.

Es una especie nativa de América, se extiende desde México hasta América del sur, en Nicaragua se encuentra en la región del pacifico y la región central (IRENA, 1992).

Se introdujo en las Antillas, Asia y África, además se ha naturalizado en Filipinas y a sido plantada en el sur de Florida y América del Sur (CATIE, 1984 ).

Es una especie que pertenece a la familia Fabácea, grupo de Leguminosa (Super Family), es un árbol caducifolio de tamaño mediano, con alturas de 10 a 15 metros y diámetros menores de 40 cm. corteza lisa, copa abierta con follaje ralo, la forma del tallo vario de recta a torcida y muy ramificado, posee hojas imparipinnadas con disposición alterna y folíolos opuestos, las flores se presentan en racimos axilares, con época de floración de Diciembre a Enero. El fruto es una legumbre aplanada dehiscente. La madera es dura y pesada con una densidad de 0.6, gravedad especifica de 0.7 y valor calorífico de 4,900 Kcal / K (López, 1991).

La utilización de esta especie es eficiente para restablecer la productividad del suelo para cultivos anuales utilizando solamente dos años de barbecho. Como leguminosa ayuda a la circulación de elementos nutritivos, aporta materia orgánica al suelo, mejora la estructura y fertilidad del suelo (López, 1990).

Es una especie exitosa para el cultivo en callejones, especialmente por la capacidad de rebrotes y la producción de biomasa, con este genero se han obtenido rendimientos de 15.2 tonelada / ha / año de materia seca, con 5 podas y una densidad de 10,000 árboles / ha (Escobar, 1990).



En Guatemala se obtuvo a los dos años 8.9 toneladas / ha de leña en peso seco en una plantación, con una densidad de 2,500 árboles / ha. En Costa Rica se obtuvo, en plantaciones de 4 años y con densidades de 111 árboles / ha, 17.3 toneladas / ha de leña ( CATIE, 1986 ).

#### 2.4.2 - Nombre científico : *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt.

Nombre común : Leucaena, Ipil, Guaje, Yagé.

La *Leucaena leucocephala* pertenece a la familia Mimosácea (super familia *Leguminoceae*), es una especie de rápido crecimiento y de uso múltiple, cuyo árbol es comúnmente pequeño raras veces grandes. Alcanza alturas comprendida entre 5 a 20 metros, presenta diámetros entre 12 y 40 centímetros a la altura del pecho. Corteza externa liza a ligeramente fisurada de color gris pardusco, con abundantes lenticelas longitudinales suberizadas. Hojas compuestas, bipinnadas alternas de 5 a 9 cm de largo, inflorescencia en cabezuela blancas y redondas suavemente perfumadas. Fruto con vainas aplanadas dehiscente de 10 a 20 cm de largo (IRENA, 1992).

La *Leucaena* es originaria de tierras del interior del Sur de México. Se ha extendido desde México hasta la región central. Ha sido introducida a lo largo de Antillas desde Bahamas hasta Tobago, Filipinas, Indonesia Nueva Guinea, Malasia, África Oriental y Occidental. En Nicaragua se encuentra en su mayoría en las tierras de la región del Pacífico y de la región Central.

Es una especie para tierras bajas, principalmente abajo de los 500 msnm, con temperaturas óptimas de 22°C a 29°C. La especie crece mejor en áreas cuya precipitación anual varía entre 600 y 700 mm anuales. No crece bien en suelos ácidos (con pH menor de 5.5), ni muy pesados e inundados y sobre pastoreados, pueden prosperar en suelos franco arcilloso y franco arenoso. Los usos y productos que se pueden obtener de esta especie son: madera, leña, forraje, protección al suelo, tutores para cultivos agrícolas y otros. La madera de *leucaena* tiene una densidad de 0.59 gr /cm, es una madera de poco diámetro y fácil de secar, se puede utilizar para mangos de herramientas, tableros de partículas y de fibras, pulpa para papel, es excelente para leña y carbón con un poder calorífico de 4200 - 4600 Kcal / Kg. Como forraje posee un follaje de alta digestibilidad ( 60 - 70 % ), el cual, contiene entre 20 y 27 % de proteínas, carotenos, vitamina K y otros nutrientes. En la protección del suelo, es una especie fijadora de nitrógeno, es excelente para mejorar la fertilidad del suelo, principalmente como abono verde por su alto contenido de N, P, K, Ca y Mg encontrado en su follaje.

(IRENA, 1992). Su follaje iguala al del estiércol en su contenido de nitrógeno (Rodríguez, 1993).

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

## **2.5 - Cultivo.**

### **2.5.1 Nombre científico : *Zea mays*.**

Nombre común : Maíz.

Para la producción de maíz, los suelos más apropiados son los suelos francos con buen drenaje y con un pH de 6.5. En zonas con altas precipitaciones, son preferible los suelos franco arenosos por su alta capacidad de drenaje. En Nicaragua, el maíz de secano se siembra de acuerdo a la lluvia de cada zona o región, para la Costa del Pacífico se recomienda la época de primera en los meses de Mayo y Junio o a finales de Junio y primero de Julio para postrerón. La densidad de siembra depende de la humedad y fertilidad del suelo, la población de plantas indicada para la mayoría de las variedades es de 37 a 42 mil plantas por manzanas o sea de 26 a 30 libras de semilla (MIP/Maíz, 1996).

El maíz se siembra solo asociado, en las regiones pobladas de Centroamérica, especialmente en las regiones más secas siendo un cultivo de subsistencia y es común encontrarlo con leguminosas de grano (Jiménez, 1990).

La técnica de asociar el maíz con los árboles es relativamente nueva, la cual consiste en utilizar la biomasa de los árboles o arbustos para restaurar la fertilidad del suelo y mantener la producción estable del cultivo (Rodríguez, 1993).

El cultivo de maíz asociado con arbustos (abono verde), como barreras vivas son sembradas en curvas de nivel, sirven de barrera viva contra la erosión. En el momento de la poda, las ramas y hojas podadas se usan como abono (MIP, 1996).

En América Central, el cultivo de maíz representa gran parte de los ingresos del pequeño productor y de alimento básico en la dieta del campesino (Jiménez, 1990).

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

En América tropical, el área sembrada es de 23.8 millones de ha. Con un rendimiento promedio de 1.3 Ton/ha (Sánchez, 1981).

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización y características del sitio experimental**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria ( U.N.A.) que se encuentra ubicada en el Km 42 de la carretera Tipitapa - Masaya, entre los 12° 06' 24" y los 12° 07' 30" Latitud Norte y entre los 86° 04' 46" y los 86° 05' 27" Longitud Oeste. La superficie total de la finca es de 183 ha (López, 1990) (Figura 1).

##### **3.1.1 Clima**

El sitio experimental se localiza entre 98-110 msnm y corresponde a zona de transición entre bosque tropical moderadamente denso y seco y bosque tropical sub - húmedo (López, 1990).

Las estaciones lluviosas comienzan en Mayo y terminan en Noviembre, la precipitación media anual alcanzan los 1,100 mm. Durante los siete meses lluviosos ocurren del 85 % al 97 % de la precipitación y existen períodos relativos secos entre Julio y Agosto (Canícula). La temperatura media anual es de 26°C y se muestra bastante uniforme durante todo el año, la época más calurosa del año es Abril y Mayo con temperatura de 33°C y las más frescas es en Enero y Febrero con 20°C y la humedad relativa media anual es de 70 % (López, 1990).

Los vientos predominantes en la zona son alisios del Noreste y alcanzan velocidades generalmente bajas, pero hay una variabilidad diaria y anual. Los vientos más fuertes suceden principalmente en los meses de la estación seca, siendo Abril el que presenta velocidades promedios mas altos (13 Km./hora) y los más bajos se presentan en Octubre con (5.6 Km./hora) (Zelaya, 1990).

##### **3.1.2 Suelo**

Estos suelos corresponden a un Udir Duric Haplustolls , Zelaya (1990) afirma que estos suelos presentan relieves ligeramente ondulados, con pendientes de 2 a 4 % moderadamente profundos (60 - 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 descansan sobre arcilla, toda parcialmente meteorizada o arena y escoria cementada (Catastro, 1970).

### **3.1.3 Historia del sitio experimental**

Antes del establecimiento del experimento, el sitio era utilizado para el monocultivo de maíz en el período de Junio a Septiembre. Posteriormente el terreno se dejaba en período de descanso (barbecho) durante 6 meses (Octubre - Mayo) en este período predominan las especies de gramíneas por lo que se introduce ganado sin ningún manejo. Al momento de establecer el ensayo, el área se encontraba en periodo de barbecho (López, 1990).

El establecimiento del sistema cultivo en callejones, inicia con el transplante de las especies leguminosas arbóreas (*Glicicidia sepium* Jacq (Steud y Lencaena) *lencocephala* (Lam) de Witt, el 20 de Agosto de 1989, debido a que en ambas especies se observó daños por el ataque de plagas estas fueron respuestas en tres fechas diferentes de 13 y 28 de Septiembre y 25 de Octubre de 1989.

El 23 de Julio de 1990, se procedió a la siembra del maíz, la que se realizó en forma mecanizada.

De acuerdo a rención bibliográfica a partir de 1990 se ha realizado 8 estudios de los cuales se han publicado solamente 4, sin incluir este trabajo, quedando 3 por publicar.

## **3.2 Descripción del área experimental**

Las semillas de las especies leguminosas arbóreas fueron suministradas por el banco de semilla del CATIE, siendo *Gliricidia sepium* procedente del vivero Alas Colinas en León y *Leucaena leucocephala* var K-8 procedente de Hawai- USA. Las semillas de maíz son de la variedad NB.6.

### **3.2.1 Material experimental**

Se utilizo maíz variedad NB.6, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*.

Los niveles de fertilización son: 90 Kg. / ha de Nitrógeno  
45Kg. / ha de P<sub>2</sub>O  
10Kg. / ha de K<sub>2</sub>O.

### 3.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos.

El modelo utilizado es el siguiente:

El Modelo Aditivo Lineal para BCA del ensayo es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

$i$  = 1,2,3..... numero de tratamientos.

$j$  = 1,2,3..... numero de repeticiones

$Y_{ij}$  = variable dependiente a la  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo tratamiento.

$M$  = Media poblacional calculada a partir de los datos del experimento.

$\beta_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_j$  = Efecto aleatorio del experimento o error experimental.

Los tratamientos utilizados en las parcelas son los siguientes: (Figura 2)

1 - C = Control de monocultivo sin fertilización química.

2 - MCF = Monocultivo con fertilización.

3 - MG = Maíz + *Gliricidia sepium*, con distanciamiento de 7.5 metros.

4 - ML = Maíz + *Leucaena leucocephala*, con distanciamiento de 7.5 m.

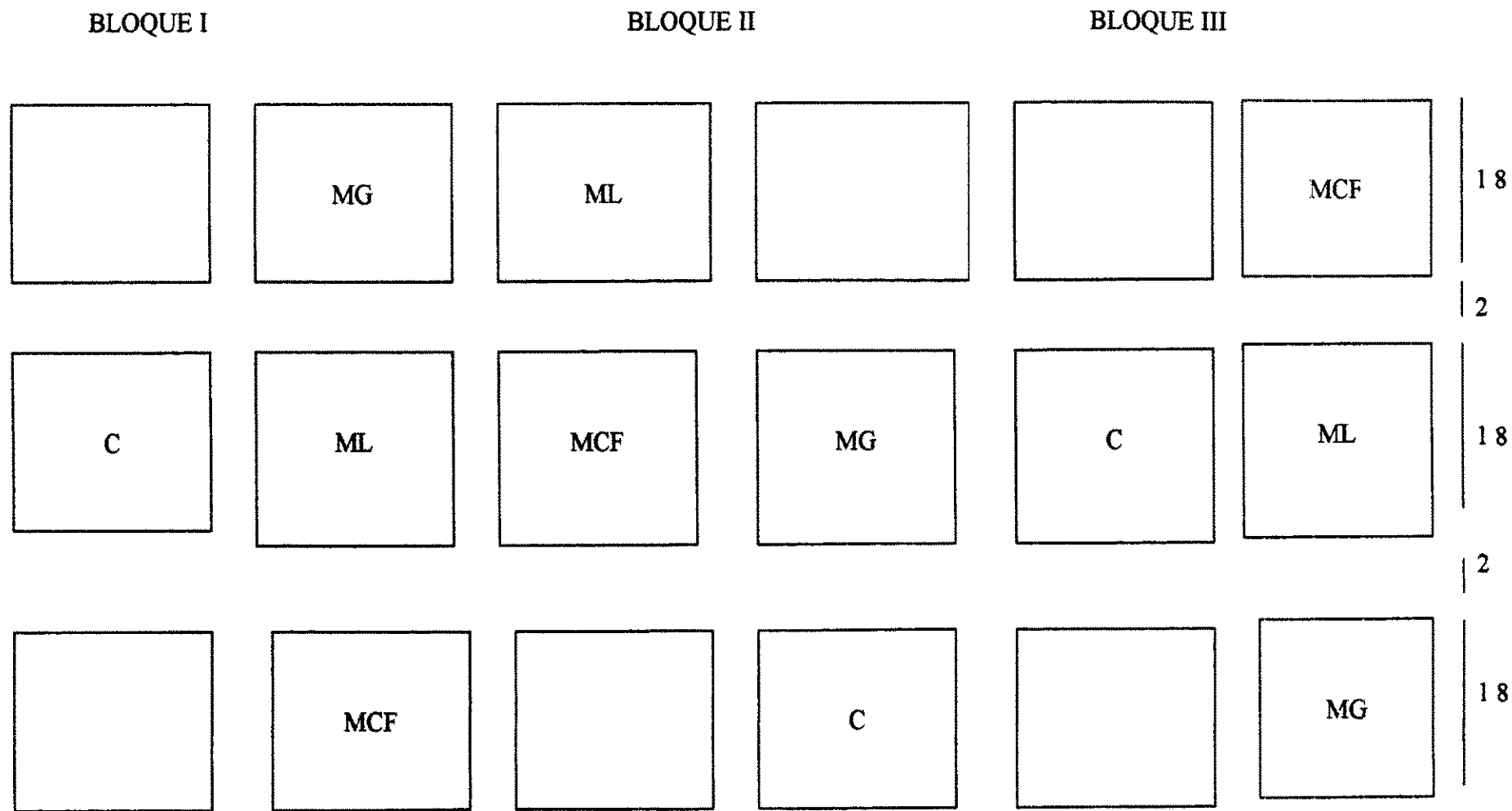
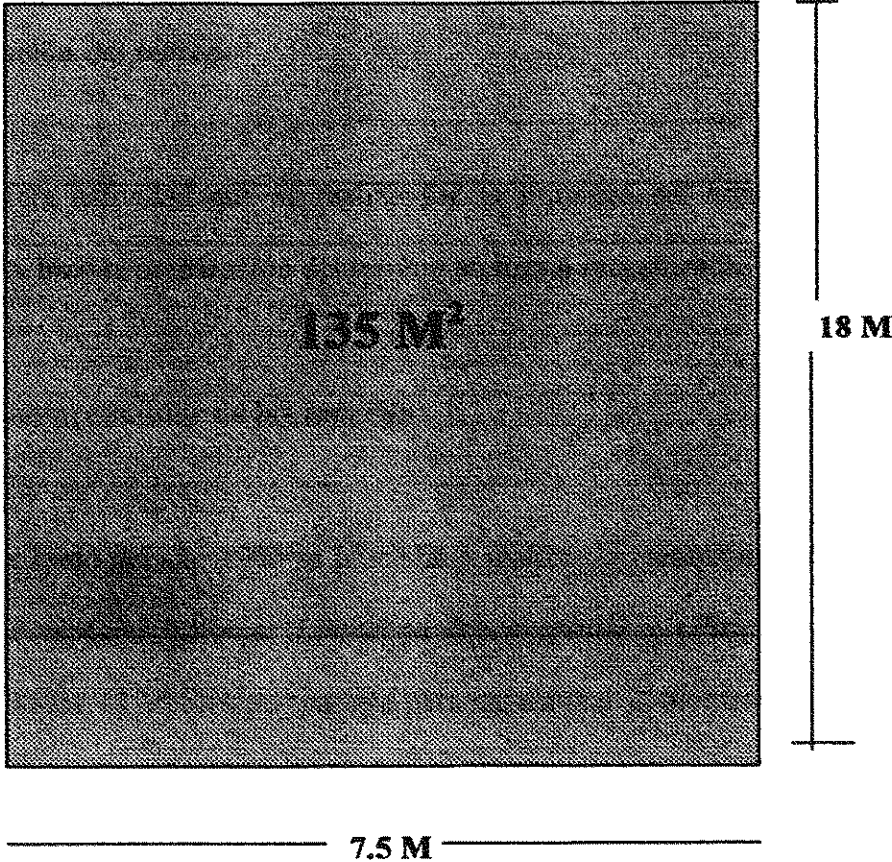


FIGURA. 2 Croquis del campo de cultivo en callejones de *G. Sepium* y *L. Leucocephala*, espaciamiento 7.5 m. (Diseño experimental BCA) finca EL PLANTEL. Tipitapa, Managua, Nic.

C: CONTROL (Monocultivo sin fertilización) MG : Maíz + *Gliricidia Sepium* ML: Maíz + *Leucaena Leucocephala*. MCF : Monocultivo con fertilización.

FIG. 3.- Dimensiones de la parcela util. Finca EL PLANTEL, Tipitapa, Managua, 1996. *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* + *Zea mays*





### **3.4- Establecimiento del ensayo**

#### **3.4.1 preparación del terreno**

La primera actividad que se realizó fue la limpieza del área de estudio, de forma manual luego se hizo la preparación del terreno en forma mecanizada.

#### **3.4.2 medición preliminar de las especies**

El 25 de Junio del año 1996 se procedió a realizar la medición Dasométrica (diámetro y altura) de las especies arbóreas *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*. Luego se seleccionaron al azar 18 arboles por parcela para determinar la biomasa, estos fueron podados a 1 metro de altura. Se procedió a pesar el follaje y tallo, posteriormente se extrajo una sub muestra de 500 gr. a cada una de las muestras, estas fueron llevadas a un horno de ventilación forzada a 70 1C para su secado y finalmente se determino el peso seco a través de la siguiente formula.

$$PS = PV \times ( Ps / Pv ).$$

Donde :

PS = peso seco de hojas o tallo.

PV = peso verde de hoja o tallo.

Ps = peso seco de hoja o tallo después del secado al horno a 70 1C, hasta peso constante.

Pv = peso verde de la hoja o tallo de la muestra antes de secar.

El resto de la muestra se aplico en la parcela en forma de mulch. Posteriormente se podaron el resto de árboles y la biomasa se aplicó al suelo

### **3.4.3 Siembra del cultivo de maíz**

A inicios de Julio de 1996 se preparo el terreno que consistió en gradeo y remoción del suelo. Preparada el área se procedió a la siembra del maíz, en forma manual a razón de dos semillas por golpe a una distancia entre surco de 0.75 metro y entre planta de 0.20 metro obteniéndose una densidad de 53,000 plantas / ha.

A los 20 días después de la siembra, se procedió a medir la altura y el diámetro de 10 plantas que fueron seleccionadas al azar, dentro de cada tratamiento las mediciones se realizaron a intervalos de 7 días, para lo cual se utilizo un Vernier y una regla milimetrada. Se realizaron un total de 6 mediciones previo a la cosecha.

El control de las malezas se hizo a los 20 días después de la siembra. No se realizo una segunda fertilización. Además no se le realizo entre saca al cultivo.

### **3.3 Variables medidas**

1- Para las especies arbóreas se midieron las siguientes variables: Figura 2.

- Diámetro
- Altura
- Biomasa del follaje
- Biomasa del tallo
- Biomasa total

- Cuantificación de leña.

Estas variables fueron medidas en los arboles seleccionados en cada parcela.

**2- Para el cultivo se midieron las siguientes variables:**

- Altura de plantas
- Diámetro de las plantas
- Total de plantas evaluadas
- Numero de mazorcas buenas y malas
- Rendimiento

Para la medición de estas variables se seleccionaron 10 plantas de matiz por tratamiento en cada parcela.

**3.6 Procesamiento de la información**

Los datos recolectados fueron digitados y analizados en el programa estadístico EXCEL y el informe en WORD 95.

## **IV.- RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1- Cultivo de maiz.**

#### **4.1.1 Rendimiento.**

En el análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo, se observó efecto de las fuentes de variación evaluadas (cuadro 1a.) indicando que existen diferencias significativas en los tratamientos y bloques sobre el rendimiento del cultivo.

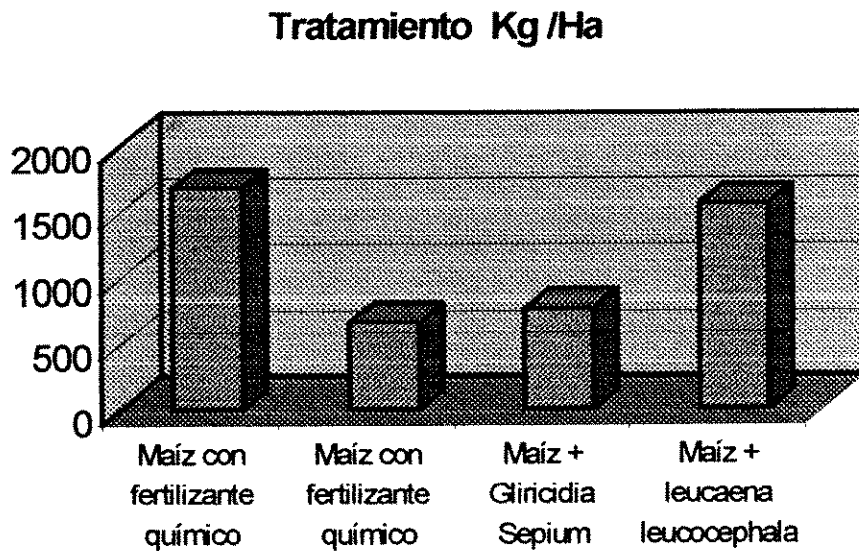
Los mayores rendimientos se obtuvieron en el tratamiento donde se le aplicó fertilizante, que corresponde a 1682,56 Kg. / ha, en donde no existe la presencia de árboles, que afecten la absorción de nutrientes por el cultivo, así como el efecto de sombra ejercida por los árboles. Sin embargo los rendimientos obtenidos en los tratamientos con árboles son mayores, (maíz + Leucaena 1564,21kg / ha, y Maíz + Gliricidia 772,61 Kg / ha) que la parcela control (606,95 Kg / ha) sin la presencia de árboles (Figura 4).

Esto viene a ser reforzado por Ferko B. Y Mirjam O. (1988). Mencionan que en estudios realizados en la zona costera de Kenya, los rendimientos de maíz asociado con Leucaena fueron un 55 % más alto que en el control en el 1er año y cinco veces y media más alto que el control en el 2do año, siendo un ejemplo valioso del uso de este sistema en situaciones de degradación por una disminución básica de la base de recursos.

En un estudio realizado por Rodríguez (1992) en el mismo ensayo los rendimientos mayores se obtuvieron en la parcela control con 169 Kg / ha y los rendimientos obtenidos en los tratamientos con árboles fueron de 146 Kg / ha. Contrario a los rendimientos obtenidos en este estudio, siendo mayores los tratamientos con árboles que en la parcela control (cuadro 1). Esto es debido a que en el estudio de 1992 el ensayo estaba recién establecido y los árboles no habían fijado suficiente cantidad de nutrientes en el suelo, para que se observara su efecto. Jiménez (1990) menciona que el sistema de cultivo en callejones, contribuye a mantener la fertilidad en el suelo y permite obtener rendimientos sostenidos en el tiempo. Esto es debido a que existen árboles o arbustos con potencial para restaurar la fertilidad y mantener una producción estable del cultivo.

**Cuadro 1. Producción de maíz obtenidos en los cuatro sistemas estudiados en cultivos en callejones, en la finca El Plantel, Managua, Nicaragua. 1996.**

TRATAMIENTO Kg / ha	Rendimiento en Kg / Ha
Maíz con fertilizante químico	1682.5
Maíz sin fertilizante químico	673.72
Maíz + Gliricidia Sepium	772.61
Maíz + Leucaena leucocephala	1564.21



**Figura 4. Producción de maíz en los cuatro tratamientos evaluados, en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua. 1996.**

Los rendimientos de maíz obtenidos demuestran que existen diferencias significativas entre los rendimientos de monocultivo 1178.14 Kg / ha y los de asocio con árboles 1168.41 Kg / ha, esto se atribuye a la competencia que ejercen los árboles sobre el cultivo (cuadro 1).

Estos resultados concuerdan con Rodríguez (1992) que también encontró diferencias significativas entre los rendimientos de monocultivo con 481 Kg / ha y los de asocio con árboles de 146 Kg / ha. Lo anterior expuesto viene ha ser reforzado por IITA (1981), y Sánchez (1989), que afirman que con frecuencia los rendimientos de maíz en las parcelas de monocultivo son mayores que las parcelas en cultivo en callejones. Kass *et al* 1989, señala que

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

Ferkon B. Y Mirjam señalan que en experimentos llevados a cabo por el CATIE 1987, se encontró que los rendimientos de maíz en el sistema de cultivos en callejones utilizando *Gliricidia sepium* (2007 Kg /ha) siempre fueron más bajos que en el monocultivo 2212 Kg /ha al cabo de dos años y luego de cultivar dos veces maíz se puede observar la disminución en los rendimientos del maíz del segundo ciclo fueron del orden del 70 % en las parcelas con N provenientes de fuentes minerales mientras que en las parcelas con N provenientes del material de poda de *Gliricidia sepium* fue solo del 50 %.

De acuerdo a los resultados obtenidos (cuadro 1) comparando los rendimientos de los tratamientos de monocultivo sin fertilización química (67372 Kg /ha) y el de asocio de maíz + *Leucaena leucocephala* (1564.21 Kg /ha) y maíz + *Gliricidia sepium* (772.61 Kg /ha) se concluye que el efecto de los árboles, tiene un carácter positivo sobre el rendimiento del cultivo de maíz, ya que este resultó ser mayor donde habían árboles, que donde no habían (parcela control).

#### **4.1.2.- Altura de la planta de maíz**

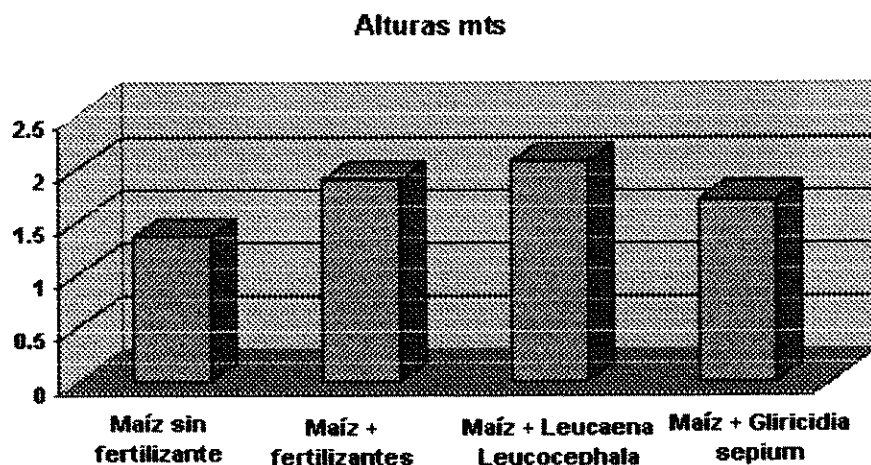
En el análisis de varianza para la variable altura existe efecto de las fuentes de variación (Cuadro 2), indicando las diferencias significativas en cuanto a las fechas de medición y los tratamientos evaluados con un valor de  $Pr > F$  de 0.001.

Las mayores altura se alcanzaron en el tratamiento de asocio maíz + *Leucaena leucocephala* con 2,07 m, lo que indica que no afectó la sombra de los árboles en el crecimiento del cultivo, el tratamiento maíz + fertilizante alcanzó alturas promedio de 1,90m, el asocio de maíz + *Gliricidia sepium* 1.71 y las parcelas control fue la que presentó las alturas promedio menores con 1.35m (anexo 2), debido quizás a la poca cantidad de nutrientes que existen en el área, que impide el crecimiento normal del cultivo.

**CUADRO 2. Altura promedio de las plantas de maíz en los sistemas evaluados. Finca EL PLANTEL, MANAGUA, NICARAGUA. 1996.**

TRATAMIENTOS	ALTURA(m)
Maíz + fertilizante	1.35
Maíz + Sin fertilizantes	1.90
Maíz + <i>Leucaena Leucocephala</i>	2.07
Maíz + <i>Gliricidia sepium</i>	1.71

Los datos de altura obtenidos de los sistemas evaluados, nos demuestran que existen diferencias entre las alturas promedios alcanzadas en las plantas del monocultivo con 1.62m, y las de asocio de maíz con árboles con 1.89m (Figura 5)



**Figura 5. Altura promedio de las plantas de maíz en los cuatro tratamientos. Finca EL PLANTEL, Managua, NICARAGUA. 1996.**

#### 4.1.3.- Diámetro de la planta de maíz:

En el análisis de varianza para la variable diámetro se obtuvo que hay efecto de las fuentes de variación (anexo 3a.), lo que nos indica que existen diferencias significativas del efecto de los diferentes sistemas evaluados con un valor de de 0.001.

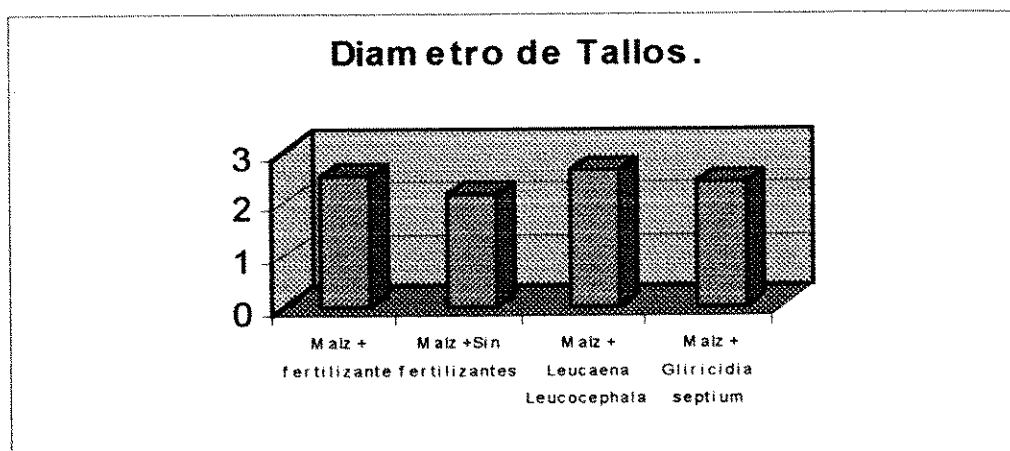
Al igual que los valores de altura del cultivo, los mayores diámetros se encontraron en el tratamiento asociado Maíz + *Leucaena Leucocephala* con 2.65 cm, seguido por el tratamiento Maíz + fertilizante con 2.51 cm, Maíz + *Gliricidia sepium* con 2.42 cm, y los

menores diámetros se obtuvieron en la parcela control con valores de 2.16 cm(Cuadro 3).

**Cuadro 3.- Diámetro promedio de las plantas de Maíz en los cuatro tratamientos. evaluados en la Finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua. 1996.**

Tratamiento	Altura (m)
Maíz + fertilizante	2.51
Maíz + Sin fertilizantes	2.16
Maíz + <i>Leucaena Leucocephala</i>	2.65
Maíz + <i>Gliricidia sepium</i>	2.42

Los datos obtenidos de los diámetros promedios de las plantas de maíz, nos demuestran que existen diferencias entre los diámetros por las plantas del monocultivo con 2,33 cm y de asociado de maíz con árboles con 2,53 cm (Figura 6).



**Figura.-6 Diámetro de tallo de la planta de maíz en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua. 1996.**

## 4.2.- Componente arbóreo

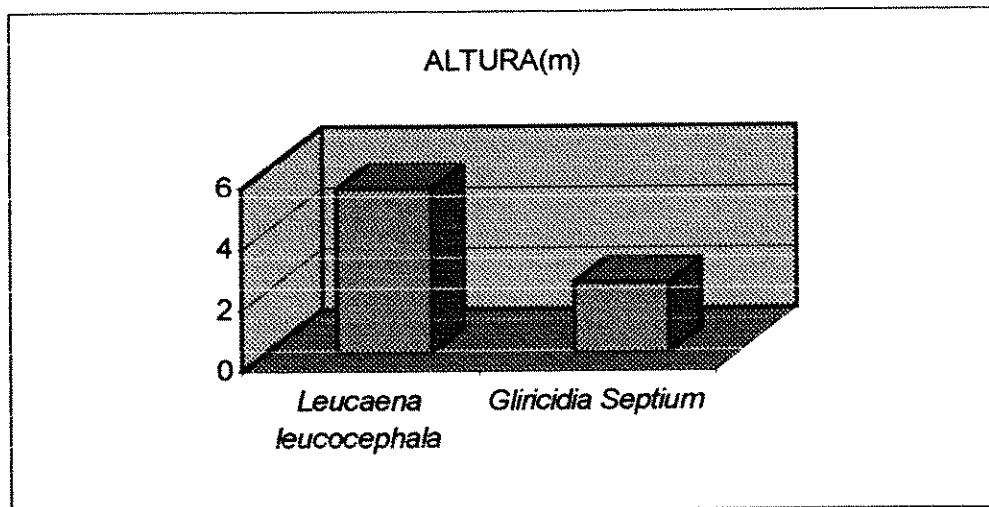
### 4.2.1.- Variable altura

En el análisis de varianza para la variable altura de los árboles se observó que existen diferencias altamente significativas entre las especies con un valor de  $Pr > F$  de 1.066288, no así para los diferentes bloques (anexo 4). La altura de *Leucaena* superó ampliamente a la de *Gliricidia* (5.39m vs 2.27m), en un 40.8% (Figura 7).



**Cuadro 4. Altura promedio de dos especies arbóreas evaluadas en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua. 1996.**

ESPECIE	ALTURA(m)
<i>Leucaena Leucocephala</i>	5.39
<i>Gliricidia Sepium</i>	2.27



**Figura 7.- Altura promedio de las especies arbóreas evaluadas en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua, 1996.**

#### 4.2.2.- Variable Diámetro:

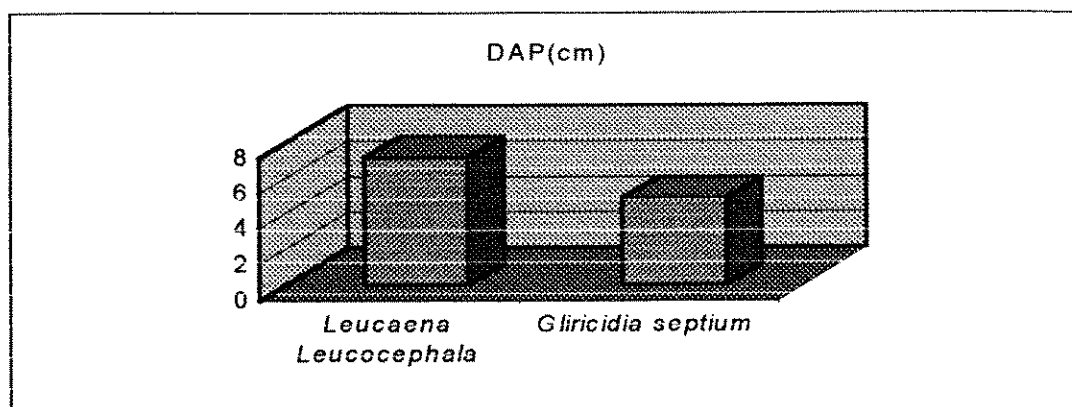
En el análisis de varianza realizado para la variable diámetro de los árboles se observó que existen diferencias altamente significativas para las especies con un valor de  $F_c$  0.4581491 (anexo 5).

**Cuadro No 5 Diámetro promedio de las especies evaluadas en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua, 1996.**

ESPECIES	DAP(cm)
<i>Leucaena Leucocephala</i>	7.15
<i>Gliricidia sepium</i>	4.84

Los mayores diámetros los obtuvo la especie de *Leucaena* superando ampliamente a *Gliricidia*, con valores de 7.15 cm vs 4.84 cm, correspondiendo a un 90% mayor (cuadro 5).

Los resultados de altura y diámetro de los árboles, que se realizaron en este estudio concuerdan con los realizados por Bonilla y Calero (1993), donde encontraron mayores diámetros y alturas en la especie de *Leucaena*, superando ampliamente a *Gliricidia* (Altura: 3.684 m. Vs 2.304 m y Diámetro de 5.174 cm vs 4.427 cm) (Figura 8).



**Figura.8.- Diámetros Promedios de las especies arbóreas evaluadas en la Finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua, 1996.**

#### 4.2.3.- Producción de biomasa

##### 4.2.3.1 Follaje

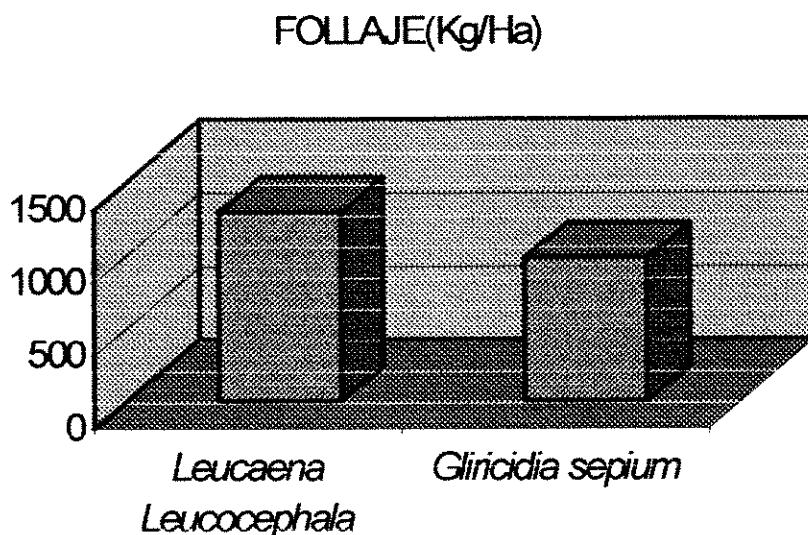
El análisis de varianza para la variable biomasa (follaje), presentó diferencias significativas entre las especies, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia septium*, con un valor de Fc. 0.628. (anexo 6)

La producción de biomasa para *Gliricidia septium* fue de 891.81 Kg./Ha para *Leucaena*, 1295.32 Kg / Ha lo que refleja que la mayor cantidad se obtuvo en esta especie. (Cuadro 6) Esta diferencia entre ambas especies posiblemente se debe a las diferencias anatómicas y condiciones de desarrollo de cada especie.

**Cuadro No 6- Producción de Biomasa (follaje) de las especies arbóreas evaluadas en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua, 1996.**

ESPECIE	FOLLAJE(Kg./Ha)
<i>Leucaena Leucocephala</i>	1295.32
<i>Gliricidia septium</i>	981.91

Rodríguez L. (1992) en el mismo ensayo encontró que la producción de biomasa (Follaje), de *Leucaena* fue mayor que *Gliricidia* (1080 Kg./Ha Vs 122 Kg./Ha). Así también Bonilla y Calero (1993) obtuvieron mayor producción de biomasa de *Leucaena* que *Gliricidia* (1422.7 Kg./Ha vs 793.8 Kg./Ha). En los datos anteriores podemos observar que ha habido una disminución de la producción de biomasa (Follaje) en *Leucaena*, no así *Gliricidia* que ha tenido un buen incremento.



**Figura.9.- Producción de Follaje de las especies arbóreas evaluadas en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua, 1996.**

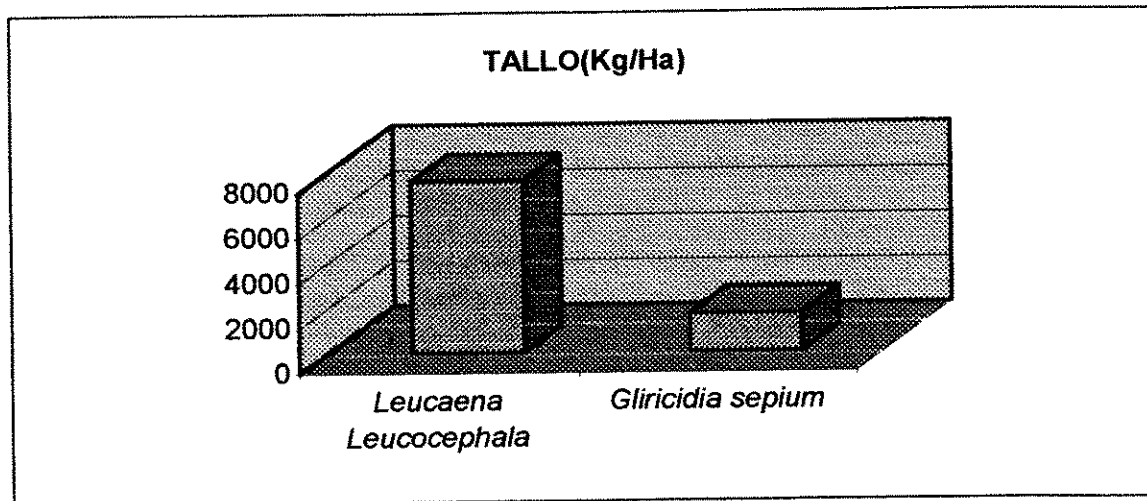
#### 4.2.3.2.- El Tallo

El análisis de varianza de la variable biomasa (tallo), presentó diferencias altamente notorias entre ambas especies con un valor de Fc. 0.006 (Cuadro 7a). Al igual que en la cantidad de biomasa (Follaje) la especie *Leucaena leucocephala* obtuvo mayor producción de biomasa (Tallo) con un valor de 7909.27 Kg /Ha y para *Gliricidia sepium* 1703.08 kg./Ha. (Cuadro 7). Esta gran diferencia no deja ninguna duda de la superioridad de producción de biomasa leñosa de la especie de *Leucaena leucocephala* sobre *Gliricidia sepium*.

Estos resultados concuerdan con Rodríguez (1992), Bonilla y Calero (1993), que en el mismo ensayo obtuvieron una mayor producción de biomasa (tallo) en la especie *Leucaena leucocephala* que supero ampliamente a *Gliricidia sepium*.

**Cuadro No7. Producción de biomasa tallo de las dos especies evaluadas. En la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua. 1996.**

ESPECIE	TALLO(Kg./Ha)
<i>Leucaena leucocephala</i>	7609.27
<i>Gliricidia sepium</i>	17.03.08



**Figura10. Producción de biomasa(Tallo) para las especies arbóreas evaluadas, en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua. 1996.**

En estudios realizados por MARENA (Servicio Forestal Nacional); 1994 en San Isidro Matagalpa para *Leucaena leucocephala* a los 34 meses de edad tuvo un promedio en altura de 5.1 mts y un desarrollo de diámetro de 3.6 cm al realizar tres podas se obtuvo un rendimiento de 2214 Kg /ha de follaje (materia seca) y 7030 Kg /ha materia seca de tallo.

David V. 1991 menciona que en un estudio realizado sobre el comportamiento de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) bajo del sistema de cultivo, en callejones en condiciones Bosque húmedo tropical y 12 meses de edad, tuvo un promedio de altura de 2.64 mts y 2.75 mts al realizar la poda tuvo un rendimiento de materia seca de follaje 881 Kg /ha y 1545 Kg /ha de tallo.

#### 4.2.3.3.- Producción de Biomasa Total

Al considerar la biomasa total (Biomasa Foliar + Biomasa tallo), se obtuvo 8904.58 Kg./Ha para *Leucaena leucocephala* y 2594.89 Kg./Ha para *Gliricidia sepium*, lo que representa una gran diferencia entre ambas especies.

En el cuadro 8, se observa que el comportamiento de peso seco tanto de tallo como de follaje fue mayor en *Leucaena Leucocephala*.

**Cuadro No 8. Producción total de biomasa para las especies evaluadas en cultivo en callejones en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua. 1996.**

ESPECIE	BIOMASA FOLIAR Kg./Ha	BIOMASA TALLO Kg./Ha	BIOMASA TOTAL Kg./Ha
<i>Leucaena leucocephala</i>	1295.31	7609.27	8904.58
<i>Gliricidia Sepium</i>	891.81	1703.08	2594.89

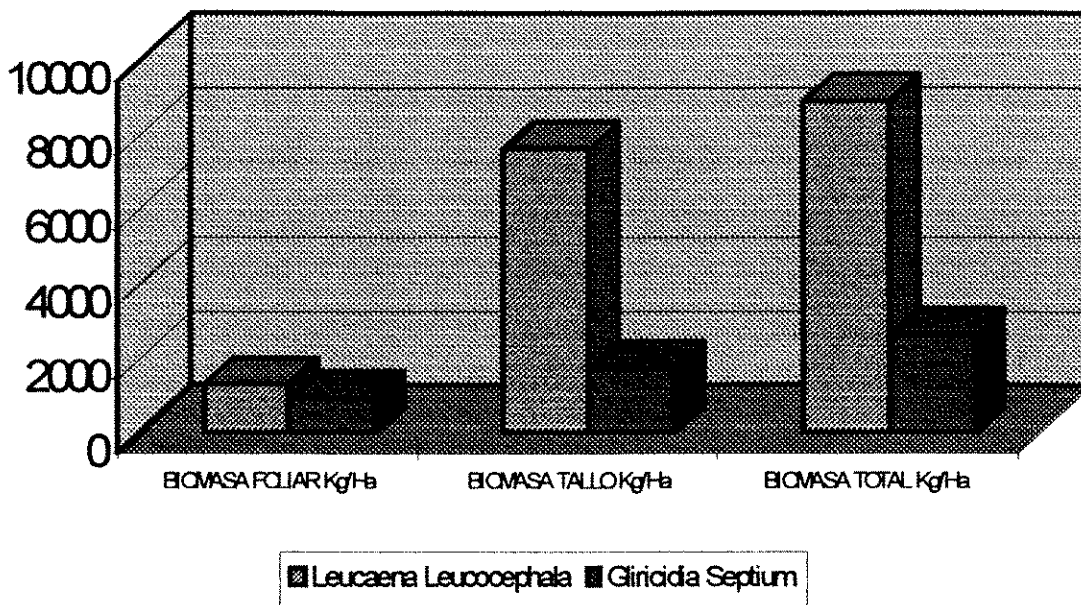
Estos resultados concuerdan con Bonilla y Calero, 1993, en el mismo ensayo encontraron diferencias de producción de biomasa total entre las dos especies evaluadas siendo mayor la suma de (biomasa foliar y biomasa leñosa), para *Leucaena Leucocephala* con 5,653.1 Kg /ha y *Gliricidia sepium* con 1,460.3 Kg /ha.

Esto viene a ser reforzado por Ferko B. y Mirjam O. (1990), quienes mencionan que en un experimento en Ibadan en precipitaciones de 150 mm terrenos llenos con *Gliricidia sepium* y *Leucaena Leucocephala*, podadas cuatro veces/ año/ lograron producir 30 y 38 ton/ año/ año respectivamente de biomasa total (follaje y tallo).

Reforzando lo antes expuesto Ferko B y Mirjam O. 1990 mencionan que en un experimento en Nigeria con *Leucaena Leucocephala* y *Gliricidia sepium* asociados con maíz las especies arbóreas de dos mts de distancia, fueron expuestas a diferentes alturas y frecuencia de poda, para las especies arbóreas, la biomasa, la materia seca y el nitrógeno aumentaron con frecuencia y disminuye entre si teniendo una producción para *Leucaena* de 14 ton/ materia seca/ ha/ año mayor que la de *Gliricidia* 9 ton/ materia seca/ ha/ año.

La producción de biomasa total es un indicador de la cantidad de material que puede incorporarse al suelo para su conservación y enriquecimiento, por lo que los resultados (cuadro No. 8) nos demuestran que *Leucaena Leucocephala* presenta mejores oportunidades para establecer en cultivo en callejones, en zona con condiciones similares al lugar de este estudio

## BIOMASA TOTAL



**Figura. 11. Biomasa Total de las especies arbóreas evaluadas, en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua, 1996.**

## V.- CONCLUSIONES.

1. En el rendimiento se determinaron diferencias significativas para los diferentes sistemas de cultivos evaluados, obteniéndose los mayores resultados en el tratamiento de maíz con fertilización.
2. Los rendimientos de los tratamientos de asocio, maíz con árboles, fueron mayores que la parcela control. (Sin árboles).
3. En las variables altura y diámetro de las plantas de maíz, se determinaron diferencias entre los sistemas de cultivos evaluados, correspondiendo los mayores resultados al tratamiento de asocio de maíz con *Leucaena leucocephala*.
4. La producción de biomasa tanto de follaje como de tallo fue considerablemente mayor en *Leucaena leucocephala* que en *Gliricidia sepium*.
5. El crecimiento de los rebrotes en la altura y diámetro de *Leucaena leucocephala* superó ampliamente a *Gliricidia sepium*.
6. De acuerdo con los datos obtenidos en el estudio, se afirma que la especie *Leucaena leucocephala* dio mejores resultados que *Gliricidia sepium*, por tanto es más conveniente el uso de esta especie en el sistema de cultivo en callejones, bajo las condiciones en que se realizó este estudio.
7. Los rendimientos del cultivo fueron mayores en el monocultivo que en el cultivo en callejones.

## **VI RECOMENDACIONES**

1. Registrar todos los costos de los insumos y actividades que implica el estudio de un análisis económico.
2. Realizar el estudio de cultivo en callejones con rotación de cultivos e incorporación de rastrojo.
3. En ensayos posteriores medir todos los componentes del rendimiento de los cultivos para una mejor evaluación del sistema de cultivo en callejones.



## VII.- BIBLIOGRAFIA

- BONILLA Y CALERO, 1993. Informe de ensayo de cultivo de maíz en callejones de *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*, plantados en dos arreglos espaciales. Tipitapa, Managua, Nicaragua. 12 p.
- CATASTRO, 1970. Levantamiento de suelos de la región pacífica de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 591 p.
- CENTRO AGRONÓMICO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE), 1984. Especies para leña; arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica. 4 p.
- CENTRO AGRONÓMICO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE), 1986. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los Trópicos. San José, Costa Rica, 219 p.
- CENTRO AGRONÓMICO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE), 1991. Madreado; Especies de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica.
- DAVID V. 1991. Comportamiento de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) Bajo el sistema de cultivos en callejones en condiciones de El "RECREO" Bosque tropical húmedo. UNA- Managua.
- ESCOBAR M.L. 1990. Dinámica de nitrógeno en un cultivo en callejones de poro ERITRINA POEPPIGIANA (Walpers) O.F. Cook y madero negro *Gliricidia Sepium* (Jack) Steud con frijol común *Phaseolus Vulgaris* L. Turrialba, Costa Rica. 98p.
- FASSBENDER, H.W. 1982. Química de suelo con énfasis en los suelos de América Latina. San José, Costa Rica IICA 398 p.
- FERKO B. Y MIRJAM OLSTHOORN. 1990. Cultivos en callejones Estudio en la finca experimental "La Esperancita". Nueva Guinea- Nicaragua.
- HOLDRIDGE, R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José Costa Rica, IICA 206p.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, 1992. Nota técnica número 5. *Leucaena Leucocephala*. Managua, Nicaragua.

- INSTITUTO NICARAGÜENZE DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, 992. Nota técnica número 18. Cultivo de Callejones. Managua, Nicaragua.
- JIMENEZ, J.M. 1990. Análisis de crecimiento y fenología del maíz (*Zea mays*, L.C.J. Tuzpeño) en el cultivo en callejones con poro(*Erihiria poeppigiana*), Walpers, O.F. Cook), plantado a cuatro arreglos espaciales. Turrialba, Costa Rica. 124 p.
- KANT, B.T. 1986. Cultivo en hileras: Una opción estable en la agricultura nómada. Ibadan Nigeria. 22p.
- LOPEZ J. 1990. Establecimiento del ensayo Agroforestal Maíz + *Leucaena Leucocephala* y *Gliricidia Sepium*. Finca "El Plantel", Managua - Nicaragua.
- MARENA 1994. Estudio realizado para evaluar productividad de *Leucaena Leucocephala* (Lam) de Witt manejada bajo tres diferencias de poda. San Isidro Matagalpa. Nota técnica No. 40.
- MENDIETA L.M., 1989. Composición química de procedencias y familias de *Gliricidia Sepium* de México, América Central y Panamá. Tesis MSC. Turrialba Costa Rica. CATIE.
- MENDIETA L.M., 1986. Texto básico de agroforestería. Managua, Nicaragua. 108 p.
- MIP/ZAMORANO – COSUDE. 1996. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo de MAIZ. Zamorano, Honduras.
- PANIAGUA V.A. 1991. Metodología de fraccionamiento de fósforo del suelo, en un sistema de cultivo de callejones. Tesis MSC. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- RODRIGUEZ R.L., 1991. Análisis del comportamiento de las variables meteorológicas; velocidad del viento, temperatura del aire del sistema agroforestal *coofea arabica* y *eritrina poeppigiana*. Turrialba, Costa Rica 80 p.
- RODRIGUEZ R.L., 1993. Evaluación del cultivo en callejones de *Leucaena* y *Gliricidia*, asociados con el cultivo de Maíz.
- SANCHEZ J.F. 1989. Análisis de estabilidad y dinámica de sistemas de producción en cultivo de callejones. Turrialba, Costa Rica. 174 p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. 1993. Informe de Proyecto; estudio de componentes Agroforestales de Nicaragua. ECFOR.
- ZELAYA MC 1990. Los suelos y sus aptitudes agrícolas en la finca EL PLANTEL, Managua, Nicaragua.

## LISTA DE ANEXOS

### Anexo 1: Análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo de maíz

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Efectos principales	3059402.733	5	611880.547	8.532	0.11
Repetición	844071.451	2	422034.725	5.885	0.39
Tratamiento	2215331.283	3	738443.761	10.296	0.09
Error	430318.333	6	71719.722		
Total	3489721.006	11	317247.066		

### Anexo 2 : Análisis de Varianza para la variable altura de la planta de maíz

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Efectos principales	18.315	10	1.832	122.540	0.001
Repetición	0.031	2	0.016	1.042	0.359
Tratamiento	1.366	3	0.455	30.465	0.001
Fecha	16.918	5	3.384	226.384	0.001
Error	0.912	61	0.15		
Total	19.227	71	0.271		

**Anexo 3: Análisis de Varianza para la variable diámetro de la planta de maíz**

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Efectos principales	15.613	10	1.561	125.233	0.001
Repetición	0.025	3	0.012	36.149	0.375
Tratamiento	1.352	2	0.451	0.997	0.001
Fecha	14.236	5	2.847	228.357	
Error	0.761	61	0.012		
Total	16.374	71	0.231		

**Anexo 4: Análisis de Varianza para la variable altura de los arboles**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Bloque	0.1605225	2	0.0802612		
Tratamiento	14.57041	1	14.570410	193.5712	1.066288
Error	0.1505432	2	0.0752716		
Total	14.88148	5			

**Anexo 5: Análisis de Varianza para la variable diámetro de los arboles**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Bloque	0.091705	2	0.045852		
Tratamiento	7.981034	1	7.981034	79.74463	0.4581491
Error	0.200164	2	0.100082		
Total	8.272904	5			

**Anexo 6: Análisis de Varianza para la variable peso seco del follaje**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Efectos principales	250939.269	3	83646.423	0.110	0.947
Bloque	6712.834	2	3356.412	0.004	0.996
Tratamiento	244226.445	1	244226.445	0.321	0.628
Error	1520656.251	2	760328.125		
Total	1771595.522	5	354319.104		

**Anexo7 : Análisis de Varianza para la variable peso seco del tallo**

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Pr>F
Efectos principales	53201455	3	11733818.276	56.508	0.017
Bloque	876952	2	438476.239	1.397	0.417
Tratamiento	52324502	1	52324502.042	166.728	0.006
Error	627662	2	313831.042		
Total	53829117	5	10765823.382		