

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTABLECIMIENTO DE UN ENSAYO AGROFORESTAL CON DOS ESPECIES LEGUMINOSA
Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala**

**Autor: Javier Antonio López Larios
Asesor: ING. Randolph Van Ginkel**

Managua, 1990.

RESUMEN

El cultivo en callejones o "Alley Cropping" es un sistema de producción que asocia árboles de rápido crecimiento con cultivos alimenticios anuales como; maíz, frijol, sorgo, etc. (Sánchez y Salinas 1983). En este sistema los cultivos anuales crecen entre hileras de arbustos leñosos o árboles, siendo podados periódicamente durante la época de cultivo para prevenir la sombra y suministrar abono verde al cultivo acompañante.

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de las especies leguminosas arbóreas Gliricidia y Leucaena hasta su establecimiento en el sistema de cultivo en callejones.

Se encontró a nivel de vivero que las especies leguminosas obtuvieron una germinación de 88.5 % para Leucaena leucocephala y 89.5% Gliricidia sepium, el crecimiento promedio a los 50 DDS fue de ;41.23 cm y 44.65 cm para ambas especies respectivamente.

A nivel de plantación la sobrevivencia registrada a los 90 y 180 DDS fue de 98% y 90% para Leucaena y con un crecimiento promedio de 86 y 140 cm en ambas mediciones por ende el establecimiento de dicha especie al sistema. En cambio Gliricidia registró una sobrevivencia de 83% y 67.5% a los 90 y 180 DDS, mientras el crecimiento sólo se realizó a los 90 DDS con un promedio de 77cm debido al ataque de roedores que ocasionó serios daños a esta especie.

Las plagas encontradas en esta etapa del sistema fue el ataque de roedores a Gliresctia ocasionando un 32.5% de daño sobre esta especie otra plaga encontrada es Mocis latipes (falso medidor) que atacó a Leucaena sin causar serios daños.

Las malezas que predominan en el ensayo son ; Melanthera nivea
Ixophorus unisetus Centrosema sp y Phyllanthus amarus

DEDICATORIA

A mi Madre Bernarda Antonia Larios Tapía por su gran esfuerzo, amor y confianza.

A mi esposa Janeth Acevedo Vásquez por todo el sacrificio y comprensión.

A mis hijas María José y Janice Elliette con amor.

A Georgina Orozco por su gran amistad y apoyo en todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Randolp Van Ginkel asesor, por su permanente guía y colaboración.

A la autoridad Sueca para la cooperación en la investigación con los países en desarrollo (SAREC) por el apoyo logístico y financiero.

Al personal técnico que conforman el Proyecto de Desarrollo de Componentes Agroforestales del ISCA - ECFOR.

A la Lic. Marcía Mendieta López por sus consejos y recomendaciones en la elaboración del trabajo de diploma.

Al Lic. Roberto López por su ayuda en el trabajo de campo e identificación de Sp.

A todo el personal docente y no docente de la Escuela de Ciencias Forestales (ECFOR) que con su colaboración pudo ser efectivo este trabajo.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo de diploma.

3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1 Etapa de vivero	10
3.1.1 Localización del sitio	10
3.1.2 Origen del material experimental	10
3.1.3 Establecimiento del vivero	10
3.1.4 Variables medidas en vivero	12
3.2 Ensayo a nivel de campo	
3.2.1 Localización y características del sitio experimental	12
3.2.2 Clima	15
3.2.3 Suélo	15
3.2.4 Historia del uso del sitio experimental	16
3.2.5 Descripción del material experimental	16
3.2.6 Diseño experimental	18
3.2.7 Establecimiento del ensayo	18
3.2.8 Variables medidas en la etapa de plantación	20
4. RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1 Etapa de vivero	21
4.1.1 <u>Leucaena leucocephala</u>	21
4.1.1.1 Tasa de germinación	21
4.1.1.2 Capacidad germinativa	22
4.1.1.3 Energía germinativa	22
4.1.1.4 Altura	22

4.1.2	<u>Gliricidia sepium</u>	22
4.1.2.1	Tasa de germinación	22
4.1.2.2	Capacidad germinativa	23
4.1.2.3	Energía germinativa	23
4.1.2.4	Altura	23
4.2	Etapa de plantación	25
4.2.1	Sobrevivencia	25
4.2.2	Crecimiento	27
4.2.3	Plagas	29
4.2.4	Caracterización de malezas	30
5.	CONCLUSIONES	32
6.	RECOMENDACIONES	34
7.	BIBLIOGRAFIA	35
8.	ANEXO	37

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Características químicas del suelo del sitio experimental. "El Plantel", Managua, Nic. 1990	16
Cuadro 2. Valores promedios de sobrevivencia (%) a nivel de plantación para <u>Leucaena leucocephala</u> var K-8. El Plantel, Managua, Nicaragua 1989-1990	25
Cuadro 3. Valores promedios de sobrevivencia (%) a nivel de plantación para <u>Gliricidia sepium</u> . El Plantel, Managua, Nicaragua 1989-1990	27
Cuadro 4. Análisis de varianza del crecimiento de <u>Leucaena leucocephala</u> var K-8 y <u>Gliricidia sepium</u> a los 90 días después de la siembra	27
Cuadro 5. Análisis de varianza del crecimiento de <u>Leucaena leucocephala</u> a los 180 DDS	29
Cuadro 6. Análisis de varianza para la diferencia en crecimiento entre la primera (90 DDS) y segunda medición (180 DDS) de <u>Leucaena leucocephala</u>	29
Cuadro 7. Malezas presentes en un sistema de cultivo en callejones maíz+leguminosas arbóreas. El Plantel, Managua, Nicaragua 1990	31

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Localización de la Finca Experimental "El Plantel".	13
Fig. 2. Ubicación del Ensayo Agroforestal de "Cultivo en callejones"	14
Fig. 3. Diseño experimental.	17
Fig. 4. Curva de germinación diaria y acumulativa de <u>Leucaena leucocephala</u>	24
Fig. 5. Curva de germinación diaria y acumulativa de <u>Gliricidia sepium</u>	24
Fig. 6. Curva y rango de crecimiento para <u>Leucaena leucocephala</u> en etapa de vivero	26
Fig. 7. Curva y rango de crecimiento para <u>Gliricidia sepium</u> en etapa de vivero	26
Fig. 8. Malezas predominantes en el ensayo agroforestal de cultivo en callejones maíz + leguminosas arbóreas	31

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Análisis de suelo a nivel de vivero. Finca Las Mercedes, Managua, Nicaragua, 1989
- Anexo 2. Análisis de suelo de la finca El Plantel, Managua, Nicaragua, 1990
- Anexo 3. Diagrama del distanciamiento entre hileras de árboles a 3.75 m. Ensayo de cultivo en callejones (maíz + leguminosas arbóreas). El Plantel, Managua, Nic. 1989.
- Anexo 4. Diagrama del distanciamiento entre hileras de árboles a 7.5 m. Ensayo de cultivo en callejones (maíz + leguminosas arbóreas). El Plantel, Managua, Nic. 1989.
- Anexo 5. Diagrama de las parcelas con tratamientos de fertilización orgánica (mulch de especies arbóreas).
- Anexo 6. Valores promedios de crecimiento de las especies leguminosas arbóreas a los 90 DDS.

1. INTRODUCCION

La agricultura migratoria es el sistema de producción predominante en las regiones tropicales. Esta puede definirse como un ciclo de producción que incluye la rotación de parcelas de cultivo y una etapa de descanso o barbecho (CATIE, 1987). Este sistema considera principalmente la reducción de los riesgos de las cosechas y no el logro de una producción óptima.

Con el crecimiento de la población los campesinos se ven obligados a reducir el período de descanso (barbecho) de la tierra, iniciándose así el proceso del deterioro de la capacidad de producción del suelo, causando una disminución de las cosechas lo que obliga al campesinado a entrar en una espiral descendiente (ocupar más tierra y/o reducir aún más el período de barbecho).

La deforestación mediante la tala y quema, ha afectado la capacidad productiva de la tierra en los trópicos, ya que los suelos se ven seriamente deteriorados por la erosión, por la pérdida natural de los nutrientes y por la interrupción del ciclo natural de la materia orgánica y por ende las cosechas disminuyen grandemente después de esta práctica.

Por lo antes expuesto, deben buscarse sistemas de uso de la tierra que permitan controlar la erosión y mantener la productividad de los suelos en forma sostenida. Una de las alternativas son los sistemas agroforestales de Cultivo en

Callejones ("alley cropping"), en el que se puede transformar la agricultura migratoria en un sistema de producción permanente. Sánchez y Salinas (1986) definen que el sistema de cultivo en callejones consiste en asociar árboles de rápido crecimiento con cultivos alimenticios anuales. Las especies arbóreas generalmente son de producción múltiple (madera, leña, estacas, forraje) y de servicio (sombra, materia orgánica, residuos de cobertura, fijación de nitrógeno)

Entre las posibles asociaciones utilizadas en cultivo en callejones se pueden mencionar las siguientes: Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium, Erythrina poeppigiana, Sesbania glandiflora, Albizia lebbek, Tephrosia candida, Calliandra calothyrsus, etc. Estas han sido asociadas con cultivos alimenticios como: frijol (Phaseolus vulgaris), maíz ____ (Zea mays), sorgo (Sorghum sp), Hordeum vulgare, avena (Avena sativa), y arroz (Oriza sativa).

En Nicaragua existen pocas experiencias en el uso de este sistema, únicamente se conoce el realizado por el Proyecto de Agricultura Biología en Nueva Guinea; éste se inició en 1986 con el establecimiento de las plantaciones, contando con gran diversidad de especies arbóreas asociadas con maíz, arroz y frijol (Van Almenkerk, 1987).

Por ende la Escuela de Ciencias Forestales del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA) con el financiamiento de la Autoridad Sueca para cooperación en la Investigación con los países en desarrollo (SAREC),

decidió iniciar un estudio a nivel experimental con el objetivo de conocer la importancia de la aplicabilidad del Sistema de Cultivo en Callejones (Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala asociadas con Zea mays) en Nicaragua. Este considera como primera etapa la producción de plántulas a nivel de vivero, y su evaluación seis meses después de establecido el sistema.

El presente trabajo tiene como objetivo general:

Evaluar el comportamiento de las especies arbóreas a nivel de vivero hasta su establecimiento en el campo.

Como objetivos específicos se pretende lo siguiente:

1. Estudiar la germinación de las especies leguminosas Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala.
2. Evaluar el crecimiento inicial de las especies arbóreas a nivel de vivero.
3. Evaluar la sobrevivencia y el crecimiento seis meses después de establecido el ensayo.
4. Hacer un estudio fitosanitario de las especies arbóreas.
5. Identificar las especies de malezas presentes en el sistema.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción de las especies arbóreas

2.1.1 *Gliricidia sepium* Jacq (Steud).

2.1.1.1 Descripción taxonómica y botánica

Esta especie, conocida como madero negro, madre cacao, mata ratón, pertenece a la familia Leguminosae. Es una especie caducifolia de tamaño mediano con altura de 10-15 m y diámetros menores a 40 cm. La corteza es lisa, de copa abierta con follaje ralo; la forma del árbol varía de recta a torcida y muy ramificada. Posee hojas compuestas imparipinnadas en disposición alterna, con folíolos opuestos. Las flores se presentan en racimos axilares, con una época de floración que inicia de diciembre a febrero. El fruto es una legumbre aplanada dehiscente. La madera es dura y pesada, con una densidad de 0.6, gravedad específica de 0.75 y valor calorífico de 4900 kcal/kg, CATIE (1986).

2.1.1.2 Distribución

Es una especie nativa de las zonas bajas, se encuentra entre los 7°30'N hasta 25°30'N, desde el norte de Sinaloa en México hasta Pedasí en Panamá. CATIE (1986) señala que *Gliricidia* ha sido introducida en las islas del Caribe, Filipinas, Africa y el sur de Asia e Indonesia, en donde se ha naturalizado.

2.1.1.3 Ecología

Las temperaturas oscilan entre 22 y 30°C. En América Central se encuentra en las planicies y en las faldas de las montañas, hasta 1600msnm, encontrándose principalmente abajo

de los 500msnm. Las precipitaciones oscilan entre 600-2500mm/año. Esta especie crece bien en suelos húmedos o secos, incluso suelos con gran concentración calcárea. Con un déficit hídrico hasta de ocho meses por año.

2.1.1.4 Plagas y enfermedades

La literatura con respecto a plagas y enfermedades es muy reducida. Lozano(~~92~~) en un ensayo de postes vivos para cercas, observó el ataque de hormigas cortadoras de hojas. En Trinidad se ha observado dos tipos de áfidos (Aphis laburni y A. eracivora), que atacan las hojas, pero sin causar daño alguno a los árboles. Además se ha observado el ataque de un hongo bacidiomicetes (Pellicularia sp.), la enfermedad puede causar importante defoliación, la mancha se observa con facilidad en el envés y haz de la hoja.

2.1.1.5 Usos

a) **Forraje:** CATIE (1986), reportó que el follaje tierno mezclado con otros alimentos como gramíneas y melaza puede ser ingerido por el ganado, además se ha ensilado para suministrarlo durante la estación seca. El follaje se ha utilizado para alimentar ganado vacuno, cabras, ovejas, etc.

b) **Cercas vivas:** Se hace uso de esta especie debido a su relativa facilidad de establecimiento y prendimiento a partir de estacas de 2m de longitud y diámetros de 4-12cm en la base. En un aprovechamiento realizado con rebrotes de dos años se obtuvo 12.5 Tm/Km de biomasa seca (CATIE, 1986).

c) **Producción de leña:** En Guatemala se obtuvo, a los dos años, 8.9 ton/ha de leña (peso seco) en una plantación

con densidad de 2500 árboles/ha. En Costa Rica se obtuvo, en plantaciones de cuatro años, y con densidades de 1111 árboles/ha, 17.3 ton/ha de leña (CATIE, 1986).

d) **Protección y conservación del suelo:** Baggio (1982), menciona que en Nigeria la utilización de esta especie es eficiente para restablecer la productividad de la tierra para cultivos anuales con solamente dos años de barbecho. Como leguminosa ayuda a la recirculación de elementos nutritivos aportando materia orgánica al suelo, mejorando su estructura y fertilidad, además se utiliza como barrera viva.

2.1.2 Descripción de Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.

2.1.2.1 Descripción taxonómica y botánica

Es conocida como leucaena, ipil-ipil y guaje. Pertenece a la familia Leguminosae. Posee una corteza grisácea, con altura de 20 m. Sus hojas son bipinnadas, las flores están arregladas en cabezuelas globosas; el fruto es una vaina de 20 cm de largo y 2 cm de ancho, puede poseer de 15 a 25 semillas por vaina. Las raíces típicamente son profundas, pivotante y con crecimientos laterales descendientes en ángulos agudos a la raíz principal.

2.1.2.2 Distribución

Esta especie es originaria de Yucatán en México y América Central. Ha sido introducida en Indonesia,

Colombia, Perú, Brasil, Chile, Hawai, China, etc.

2.1.2.3 Ecología

Crece a temperaturas de 10-40°C, con altitud de 0-500msnm. Se adapta a una amplia gamma de suelos (pH de 5.5-8.5). Tolera períodos de sequía hasta de ocho meses, con precipitaciones de 600-2500mm/año. Se establece en cualquier topografía con drenaje adecuado.

2.1.2.4 Plagas y enfermedades

Leucaena muestra alta resistencia a plagas y enfermedades. Meyrat (1985), describe el ataque de un barrenador del tallo, aunque no causa graves daños. Las termitas (comejenes) ataca a las plantas jóvenes, esto ha sido observado en Malawi y en Nicaragua. En Filipinas se ha reportado un hongo que ataca a las vainas jóvenes y a las semillas. Cuando crecen en suelos muy húmedos las plantas jóvenes pueden ser atacadas por el mal del talluelo (Rhizoctonia solani).

Martínez (1983) reporta el ataque de plagas de Psyllids en República Dominicana, éste se encuentra en gran número destruyendo completamente las puntas en crecimiento. Las plagas de lepidópteros ocasionalmente causan daños al tallo; en Taiwan a las hojas fueron severamente dañadas por larvas de polilla tiña (Spatularia minosae). También se ha reportado otra polilla que está causando daño severo a las

flores (Beattie, 1981).

Dentro de las enfermedades de las hojas hasta ahora se ha reportado la causada por Camptomeris leucaenae (Stev y Dalbey) Syd. Esta mancha de hoja fue reportada primero en Puerto Rico en 1919 (Hughes, 1952), y posteriormente en Jamaica, República Dominicana y Venezuela (Ellis, 1971).

2.1.2.5 Utilización

a) **Forraje:** Brewbaker (1976), citado por Meyrat (1983), afirma que *Leucaena* es una planta de gran valor forrajero por su alto contenido protéico y gran rendimiento de material verde. El porcentaje de proteína es de 20-25%, el que se encuentra integrado por varios aminoácidos que son esenciales para una buena alimentación de los animales. También esta especie es fuente rica en carotenos y vitaminas. El contenido de provitamina A es de los más altos observados entre las diferentes especies de plantas analizadas (Roeteboelia exalata, Manihot esculenta e Ipomea acuatica). El follaje tiene alto contenido de calcio, fósforo y otros minerales; lo más importante es que este alimento es palatable para los animales.

b) Protección y conservación del suelo

Meyrat (1983), encontró que en plantaciones de *Leucaena* el contenido de nitrógeno y la materia orgánica en el suelo aumenta, además ayuda a la reconstrucción del horizonte

superficial del suelo. La materia orgánica mejora las propiedades del suelo, aumentando la aereación, retención de agua, la propiedad aislante y la capacidad de intercambio catiónico. Al ofrecer buena cobertura, protege a la superficie del suelo contra la acción directa del sol, la lluvia y el viento, por lo tanto, reduce la evaporación del agua del suelo. Por lo anterior se deduce que contribuye a controlar la erosión del suelo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Etapa de vivero

3.1.1 Localización del sitio

El trabajo de la producción de plántulas se llevó a cabo en la finca experimental "Las Mercedes", localizada entre los 12°09' latitud norte y los 86°10' longitud oeste en Managua, ésta es propiedad del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA).

3.1.2 Origen del material experimental

La semilla de las especies arbóreas fue suministrada por el Banco de Semillas del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE, Turrialba, Costa Rica). En el caso de Gliricidia sepium procedente de Naranjo, Alajuela (Costa Rica), obtenida en el CATIE ésta mostró un porcentaje de germinación bajo (33%) por lo que se recurrió, para esta especie, al Banco de Semillas de la Dirección de Recursos Naturales y del Ambiente (DIRENA, Nicaragua).

Se trabajó con Leucaena leucocephala var K-8 procedente de Hawái (USA) y Gliricidia sepium de Las Colinas, León (Nicaragua).

3.1.3 Establecimiento del vivero

El área experimental fue previamente preparada (gradeo, mullido, etc). Se prepararon tres bancales, con orientación este-oeste, de 1m de ancho x 18m de largo, separados por drenes de 0.75m de ancho.

Se utilizaron bolsas de polietileno de 10.5cm de ancho x 20 cm de largo. Al sustrato utilizado se le efectuó un análisis de suelo para determinar tipo, textura, pH, etc; (Anexo 1).

En el caso de Gliricidia sepium, procedente de Costa Rica y Leucaena leucocephala var K-8, se usó un tratamiento pregerminativo que consistió en sumergir las semillas en agua a 80°C durante 3-4 minutos y posteriormente se enfriaron en agua a temperatura ambiente. Esto se hizo con el objeto de perforar la cubierta o testa de la semilla y acelerar el proceso de germinación. Para la Gliricidia procedente de Nicaragua no se utilizó ningún tratamiento pregerminativo.

Para las especies leguminosas se seleccionaron al azar cuatro parcelas dentro de cada bancal; cada parcela está constituida por 50 bolsas. Este procedimiento se utilizó con el objetivo de determinar si existía alguna desuniformidad en el etapa de germinación, debido a condiciones diferentes en los bancales.

La siembra de las especies leguminosas se realizó el 10 de junio de 1989, colocando una semilla por bolsa, a una profundidad de más o menos 1cm. Posterior a la siembra se aplicó riego y se eliminaron las malezas periódicamente.

3.1.4 Variables medidas en vivero

Para este estudio se evaluaron las siguientes variables:

- 1) **Tasa de germinación:** relación entre el número de semillas germinadas y el número total de semillas sometidas a la prueba. Se registró 20 días después de la siembra utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{P \times 100}{N}$$

- 2) **Capacidad germinativa:** número de semillas germinadas + número de semillas no germinadas pero con capacidad de germinar. Se registro 20 DDS.
- 3) **Energía germinativa:** porcentaje de semillas que germinaron hasta el día de germinación máxima.
- 4) **Altura total:** se midió desde el nivel del suelo hasta el brote terminal de la planta, con una regla graduada en centímetros. Las mediciones se realizaron a los 21 y 50 días después de la siembra (DDS).

3.2 Ensayo a nivel de campo

3.2.1 Localización y características del sitio experimental.

Esta segunda etapa del ensayo se estableció en la finca "El Plantel" (Propiedad del ISCA). Este se encuentra localizado en el Km 12 carretera Tipitapa - Masaya, entre los 12°06'24" y los 12°70'30" latitud norte y entre los 86°04'46" y los 86°05'27" longitud oeste. La superficie total de la finca es de 183 hectáreas (Fig. 1 y 2).

**Fig. 1 LOCALIZACION DE LA FINCA EXPERIMENTAL
" EL PLANTEL "**

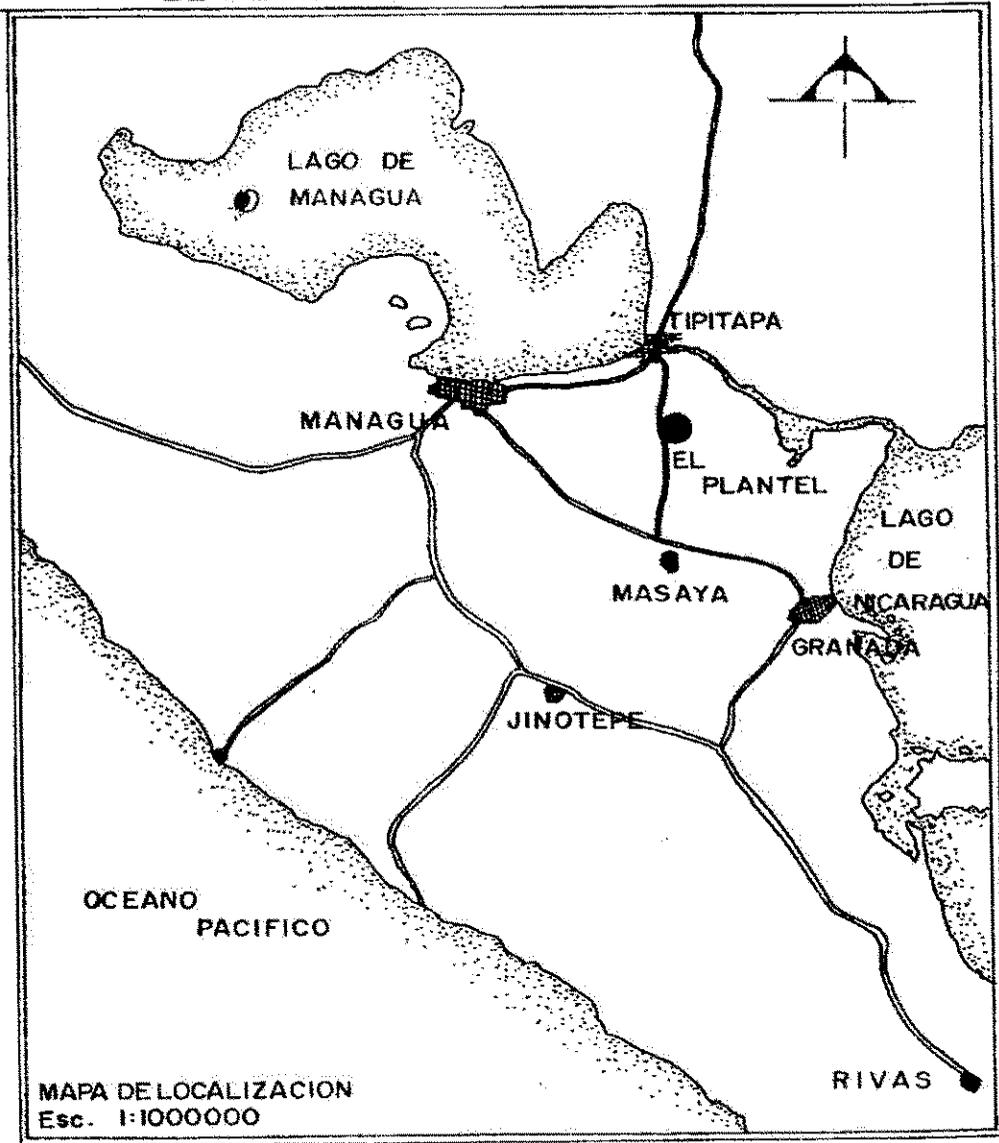
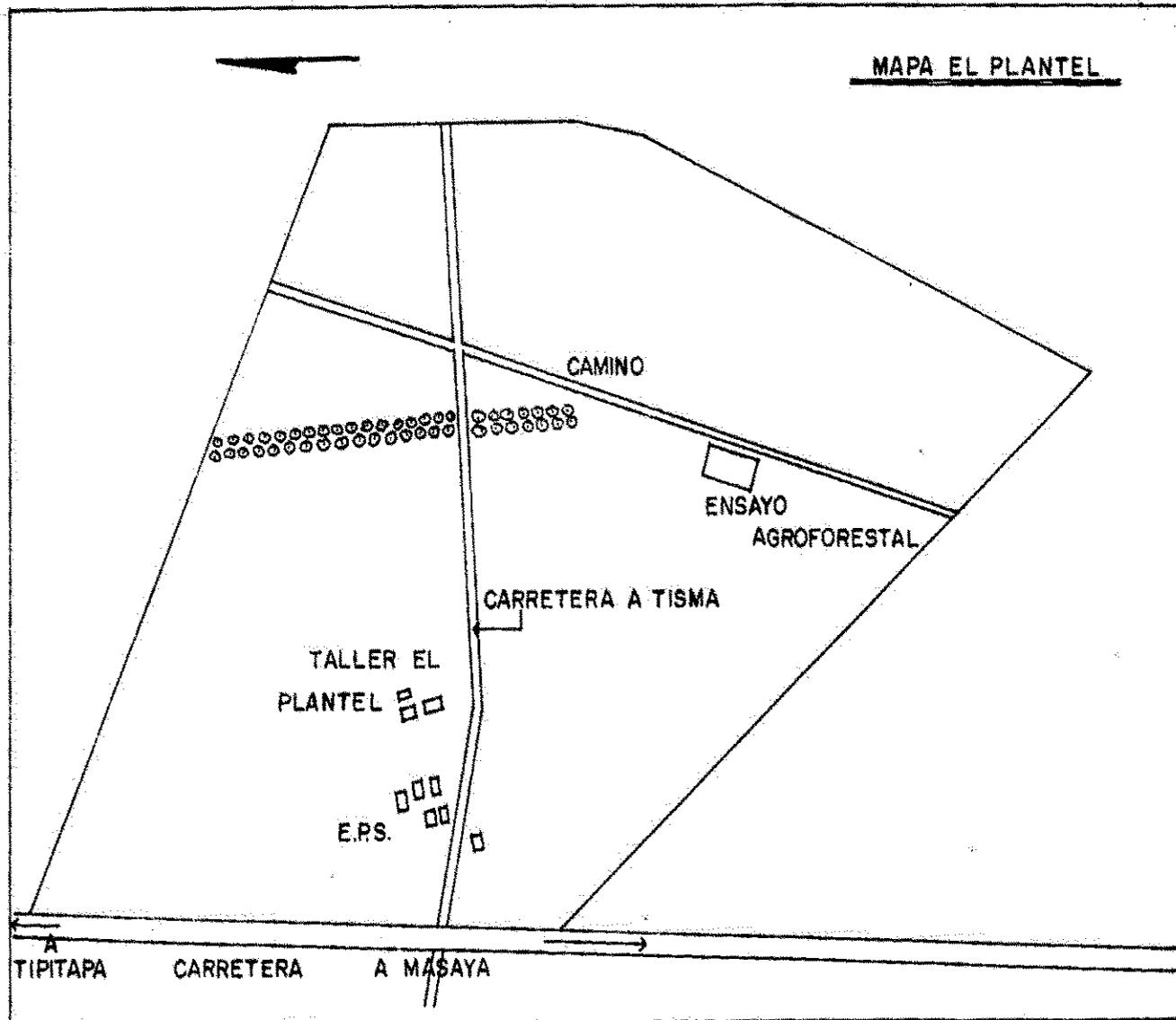


Fig. 2 UBICACION DEL ENSAYO AGROFORESTAL "CULTIVO EN CALLEJONES".



3.2.2 Clima

El sitio experimental se localiza a 98-110msnm; con una temperatura media anual de 26°C, precipitación media anual de 1100mm y una humedad relativa promedio anual de 70%.

Según Holdridge (1978), el sitio corresponde a una transición entre bosque tropical moderadamente denso y seco, y bosque tropical subhúmedo.

3.2.3 Suelo

El suelo de este sitio corresponde a un Udir-Durio Haplostolls (USDA, 1975). Zelaya (1990) afirma que estos suelos están ubicados en declives muy ligeramente ondulados a ligeramente ondulados, con pendientes entre 2-4% y una presencia de capa endurecida (Talpetate); son suelos moderadamente profundos (60-90cm), con textura fina (arcillo-limoso) en la superficie, y moderadamente fina (franco arcillo limoso) en el subsuelo.

El Cuadro 1 muestra los valores máximos y mínimos de composición química del suelo en los tres bloques que conforman el sistema. La información detallada sobre las características del suelo se presentan en el Anexo 2.

Cuadro 1. Características químicas del suelo del sitio experimental. "El Plantel", Managua, Nic. 1990.

Bloque	pH	M.O (%)	N	P	K
I	5.8*	3.15	0.15	6.2	0.85
	6.2**	4.29	0.20	9.1	1.21
II	6.1	3.15	0.15	6.0	0.51
	6.3	4.42	0.21	10.6	1.34
III	6.0	2.48	0.14	5.1	0.40
	6.3	3.88	0.19	9.5	1.24

*: Valores mínimos; **: Valores máximos. Laboratorio de Suelos Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1990).

3.2.4 Historia del uso del sitio experimental

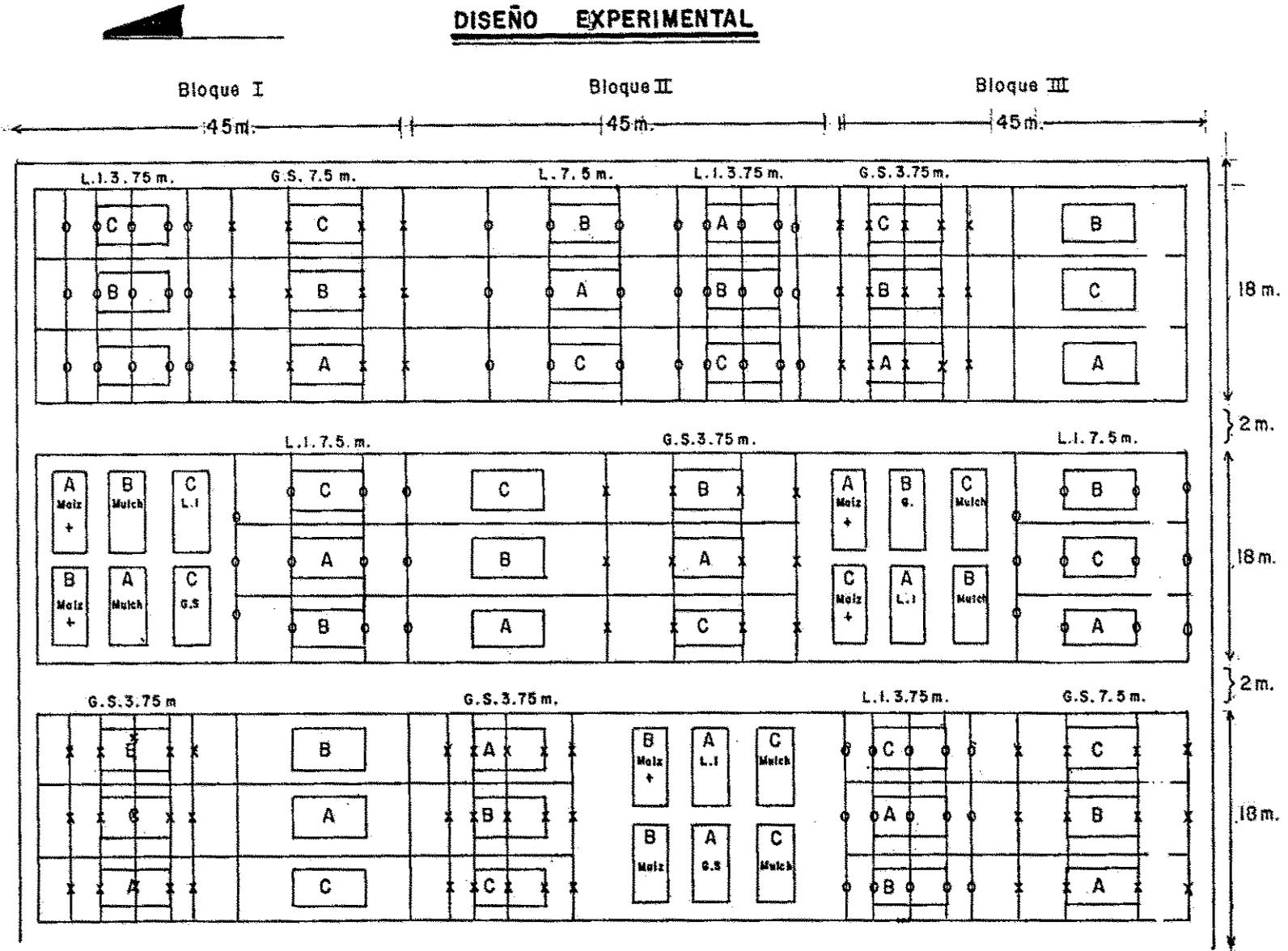
Antes del establecimiento del experimento, el sitio era utilizado para el monocultivo de maíz en el período de Junio-Septiembre. Posteriormente el terreno se dejaba en período de descanso (barbecho) durante 6 meses (octubre-mayo); en este período predominan las especies de gramíneas por lo que se introduce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

3.2.5 Descripción del material experimental

Las especies leguminosas arbóreas utilizadas fueron las producidas en la fase de vivero.

Se utilizó semilla de maíz var. NB-6 del Banco de Semillas del ISCA, Managua, ésta se usa tradicionalmente en "El Plantel".

Fig. 3



3.2.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con parcelas divididas y tres repeticiones (Fig. 3). El diseño está formado por siete tratamientos, los que se describen a continuación (Anexo 3, 4 y 5).

1. C: Control (sólo maíz)
2. MGA: Maíz + G. sepium a 7.5m de distanciamiento entre hileras.
3. MGB: Maíz + Gliricidia sepium a 3.75m de distanciamiento entre hileras.
4. MLA: Maíz + Leucaena leucocephala a 7.5m de distanciamiento entre hileras.
5. MLC: Maíz + Leucaena leucocephala a 3.75m de distanciamiento entre hileras.
6. MML: Maíz + mulch de Leucaena leucocephala.
7. MMG: Maíz + mulch de Gliricidia sepium.

3.2.7 Establecimiento del ensayo

Antes de establecer el ensayo se procedió a eliminar las malezas en forma manual y se preparó el suelo en forma mecanizada la que consistió en gradeo, mullido y remoción. El 23 de Julio de 1989, una vez preparada el área, se sembró el maíz de forma mecanizada.

Las dimensiones que se establecieron para los surcos de maíz es la que tradicionalmente se ha utilizado en "El Plantel". El espacimientto entre surco es de 0.75m y entre plantas de 0.20m, lo que da como resultado 5 plantas/metro

lineal.

El 20 de Agosto de 1989 se trasplantaron las especies leguminosas arbóreas. El diseño utilizado se presenta en la Figura 3, en la que se muestran los surcos de maíz, las hileras de árboles y las parcelas útiles, en donde se efectuarán las mediciones posteriores.

En cada bloque existen seis parcelas, en cuatro de éstas se establecieron las especies leguminosas a dos distanciamientos de plantación entre hileras (3.75 y 7.5m). Para ambas especies cuando el distanciamiento fue de 7.5m resultó un total de 9 surcos de maíz, y 4 surcos cuando fue de 3.75.

Considerando lo anterior, en el caso de 7.5 m de distanciamiento entre hileras, da como resultado una parcela útil de dos hileras de árboles (cada hilera tiene 31 árboles), las otras dos hileras restantes funcionan como borde. Para 3.75m de distanciamiento la parcela útil es de tres hileras (37 árboles por hilera), con dos hileras de borde. De las dos parcelas restantes en cada bloque, una servirá como control y a la otra se le aplicará enmiendas de Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium.

A los 45 días después de la siembra se realizó una limpieza manual de malezas y posteriormente se aplicó el insecticida Tamarón al cultivo de maíz a razón de 2lt/mz.

Durante esta etapa del ensayo, que tiene como único objetivo el establecimiento de las hileras de árboles, no se hizo aplicación de fertilizantes, ni control de malezas en

el cultivo, únicamente en las hileras de árboles las que se mantuvieron siempre limpias mediante eliminación manual de malezas.

Debido a que en ambas especies se observó ataque de plagas, las plantas dañadas fueron repuestas en tres fechas diferentes (13 y 28 de septiembre, y 25 de octubre de 1989).

El ensayo ocupa un área total de 8370m² incluyendo los bordes; la superficie total de las parcelas es de 7290m², con un área útil por parcela de 30m².

3.2.8 Variables medidas en la etapa de plantación

1. **Crecimiento:** se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice del brote terminal. Las mediciones se realizaron a los 90 y 180 días después de la plantación.
2. **Sobrevivencia:** es la relación del número de plantas establecidas y el número de plantas vivas. Se realizó a los 90 y 180 días después de la plantación.
3. **Caracterización de malezas:** consistió en hacer un muestreo al azar dentro de parcela en cada bloque. Se utilizó un marco de 1m² para determinar tipo y frecuencia de malezas.
4. **Estudio fitosanitario:** se realizó para determinar el tipo y daño causado por las plagas.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Etapa de vivero

En esta primera fase los resultados se describen para cada una de las especies leguminosas arbóreas.

4.1.1 Leucaena leucocephala

4.1.1.1 Tasa de germinación

En las cuatro parcelas de 50 bolsas cada una, se presentó una tasa de germinación que oscila entre 86-92% para un promedio general de 88.5%. En un estudio sobre tipos de escarificación Brewbaker et al (1985) encontraron resultados semejantes, obteniendo un porcentaje de germinación de 90% en agua a 80°C. El alto porcentaje de germinación obtenido en el presente trabajo confirma la efectividad del método utilizado.

En la Figura 4 se observa la curva de germinación diaria y acumulativa de Leucaena leucocephala, iniciándose al quinto día con un 2% de germinación. La germinación máxima se presentó al décimo día con un promedio de 22%, en el período posterior se observa un descenso gradual hasta el día 20, fecha en la que finaliza el proceso de germinación.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Doorn (1986), quien obtuvo porcentajes de germinación altos, concluyendo que la germinación se inicia después de sexto u octavo día.

4.1.1.2 Capacidad germinativa

Leucaena leucocephala mostró una capacidad germinativa a los 20 DDS de 91.5% la que superó en un 3% a la tasa de germinación, lo que indica que esta especie posee una alta capacidad germinativa.

4.1.1.3 Energía germinativa

Esta variable se tomó al décimo día después de la siembra, fecha en la que se alcanzó una germinación máxima del 22%. Se registró una germinación acumulativa de 60%, considerándose ésta como un indicador de la energía germinativa de la especie.

4.1.1.4 Altura

El crecimiento osciló en un rango de 2.5-8.5cm, para un promedio general de 5.47 cm; y entre 16-60cm con un promedio general de 41.23 cm, para la primera (21 DDS) y segunda medición (50 DDS), respectivamente. En la figura 6 se muestran los rangos y los valores promedios de crecimiento obtenidos en las dos mediciones efectuadas.

4.1.2 Gliricidia sepium

4.1.2.1 Tasa de germinación

Los valores oscilaron entre 86-94%, obteniéndose un valor promedio de 89.5% en las cuatro parcelas evaluadas.

La figura 5 muestra la curva de germinación diaria y

acumulativa mostrada por Gliricidia sepium. Se aprecia que la germinación se inició al cuarto día obteniéndose un 18.5%; la germinación máxima (24.5%) se obtuvo al sexto día, ésta empieza a descender a partir del séptimo día y culmina quince días después de la siembra.

Los resultados obtenidos son similares con los encontrados por Brewaker (1985), quien afirma que la germinación de esta especie inicia al tercer y cuarto día y culmina a los 14 días, alcanzando una germinación de 80-90%.

4.1.2.2 Capacidad germinativa

Gliricidia sepium mostró una capacidad germinativa a los 20 DDS de 92.5%, superando en un 3% a la tasa de germinación.

4.1.2.3 Energía germinativa

Esta variable se tomó al sexto día después de la siembra, fecha en la que se alcanzó una germinación máxima del 24.5%. Se registró una germinación acumulativa de 63%, considerándose ésta como un indicador de la energía germinativa de la especie.

4.1.2.4 Altura

El crecimiento osciló en un rango de 0.5-13cm, para un promedio general de 6.71 cm; y entre 30-62cm con un promedio general de 44.65 cm, para la primera (21 DDS) y segunda medición (50 DDS), respectivamente. En la figura 7 se

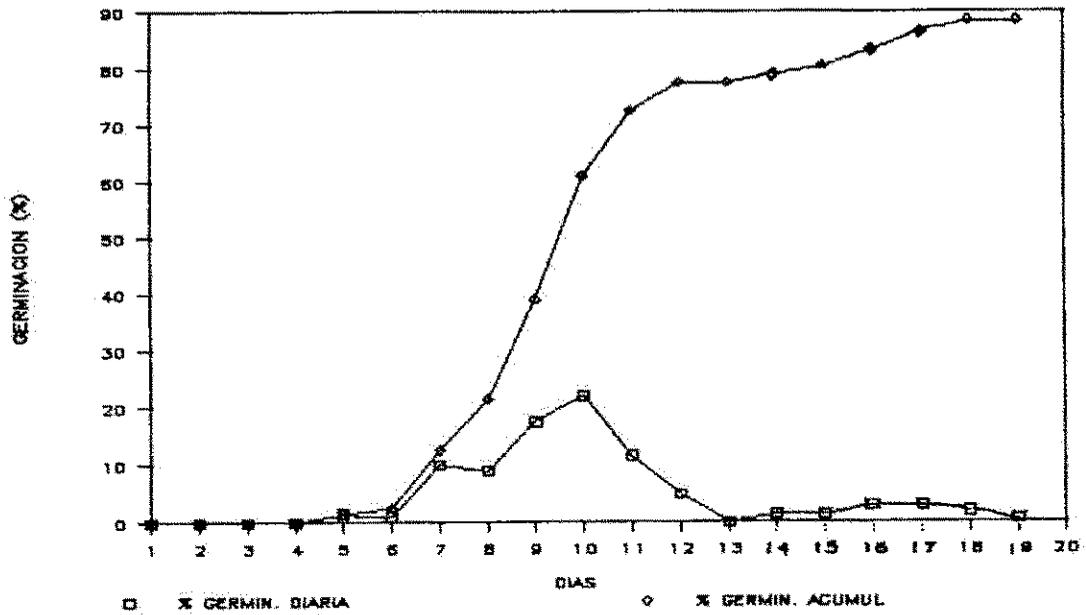


Fig: 4 Curva de Germinación diaria y acumulativa de Leucaena leucocephala

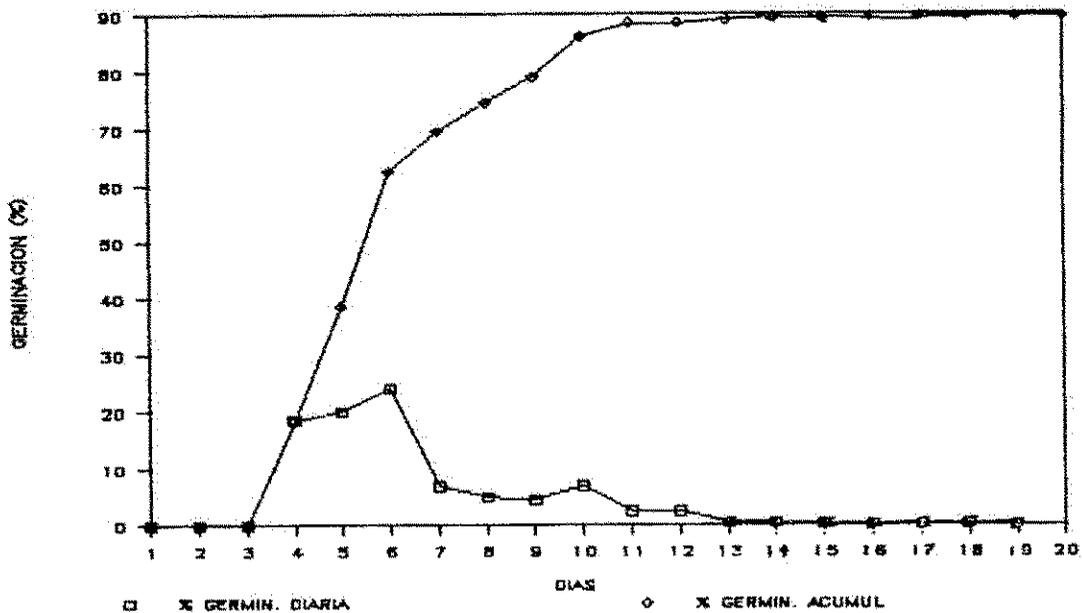


Fig: 5 Curva de Germinación diaria y acumulativa de Gliricidia sepium

muestran los rangos y los valores promedios de crecimiento obtenidos en las dos mediciones efectuadas.

4.2 Etapa de plantación

4.2.1 Sobrevivencia

Los valores de sobrevivencia para cada una de las especies leguminosas arbóreas en las dos evaluaciones efectuadas se presentan en los cuadros.

Cuadro 2 . Valores promedios de sobrevivencia (%) a nivel de plantación para Leucaena leucocephala var K-8. El Plantel, Managua, Nicaragua 1989-1990.

Medición	Bloque I		Bloque II		Bloque III	
	T1*	T2**	T1	T2	T1	T2
1ra	97.00	97.00	96.00	100.00	96.00	100.00
2da	95.00	96.00	96.00	95.00	75.00	80.00

*: Tratamiento 1: distanciamiento de 3.75m; **: Tratamiento 2: distanciamiento 7.5m.

Del cuadro anterior se deduce que la sobrevivencia total en el ensayo, en la primera medición (90 DDS) fue de 98% y 90% en la segunda medición (180 DDS). Esta especie leguminosa mostró valores homogéneos en los diferentes tratamientos, lo que podría indicar la adaptabilidad de la misma a las condiciones ecológicas del sitio experimental y por ende el establecimiento del sistema.

Gliricidia sepium mostró, en la primera medición, un porcentaje de sobrevivencia alto de 83%, en la segunda medición se observó un descenso presentando un valor de:

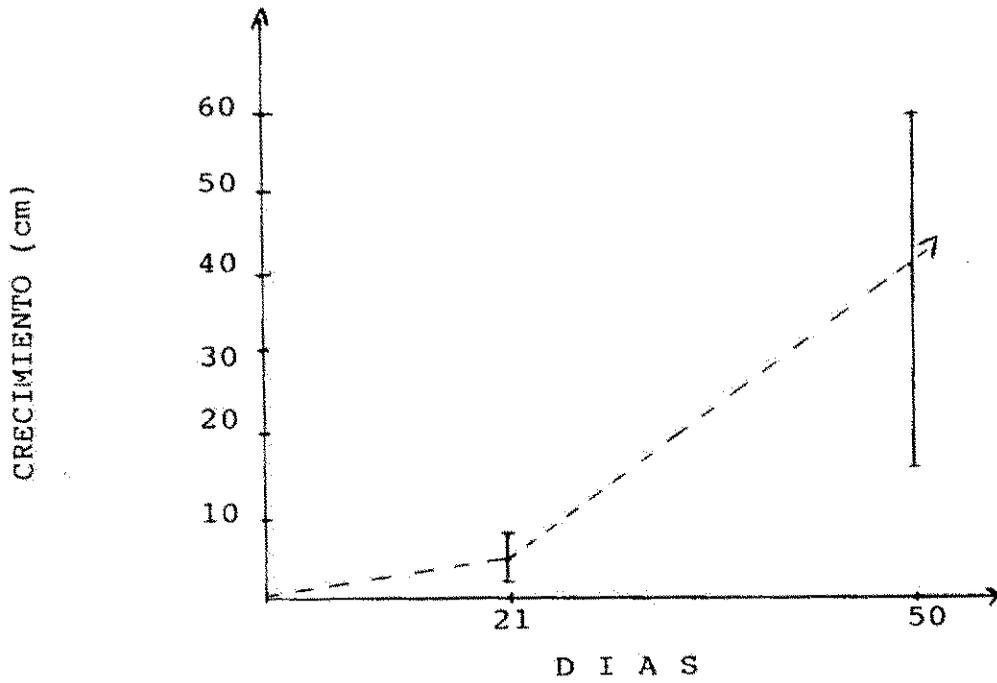


Fig. 6 CURVA Y RANGO DE CRECIMIENTO PARA Leucaena Leucophala EN ETAPA DE VIVERO

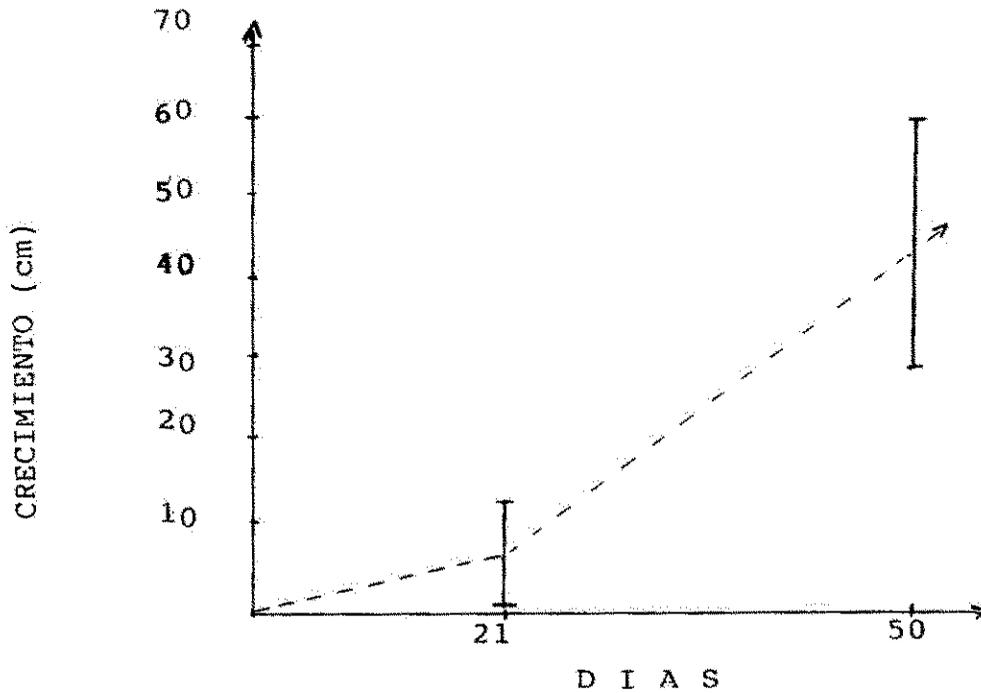


Fig. 7 curva y rango de crecimiento para Gliricidia sepium EN ETAPA DE VIVERO.

67.5%, esto pudo deberse principalmente al ataque de roedores.

Cuadro 3. Valores promedios de sobrevivencia (%) de sobrevivencia a nivel de plantación para Gliricidia sepium. El Plantel; Managua, Nicaragua 1989-1990.

Medición	Bloque I		Bloque II		Bloque III	
	T1*	T2**	T1	T2	T1	T2
1ra	81.00	90.00	67.00	77.00	86.00	98.00
2da	70.00	80.00	52.00	66.00	67.00	70.00

*: Tratamiento 1: distanciamiento de 3.75m; **: Tratamiento 2: distanciamiento 7.5m.

4.2.2 Crecimiento

En el anexo 6 se presentan los valores promedios de crecimiento para las dos especies leguminosas en cada tratamiento evaluado. Estos fueron analizados a través del ANDEVA que se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza del crecimiento de Leucaena leucocephala var K-8 y Gliricidia sepium a los 90 días después de la siembra.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
BLOQUES	2	268.63	134.31	6.69*	5.14
TRATAMIENTOS	3	145.91	48.63	2.42n.s	4.76
ERROR	6	120.48	20.07		
TOTAL	11				

El análisis indica, con una probabilidad del 5%, que

existe diferencia significativa entre los bloques, esto posiblemente se deba a que en el bloque III el suelo no fue preparado, de manera que la compactación del mismo pudo haber influido en el crecimiento de las especies utilizadas, además en el mismo bloque (parcela 6) hubo irregularidad en la siembra del maíz.

En la primera medición (90 DDS) *Leucaena* mostró un crecimiento que osciló en un rango de 60-180cm, obteniendo un promedio general de crecimiento de 86cm. *Gliricidia* presentó un rango de crecimiento de 50-140cm, con promedio general de 77cm.

A continuación únicamente se presentan los resultados de crecimiento obtenidos en la segunda evaluación para *Leucaena leucocephala* var K-8, ya que el ataque de roedores que se presentó en *Gliricidia sepium* impidió registrar estos datos.

En la segunda evaluación *Leucaena* tuvo un crecimiento en un rango de 100-220cm con un promedio general de 140cm.

El análisis de varianza para la segunda medición (180 Días Después de la Siembra) indica que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre bloques, ni entre tratamientos (Cuadro5).

Cuadro 5. Análisis de varianza del crecimiento de Leucaena leucocephala a los 180 DDS.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
BLOQUES	2	121.03	60.51	0.64n.s	19.00
TRATAMIENTOS	1	9.35	9.35	0.10n.s	18.00
ERROR	2	190.43	95.21		
TOTAL	5				

Para reafirmar los resultados anteriores, se hizo un ANDEVA utilizando los datos de diferencia entre la primera y la segunda medición, encontrándose que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre bloques ni entre tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza para la diferencia en crecimiento entre la primera (90 DDS) y segunda medición (180 DDS) de Leucaena leucocephala.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
BLOQUES	2	36.64	18.37	0.45n.s	19.00
TRATAMIENTOS	1	113.45	113.43	2.76n.s	18.00
ERROR	2	82.32	41.16		
TOTAL	5				

4.2.3 Plagas

Entre las plagas identificadas, y la que causó mayor daño a Gliricidia sepium (ocasionó un 32% de mortalidad), se encuentran roedores, ésta atacó a dicha especie desde el

momento del establecimiento en el campo, presentando un mayor ataque a los cuatro meses después de la siembra.

El daño se manifestó en toda la planta, inicialmente cortaron las hojas, posteriormente descortezaban la planta y finalmente cortaron la planta a ras del suelo. Resultados similares han sido encontrados en Costa Rica (Conversación personal Germán Sánchez, 1989).

Las plantas muertas fueron repuestas en tres ocasiones (13 y 18 de septiembre y 25 de octubre de 1989), para el control de esta plaga se aplicó el rodenticida Klerat a razón de 3 tabletas por planta, éste no fue efectivo. Otra medida de control fue la limpieza total del área experimental, lo que sí disminuyó un poco el ataque de los roedores.

Otra de las plagas encontradas fue Mocis latipes (Guen.), ésta pertenece a la familia Noctuidae y es conocida como Langosta medidora, falso medidor (King y Saunder, 1984); frecuentemente se presenta en bajas densidades en malezas y gramíneas.

Esta plaga atacó principalmente a Leucaena leucocephala defoliando parcialmente la planta, ambas especies soportaron el ataque por su facilidad y rapidez de rebrote.

4.2.4 Caracterización de malezas

Las malezas presentes en el ensayo se presentan en el cuadro 7. La figura 8 muestra la frecuencia de malezas predominantes; ésta indica que la de mayor abundancia son

Melanthera nivea e Ixophorus unicetus, esto puede deberse a que éstas son frecuentes en el cultivo de maíz, además la utilización del herbicida Roundop facilita la presencia de este tipo de malezas (Germán A. Sánchez, comunicación personal, 1990).

Cuadro 7. Malezas presentes en un sistema de cultivo en callejones maíz+leguminosas arbóreas. El Plantel, Managua, Nicaragua 1990.

Nombre científico	Familia*
<u>Melanthera nivea</u>	Compositae
<u>Ixophorus unicetus</u>	Poaceae
<u>Centrosema sp</u>	Fabaceae
<u>Phyllanthus amarus</u>	Euphorbiaceae
<u>Cyperus rotundus</u>	Ciperaceae
<u>Panicum molle</u>	Poaceae
<u>Ludwigia octovalis</u>	Onagraceae
<u>Abutilon sp</u>	Malvaceae

*:Identificador: R.J. López B. 1990.

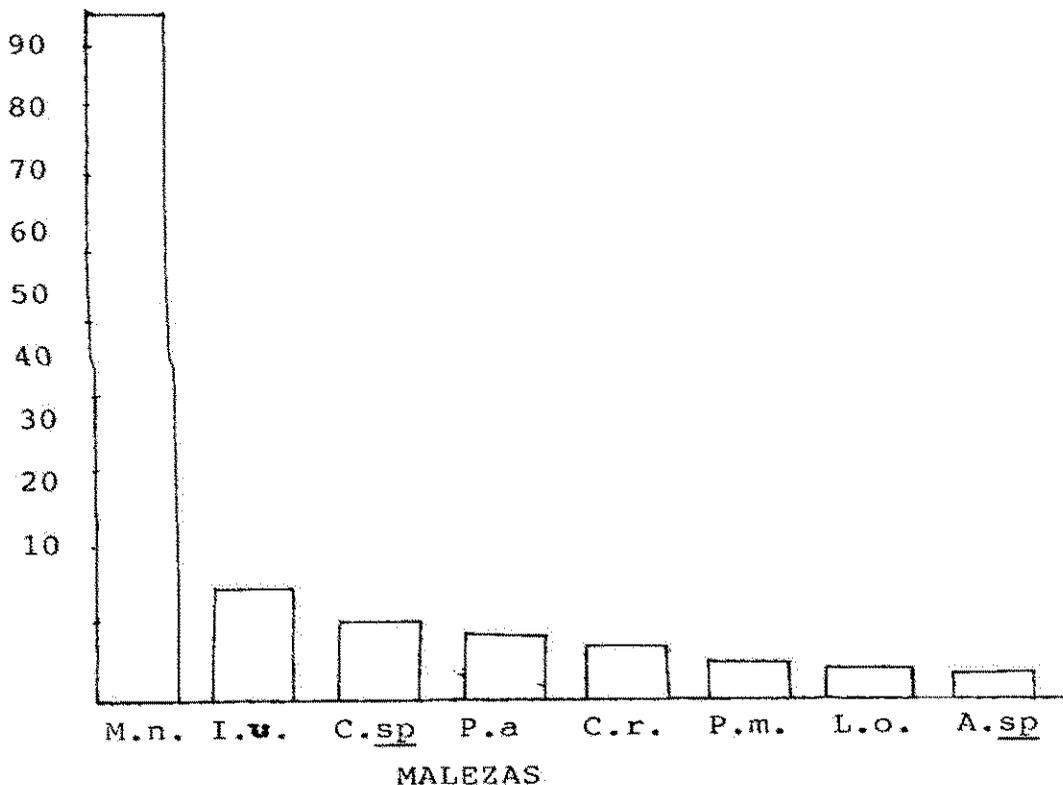


Fig. 8 Malezas Predominantes en un ensayo Agroforestal.

5. CONCLUSIONES

1. Las especies leguminosas presentaron, a nivel de vivero, un porcentaje de germinación alto. Con un tratamiento pregerminativo de sumersión en agua a 80°C, Leucaena leucocephala obtuvo un 88.5% de germinación; Gliricidia sepium, sin tratamiento pregerminativo, obtuvo 89.5%.
2. A nivel de vivero las especies leguminosas presentaron un crecimiento promedio de 5.47 y 41.23 cm para Leucaena leucocephala y, 6.71 y 44.65cm para Gliricidia sepium, en la primera (21 DDS) y segunda medición (50 DDS), respectivamente.
3. A nivel de plantación se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia de 98% y 90% para Leucaena leucocephala, en cambio en Gliricidia sepium la sobrevivencia fue de 83 y 67.5% para la primera y segunda medición, respectivamente. Este descenso puede deberse, principalmente, al ataque de roedores.
4. Leucaena leucocephala mostró un buen crecimiento con un valor promedio de 82cm en la primera medición y en la segunda de 140cm. En el caso de Gliricidia sepium únicamente se tomó la primera medición, con un resultado promedio de 77 cm; la segunda medición no pudo ser tomada por la mortalidad causada por los roedores.

5. Las malezas que se presentaron con mayor frecuencia en el sistema evaluado son Melanthera nivea, Ixophorus unicetus, Centrosema sp. y Phyllanthus amarus. Prevalciendo las malezas de hoja ancha y gramíneas.

6. RECOMENDACIONES

1. Para reducir el ataque de roedores, se sugiere producir plantas de Gliricidia sepium en vivero y preparar de éstas pseudoestacas de aproximadamente 60 cm, ya que el daño es más severo en plantas pequeñas.
2. Durante el establecimiento de las hileras de los árboles realizar limpiezas periódicas después de la cosecha del maíz para evitar la presencia de plagas.
3. Específicamente para el presente ensayo, ya que se seguirá evaluando en años posteriores, y considerando las características del sitio experimental, se recomienda el establecimiento de una cortina rompeviento que sirva de protección tanto a los árboles, como al cultivo del maíz.
4. Continuar estudios sobre la dinámica poblacional de las malezas.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALMENKERK van J.J. 1987. Proyecto de Agricultura Biológica La Esperancita, Nueva Guinea, Nicaragua. 25p.
- BREWBAKER, J.L. et al. 1985. Leucaena forage production and use Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA). USA. 39 p.
- BURLEY, J. y P.J. Wood. 1979. Manual sobre Investigación de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Oxford. 233p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Sistemas Agroforestales: Principio y aplicaciones en los trópicos. San Jose (C.R.). p. 219.
- _____. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central. Ed. Texto Ltda. Turrialba (C.R.). 71p.
- _____. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba (C.R.). 344p.
- DOOR van Jacobus. 1986. Técnicas agroforestales como alternativa al uso de la quema para el cultivo de maíz en Uraba-Colombia. Bogotá, Colombia. 51p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José (C.R.). IICA. 206p.
- KANG, B.T. et al. 1986. Cultivo en hileras: una opción estable ea la agricultura nómada. Ibadan, Nigeria. 22p.
- KING, A.B. y Saunders, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. CATIE, Turrialba (C.R.). 182p.
- LOZANO, J.O. 1962. Postes vivos para cercas. Tesis Mg.Sc. IICA. Turrialba (C.R.). 71p.
- MEYRAT, A. y Reyes, I. 1983. Leucaena fuente de energía, forraje y abono verde. 70p.
- MORA, E.H. 1983. Introducción a la variabilidad fenotípica de Gliricidia sepium. CATIE, Turrialba (C.R.). 36p.
- POUND, B. y Martínez, C.L. 1985. Leucaena: su cultivo y utilización. Santo Domingo, Rep. Dom. 289p.

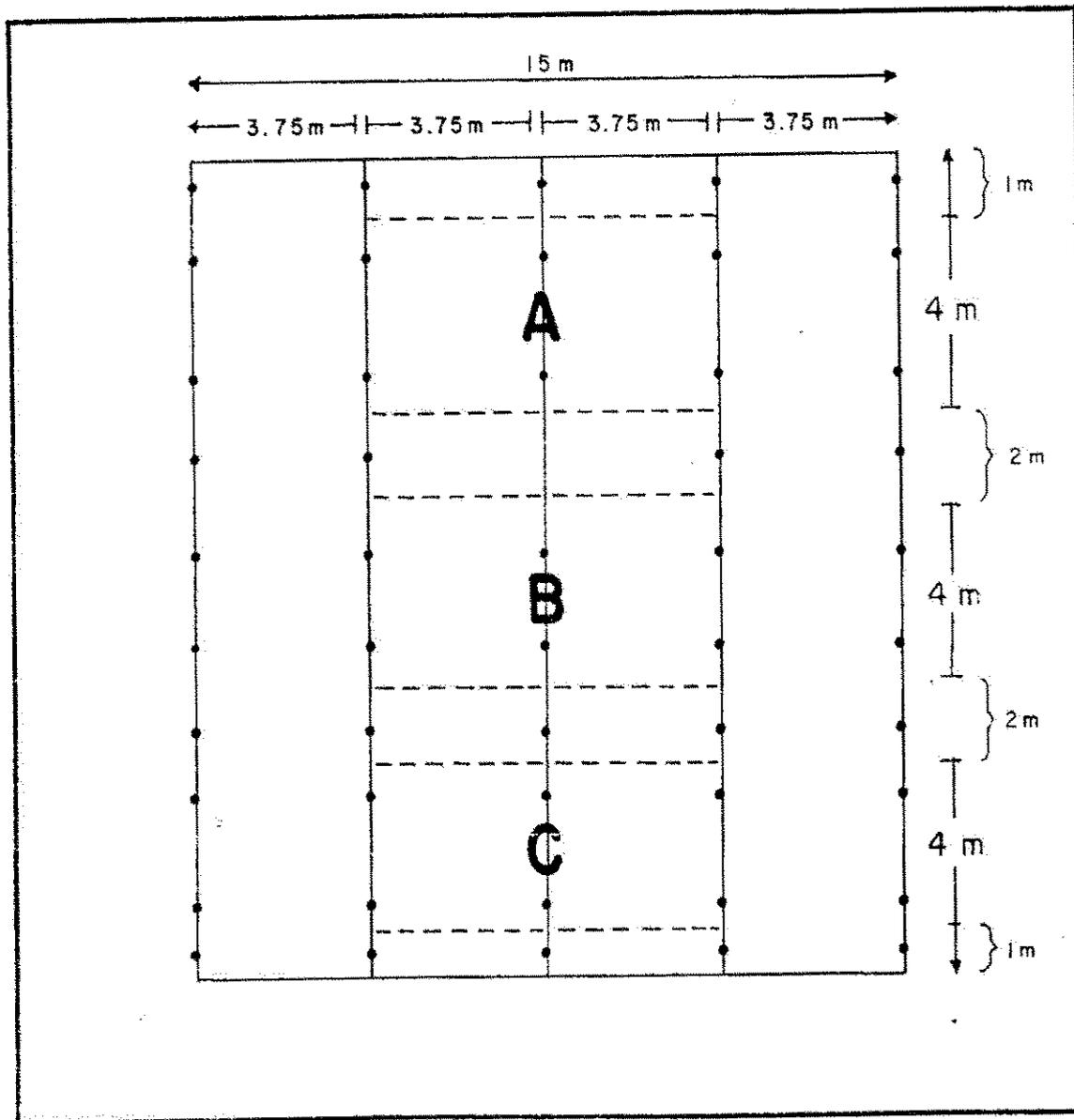
SANCHEZ, P.A. y Salinas, J.G. 1983. Suelos ácidos: estrategia para su manejo, con bajos insumos en América Tropical. Bogotá, Colombia. 93p.

ZELAYA, M.C. 1990. Los suelos y sus aptitudes agrícolas en la finca El Plantel. Managua, Nicaragua. 78p.

Anexo 1. · Resultados del análisis del suelo utilizado en la etapa de vivero. Las Mercedes, Managua, 1989.

pH	Mg	K2O	Na	Ca	P2O5	M.O	CIC	Textura (%)*			
								Arcilla	Limo	Arena	
H2O		KCl		---		---		---		---	
7.6	6.7	3.75	2.23	3.26	53.5	5.73	9.7	33	16	30	54

*: Franco arenoso



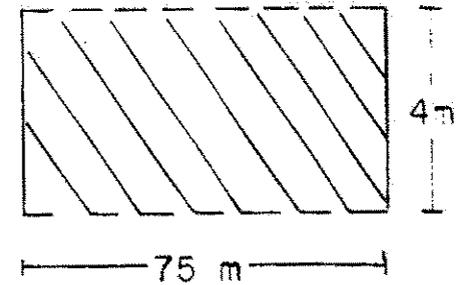
Leucaena leucocephala

Y

Gliricidia sepium

3.75 m X 0.50 m

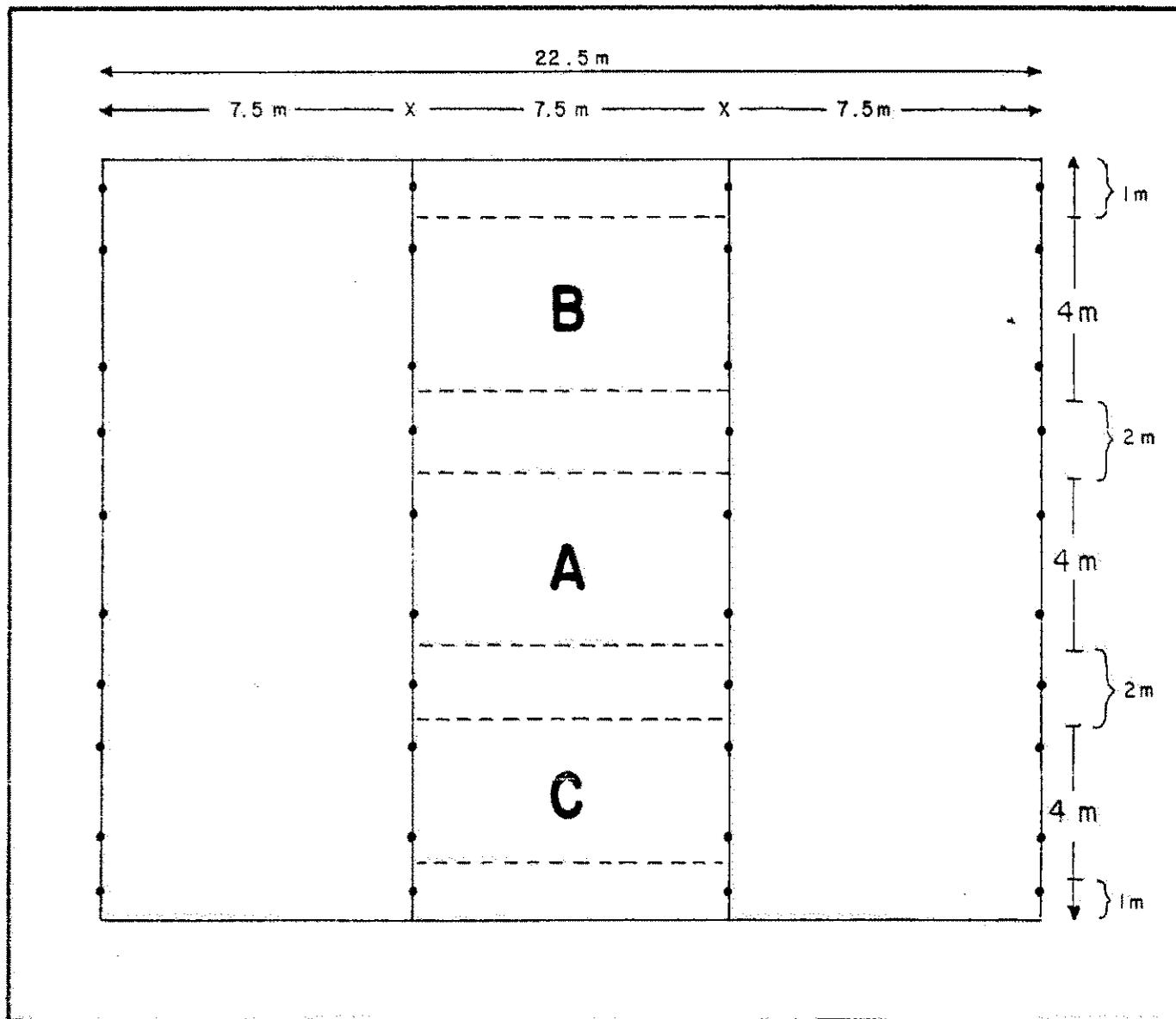
PARCELA UTIL.



A, B, C.

Niveles de Fertilización

ANEXO 3: Diagrama de Distanciamiento entre hileras de árboles a 3.75 m. Ensayo Cult.



Leucaena leucocephala

Y

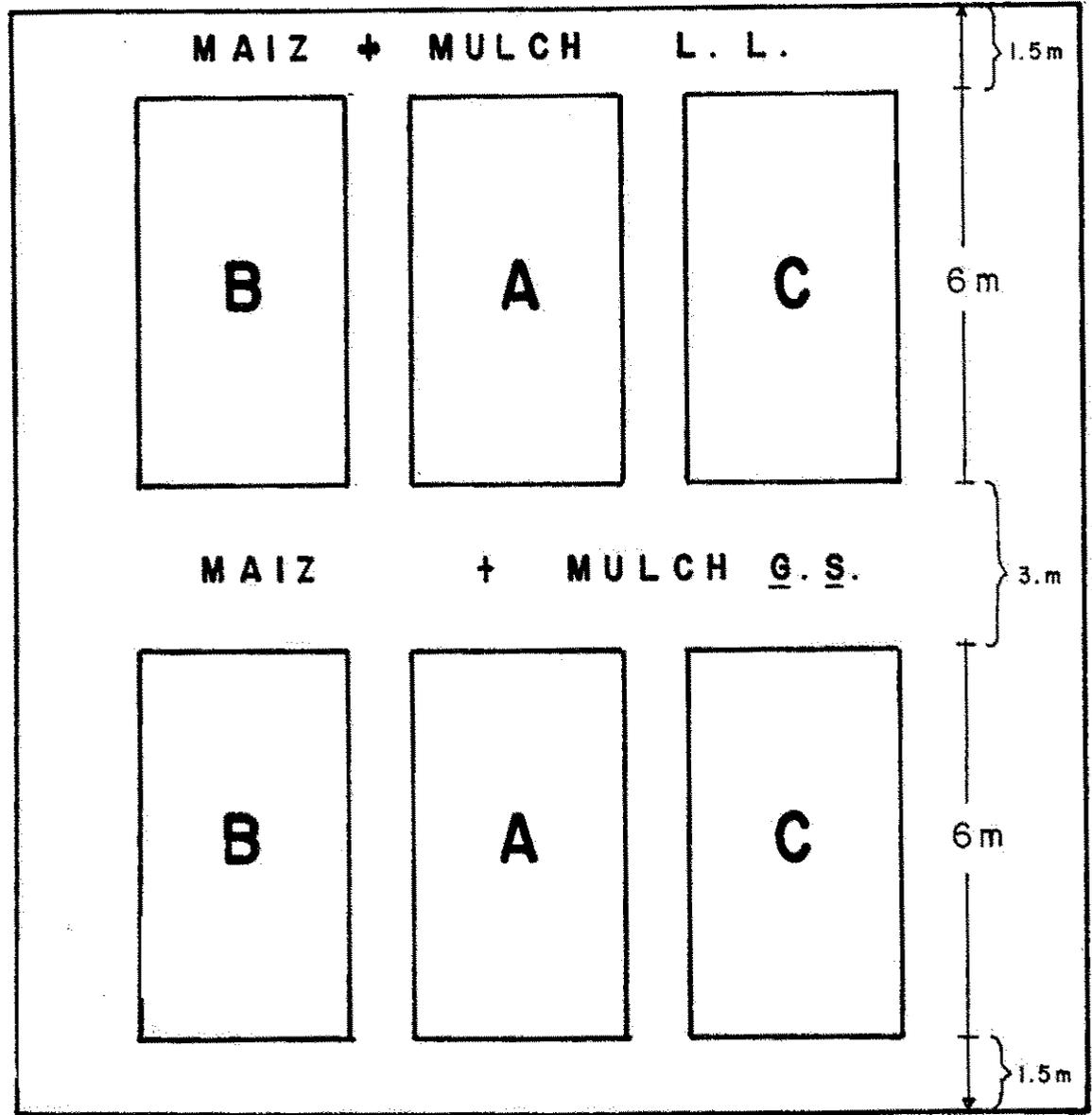
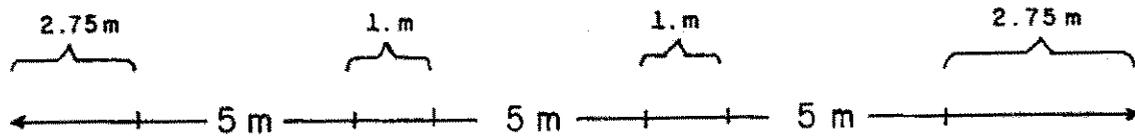
Gliricidia sepium

7.5 m X 0.5 m

A, B, C.

Niveles de Fertilización

ANEXO 4: Diagrama de Distanciamiento entre hileras de árboles a 7.5 m.

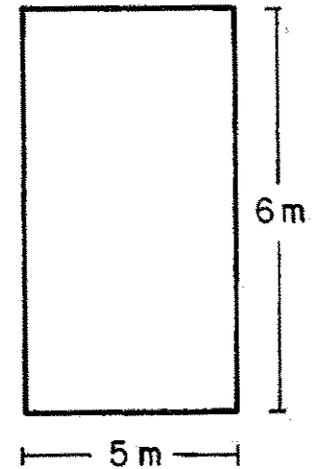


MAIZ + MULCH

DE: Leucaena leucocephala

Y Gliricidia sepium

PARCELA UTIL.



A, B, C

Niveles de Fertilización.

ANEXO 5: Diagrama de las parcelas con tratamientos de fertilización Orgánica (Mulch de especies arbóreas)

Anexo 6. Valores promedios de crecimiento (cm) para las dos especies leguminosas arbóreas a los 90 DDS.

Tratamiento	Bloques			Sub-total
	I	II	III	
L. leucocephala a 3.75	84.02	70.41	73.73	228.08
7.5	90.92	80.95	74.81	246.68
G. sepium a 3.75	78.34	75.18	65.24	218.76
7.5	80.11	84.42	73.34	237.87
Sub-total	333.39	310.96	287.04	931.39