

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

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE 11 ESPECIES Y 24 VARIETADES DE *Leucaena* A
LOS 12 Y 18 MESES DE ESTABLECIDAS, EN CUATRO SITIOS DE
NICARAGUA.**

**AUTOR: Br. Juan José Membreño Morales
ASESORA: Lic. M.Sc. Marcia Mendieta López**

Managua, Nicaragua, Julio, 1996

DEDICATORIA

*D*oy gracias a Dios por tener
*A*mi lado al ser más bueno del mundo
*I*mposible habría sido terminar,
*S*in su ayuda y aliento, este trabajo
*Y*o espero que ella no me falte nunca.

*M*e siento halagado dedicarle este trabajo, a
*O*rientarme en mi proceder ha dedicado su vida
*R*espeto, amor y orgullo siento por ella
*A*dquirí los principios básicos de ese ser y por ello
*L*e estoy agradecido
*E*ternamente a esa maravillosa y
*S*uprema mujer que es mi *MADRE*.

AGRADECIMIENTO

Al personal de la Escuela de Ciencias Forestales por el apoyo brindado en la realización del trabajo de tesis.

A la Autoridad Sueca para la Cooperación con los Países en Desarrollo, por el apoyo financiero para ejecutar el presente estudio.

A la Lic. M.Sc. Marcia Mendieta L., por la asesoría brindada durante todo el estudio, por su comprensión y amistad.

A Lester R. Rocha M., que de forma espontánea me ayudó a recolectar los datos de campo.

Al Ing. Luis Valerio por haberme ayudado a procesar y analizar los datos.

A la Ing. Glenda Bonilla Z., por su apoyo moral para la conclusión de este trabajo.

A la Sra. Leticia Moreno por el apoyo en el levantado de texto.

INDICE GENERAL

	PAG
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Indice General.....	iii
Indice de Cuadros.....	v
Indice de Figuras.....	vi
Resumen	vii
1. Introducción.....	1
2. Revisión de Literatura	
2.1 Descripción de la especie.....	6
2.2 Origen y distribución.....	9
2.3 Requerimientos ambientales.....	9
2.4 Silvicultura	
2.4.1 Semilla.....	10
2.4.2 Propagación.....	11
2.4.3 Plantación.....	12
2.5 Usos	
2.5.1 Producción de madera	13
2.5.2 Leña y carbón.....	14
2.5.3 Sistemas agroforestales	
- Arboles para sombra.....	16
- Producción de forraje.....	16
- Cultivo en callejones.....	17
- Cortinas rompevientos.....	17
2.5.4 Mejoramiento del suelo y reforestación..	18
2.6 Descripción de las variedades de <i>Leucaena</i>	19
2.6.1 Tipo Hawaiana.....	20
2.6.2 Tipo Salvadoreña.....	20
2.6.3 Tipo Peruana.....	21
3. Materiales y metodología	
3.1 Descripción y origen del material experimental.	23
3.1.1 Descripción de las especies.	
3.1.1.1 <i>Leucaena collinsii</i> Britton & Rose.	24
3.1.1.2 <i>Leucaena diversifolia</i> (Schecht) Benth.	24
3.1.1.3 <i>Leucaena esculenta</i> (Mocino et Sesse ex ADC) Benth.....	25

3.1.1.4	<i>Leucaena lanceolata</i> S. Watson...	26
3.1.1.5	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Witt.	27
3.1.1.6	<i>Leucaena macrophylla</i> Benth.....	27
3.1.1.7	<i>Leucaena multicapitulata</i> Schery.	28
3.1.1.8	<i>Leucaena pulverulenta</i> (Scgecht)Benth.	28
3.1.1.9	<i>Leucaena salvadorensis</i> Standl...	29
3.1.1.10	<i>Leucena shannonii</i> J.D. Smith....	30
3.1.1.11	<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq)Benth..	31
3.2	Descripción de los sitios experimentales	
3.2.1	Finca "El Plantel", Tipitapa, Managua...	32
3.2.2	Finca "La Polvosa", Mateare, Managua....	34
3.2.3	Finca "El Paraíso", Diriamba, Carazo....	35
3.2.4	Llano Redondo, Sta. Cruz, Estelí.....	35
3.3	Descripción del ensayo.....	36
3.4	Características de los suelos.....	40
3.5	Variables evaluadas	
a)	Sobrevivencia.....	40
b)	Diámetro basal (cm).....	41
c)	Altura total (m).....	41
d)	Número de ramas.....	41
3.6	Análisis estadístico.....	41
4.	Resultados y Discusión	
4.1	Primera medición (12 DDP)	
	Sobrevivencia.....	42
	Altura.....	45
	Diámetro basal a 10 cm.....	47
	Número de ramas.....	48
4.1.1	Resultados del análisis de varianza y de la prueba de Duncan a los 12 MDP.....	51
4.2	Segunda medición (18 MDP)	
	Sobrevivencia.....	55
	Altura.....	58
	Diámetro basal a 10 cm.....	60
	Número de ramas.....	63
4.2.1	Resultados del análisis de varianza y de la prueba de Duncan a los 18 MDP.....	65
5.	Conclusiones.....	69
6.	Recomendaciones.....	71
7.	Bibliografía.....	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°.	Pag.
1 Balance de energía a nivel nacional.....	3
2 Requerimiento ambientales de <i>Leucaena</i> sp.....	10
3 Uso, distanciamiento y densidad de <i>Leucaena</i>	12
4 Especies, variedades y procedencia del material utilizado en el experimento.....	23
5 Contenido de N, P, K y material orgánico, acidez y CIC de los suelos de los sitios experimentales...	40
6 Porcentaje de sobrevivencia por variedad de <i>Leucaena</i> en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 meses de establecida la plantación.....	43
7 Variedades de <i>Leucaena</i> que obtuvieron los valores de sobrevivencia máximos, medios y mínimos en cuatro sitios de Nicaragua a 12 meses de establecida la plantación.....	45
8 Análisis de varianza primera medición (12 MDP) ensayo de especies y variedades de <i>Leucaena</i> en cuatro sitios de Nicaragua.....	51
9 Promedio de altura, diámetro y número de ramas en los cuatro sitios. Primera medición (12 MDP).....	53
10 Promedios de altura, diámetros y número de ramas por variedad primera medición (12 MDP).....	54
11 Porcentajes de sobrevivencia por variedad de <i>Leucaena</i> en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 meses de establecida la plantación.....	56
12 Variedades de <i>Leucaena</i> que obtuvieron los valores de sobrevivencia máximo, medios y mínimos en cuatro sitios de Nicaragua.....	58
13 Análisis de varianza segunda medición (18 MDP), Ensayo de especies y variedades de <i>Leucaena</i> en cuatro sitios de Nicaragua.....	66
14 Promedios de altura, diámetro y número de ramas, en los cuatro sitios. Segunda medición (18 MDP)...	67
15 Promedios de altura, diámetro y número de ramas, por variedades, segunda medición (18 MDP).....	68

INDICE DE FIGURAS

FIGURA #	PAG.
1 Distribución de los tipos de <i>Leucaena</i>	19
2 Ubicación geográfica de los sitios experimentales...	33
3 Diagrama del ensayo.....	38
4 Diagrama de las Parcelas Experimentales.....	39
5 Porcentaje promedio de sobrevivencia de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.....	44
6 Valores promedios de altura de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.....	46
7 Valores promedios de Diámetro Basal de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.....	48
8 Valores promedio de número de ramas de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.....	50
9 Porcentaje promedio de sobrevivencia de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 MDP.....	57
10 Valores promedio de altura de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 MDP.....	59
11 Valores promedio de diámetro basal de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 MDP.....	61
12 Valores promedio de número de ramas de <i>Leucaena</i> spp en cuatro sitios de Nicatragua a los 18 MDP.....	64

MEMBREÑO, M. J. J. 1996. Evaluación de 11 especies y 24 de *Leucaena* a los 12 y 18 meses de establecidas en cuatro sitios de Nicaragua. Managua, Nicaragua. KCFOR/FARKNA/UNA. 72 p.

RESUMEN

En vista del alto grado de deterioro de los suelos y la alta tasa de deforestación de los bosques de Nicaragua en busca de fuentes de energía calorífica para la cocción de los alimentos, se evaluó 11 especies y 24 variedades de *Leucaena* a los 12 y 18 meses de establecidas en cuatro sitios de Nicaragua (El Plantel y Mateare, del Departamento de Managua; Estelí y Diriamba).

El objetivo fundamental del estudio fue evaluar la adaptabilidad y crecimiento de las 24 variedades. Se seleccionó *Leucaena* por ser una especie de crecimiento rápido, de buena calidad para leña y por ser propia del trópico seco, ecosistema en donde se están presentando problemas de deforestación para la obtención de leña en Nicaragua.

Con respecto a los sitios, en Estelí se obtuvo los porcentajes promedios más altos de sobrevivencia (88% a los 12 MDP y 86% a los 18 MDP). En la finca "El Plantel" las variedades obtuvieron los valores promedios máximos para las variables de crecimiento (Altura: 3.64 m; diámetro: 4.59 cm; y número de ramas: 5.19 a los 18 meses de establecidas las plantaciones.

Se considera que, de los cuatro sitios evaluados, el menos adecuado para las variedades de *Leucaena* en estudio fue Llano Redondo, Estelí; en donde se obtuvieron los valores promedios de crecimiento más bajos.

Los mayores porcentajes promedios de sobrevivencia a los 12 y 18 meses de establecida la plantación (98 y 92%, respectivamente), los presentó la variedad 47-85 de *Leucaena macrophylla*. La variedad 2-86 de *Leucaena trichodes* presentó los valores promedios máximos de altura a los 18 MDP (3.23 m); referente a diámetro basal a 10 cm, la variedad 51-88 de *Leucaena collinsii* presentó el mayor incremento promedio (4 cm) a los 18MDP; en cuanto a número de ramas, el mayor promedio (6.59), lo presentó la variedad 32-88 de *Leucaena leucocephala*.

Al comparar los cuatro sitios, fue evidente que las características edafo-climáticas de éstos ejercieron una influencia significativa en los valores de diámetro, altura y número de ramas.

1. INTRODUCCION

El rápido crecimiento de la población a nivel mundial, el uso de la tierra para la agricultura, el rápido degradamiento de los suelos y la alta tasa de deforestación marca el panorama de la ecología mundial.

La situación ambiental de Nicaragua sufre un acelerado y progresivo deterioro, que se traduce en la pérdida de recursos naturales, potenciales ecológicos y calidad ambiental, necesarios para sustentar el desarrollo nacional. Los problemas relacionados con el uso sostenible y la conservación a largo plazo de los recursos naturales renovables se tornan cada vez más complejos.

En las últimas décadas los bosques han sido sometido a un proceso de destrucción fuerte, principalmente en las áreas secas y húmedas de las zonas tropicales y subtropicales. Nicaragua se caracteriza por su diezmada población forestal, tanto por el tipo de uso del suelo como por su alta densidad poblacional en algunas regiones.

Un factor clave que determina el ritmo de deterioro del recurso forestal es la extracción progresiva de la leña, ya

sea como actividad comercial o de autoconsumo en la cocción de alimentos. Aproximadamente el 80% de la población en América Central depende de la leña como combustible doméstico, lo cual representa el 31% de toda la energía consumida en la región.

En Nicaragua existen cinco fuentes tradicionales de energía primaria identificadas: hidroenergía, geotermia, hidrocarburos, residuos vegetales y leña; cuyos consumos se han mantenido con un comportamiento similar desde la década de los 70. Los principales sectores de consumo son: agropecuario, industrial, transporte público, servicios, comercio y residencial. Las principales características del sistema energético nacional son: alta dependencia de hidrocarburos importados en su totalidad, dependencia casi total del sector residencial y comercial por la leña, escaso desarrollo y explotación de los recursos hidroeléctricos y geotérmicos.

En base al balance de Energía Nacional, la leña y el carbón vegetal en 1990 representaron 56% del consumo neto de energía final (Cuadro 1), ambos son importantes para satisfacer las necesidades básicas como la cocción de alimento de las amplias mayorías de la población, tanto urbana como rural.

En el sector industrial, el mayor consumo son los residuos vegetales y los derivados del petróleo. La mayoría de esta energía está destinada para la generación de vapor en los ingenios azucareros para fuerza motriz y otros usos, leña para ladrillerías, panaderías, caleras y alfarerías.

En cuanto al consumo de energía en el sector residencial, la leña representó en 1990 el 94%, la energía eléctrica el 41%, el gas licuado el 14% y el carbón vegetal junto con el keroseno el 14%.

Cuadro 1. Balance de energía a nivel nacional.

FORMA DE ENERGÍA	kiLOBEP*	PORCENTAJE
Leña	6,096.0	55.37
Carbón vegetal	130.4	1.18
Derivado petróleo	3,025.6	27.48
Residuos vegetales	1,037.0	9.42
Energía eléctrica	719.6	6.34
TOTAL	11,008.6	100.00

Fuente: SANCHEZ, S. et al. 1993.

Nicaragua posee una tasa de deforestación anual del 25%, lo que hace necesario el estudio de especies de uso múltiple como *Leucaena* sp, la cual es de gran importancia debido a que, como forma integral de uso del suelo, tiene la potencialidad de proveer a la población rural de forraje,

leña y otros productos forestales; y simultáneamente contribuye al mejoramiento y conservación del suelo y su fertilidad, así como de otros componentes ambientales.

Así también esta especie presenta características favorables como: rápido crecimiento, facilidad de rebrote, fijación de nitrógeno, producción de leña y carbón de buena calidad.

El presente trabajo se desarrolló en cuatro sitios de Nicaragua, tres en la zona del Pacífico, que es la de mayor población, y uno en la zona norte del país (El Plantel, Managua; La Polvosa, Mateare; El Paraíso, Diriamba; y Llano Redondo, Santa Cruz, Estelí), en donde se evaluó el crecimiento y la adaptabilidad de 11 especies y 24 variedades de *Leucaena* a los 12 meses y 18 meses, después de establecida la plantación. Hasta la fecha, es el primer trabajo de este tipo que se realiza en el país.

OBJETIVOS

1. Conocer la adaptabilidad de las especies y variedades de *Leucaena* a los 12 y 18 meses de edad en El Plantel (Managua), La Polvosa (Mateare), El Paraíso (Diriamba) y Llano Redondo (Estelí).

2. Evaluar el crecimiento de las especies y variedades de *Leucaena* a los 12 y 18 meses de edad en El Plantel (Managua), La Polvosa (Mateare), El Paraíso (Diriamba) y Llano Redondo (Estelí).

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción de la especie

El género *Leucaena* pertenece a la sub-familia Mimosoideae, familia Leguminosa. Linneo, en su obra "Species Plantarum" (1753), la describió como *Mimosa glauca*, basando su descripción en una anterior realizada por A. Van Royer (1740). Sin embargo, de Wit (1961), demostró que la descripción de Linneo no puede aplicarse a lo que ahora se llama *Leucaena Leucocephala*, ya que la misma difiere en las características del número de estambres y vainas (CATIE, 1991).

Según CATIE (1991), de todas las leguminosas principales, la leucaena es probablemente la que ofrece la más amplia variedad de usos. En sus muchas variedades, leucaena puede producir un forraje nutritivo, leña, madera o un rico fertilizante orgánico. La leucaena puede desarrollarse como un árbol alto y esbelto que alcanza alturas hasta de 20 m o como un arbusto redondeado de mucho ramaje con menos de 5 m de altura.

Leucaena es un árbol perenne, de crecimiento rápido y de uso múltiple; de copa ligeramente abierta y rala, con muchas ramas finas cuando crece aislado.

Presenta diámetros (dap) entre 12 y 20 cm; el fuste usualmente es torcido y se bifurca a diferentes alturas, la corteza externa es lisa o ligeramente fisurada, de color gris parduzco. Cuando crece en forma aislada a espaciamiento amplios, es frecuente encontrar árboles con dos o tres ejes.

Las hojas son compuestas, bipinnadas alternas, de 9 a 25 cm de largo, con cuatro a nueve pares de pinnas, opuestas, con tres a 25 pares de hojuelas más, opuestas, sésiles, lineares a estrechamente lanceoladas, de dos a cinco mm de ancho por 4 a 20 mm de largo, margen entero, ápice agudo, base asimétrica, verde grisáceas y glabras en ambas caras. Hay una glándula cóncava a veces a la mitad del pecíolo o entre el primer par de pinnas y la otra glándula, también cóncava, entre el último par de pinnas (CATIE, 1991).

Las flores son pequeñas, blancas, suavemente perfumadas, en cabezuelas redondeadas, solitarias o en pares, de 12 a 25 mm de diámetro, axilares, con pedúnculos de 2 a 3 cm de largo (CATIE, 1991).

Los frutos son vainas aplanadas dehiscentes de 10-20 cm de largo por 2,0 a 2,5 cm de diámetro, verdes cuando tiernas y morenas brillantes cuando maduran, glabras; comúnmente de

15 a 60 por ramillete, cubierto con vellos finos al principio, usualmente en 15 ó 20 semillas ovoides y moreno brillantes. Las semillas son ligeramente elípticas, comprimidas de 3 a 4 mm de ancho, de color café brillante, según la variedad el número de semillas puede variar de 18 mil a 26 mil por kilogramos.

Sus raíces típicamente profundas y pivotantes con crecimiento lateral descendiente en ángulo agudo a la raíz principal. Las raíces laterales son pequeñas y presentan nódulos que contienen la bacteria *Rhizobium* y los vellos de las raíces a menudo se encuentran infestados con *Mycorrhizae*. El género normalmente se autofertiliza, aunque la estructura floral permite la polinización abierta.

Aunque permanece verde todo el año bajo condiciones favorables, las causas ambientales tales como la sequía, la escarcha o vientos fuertes ocasiona que la planta mude sus hojas y las hojuelas, los pinulos se cierran como reacción a la sequía, el frío y la noche. A la especie *Leucaena leucocephala* se le ha detectado una considerable variación en los hábitos de crecimiento, en base a esto han sido clasificados en tres grupos por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (CATIE, 1991).

2.2 Origen y Distribución

La *Leucaena* es originaria de la América Tropical, desde el Sur de México (en la península de Yucatán) hasta Nicaragua. Desde la época de la conquista de México, los españoles llevaron la especie a Filipinas y desde ahí fue introducida posteriormente a otras islas del Pacífico, Indonesia, Malasia, Papua, Nueva Guinea, sureste de Asia y Africa Oriental y Occidental. En la actualidad se encuentra en la mayoría de los países tropicales y subtropicales y se considera una especie importante por ser de uso múltiple (CATIE, 1986).

En Nicaragua se encuentra en su mayoría en las tierras de la región del Pacífico y de la región Central, en altitudes comprendidas entre los 5 y 1000 msnm (GOMEZ, L. 1981).

2.3 Requerimientos ambientales

Leucaena está restringida a los trópicos y subtrópicos. El cuadro 2 presenta las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la especie.

Cuadro 2. Requerimientos ambientales de *Leucaena sp.*

Temperatura	Altitud	Precipitación	Suelos
22 y 29°C	Tierras bajas, debajo de 900 msnm	600 y 2300 mm anuales, período seco de cuatro a seis meses	Tolera un amplio rango de suelos, desde rocosos hasta arcillosos. No crece bien en suelos ácidos (pH menor de 5,5), ni muy pesados, inundados o sobrepastoreados

Fuente: (CATIE, 1986).

2.4 Silvicultura

2.4.1 Semilla

En América Central, la época de floración se extiende desde Agosto hasta Octubre, y la recolección de semillas puede realizarse a partir de finales de Noviembre, siendo más uniforme la producción en los meses de Diciembre y Enero.

La recolección de semillas es relativamente fácil. Debe hacerse cuando los frutos presentan una coloración café. El secado se realiza al sol, hasta que se abran las vainas y se desprendan las semillas. En un kilogramo hay aproximadamente 18 000 semillas, con las cuales se obtienen unas 16 000 plantas (88% de germinación) si es semilla del mismo año, que disminuye hasta 10 000 si es semilla de un año, almacenada en

refrigeración. Un árbol bien desarrollado puede producir por año, entre 0,5 y 1,5 kilogramos de semillas.

2.4.2 Propagación

Para acelerar y uniformizar la germinación, se recomienda colocar las semillas en agua, a temperatura ambiente dos o tres horas antes de la siembra. Si la semilla es fresca, se puede hacer siembra directa, depositando dos o tres semillas en bolsas de polietileno. El tiempo de germinación varía entre cuatro y 10 días. Luego se eliminan las plantitas menos desarrolladas, dejando las más vigorosas y de mejor forma.

Cuando las plantas alcancen de 30 a 40 cm de altura, en 12 ó 15 semanas, están listas para ser llevadas al campo. El riego se debe disminuir dos o tres semanas antes del trasplante, para favorecer el endurecimiento o lignificación de las plantas. Si no se trasplanta a tiempo, será necesario remover las plantas, podar las raíces y en algunos casos hacer podas apicales (CATIE, 1986).

2.4.3 Plantación

Las labores que se realizan antes de establecer una plantación son: limpieza del terreno y apertura de hoyos para plantas en bolsas. Cuando se utiliza siembra directa, es conveniente realizar una buena preparación del terreno (arado y surcado). En cultivos asociados, siempre se deben plantar primero los árboles.

La *Leucaena* es una especie que por su facilidad de manejo y diversidad de productos, puede ser cultivada bajo distintos sistemas, según el objetivo de la plantación. Los distanciamientos varían de acuerdo con el tipo de producto esperado (Cuadro 3).

Cuadro 3. Uso, distanciamiento y densidad de siembra de *Leucaena*.

USO	DISTANCIAMIENTO (METROS)	DENSIDAD (Arb/ha)
Leña y carbón	2,0 x 2,0	2 500
	2,5 x 2,5	1 600
	3,0 x 1,5	2 200
Sombra/café	5,0 x 5,0	400
	6,0 x 6,0	280
Forraje	0,5 x 1,0	20 000
	1,0 x 1,0	10 000
Cercas vivas*	1,0 - 2,0	1 000 - 2 000
Cultivo en callejones*	0,5 - 1,0	1 250 - 5 000

Fuente: (CATIE, 1986) *: En pendientes fuertes se requieren distanciamientos más cortos.

2.5 Usos

2.5.1 Producción de Madera y Leña

Cuando se cultiva en plantaciones, no desarrolla fuste para aserrío; usualmente estos fustes son torcidos y con diámetros que difícilmente llegan a 20 cm. No obstante, en algunos países como República Dominicana debido a que la madera es escasa los troncos de *Leucaena* están siendo utilizados para fabricar mangos para palas, picos y martillos. En Panamá y Honduras los fustes delgados (5 a 7 cm) son comercializados como tutores para cultivos de tomate y chile dulce, aunque la duración usualmente se limita a un año.

En diferentes plantaciones en Honduras la especie, después de los primeros cuatro años, mostró una producción por ha de 3 120 postes para cerca, 15 000 tutores, 20 800 piezas de leña para consumo doméstico y 19 tm de follaje. Uno de los mayores usos que se le está dando a la especie en los países Centroamericanos, es para la producción de leña. En Costa Rica se han alcanzado producciones de 228 metros estéreos de leña en plantaciones de 5,3 años. (un metro estéreo equivale a una pila de leña de 1m x 1m x 1m).

La madera de *Leucaena* tiene potencial como fuente importante de pulpa y papel, madera rolliza y materiales para construcción (CATIE, 1991).

2.5.2 Leña y Carbón

La *Leucaena* es una especie productora de leña, con un valor calorífico entre los 17.6 y 19.3 Megajul/Kg y se quema con poco humo. En Costa Rica, Salazar et al (1987), evaluando el comportamiento de *Leucaena leucocephala* y *Leucaena diversifolia* en sitios diferentes obtuvieron valores calóricos con rangos 18.455 - 18.977 Megajul/Kg y 16.804 - 18.977 Megajul/Kg, respectivamente.

En estudios preliminares sobre el comportamiento de la *Leucaena* en Costa Rica, Salazar et al (1988), determinaron en *Leucaena leucocephala* un uso del 89% de su biomasa aérea como leña obteniéndose resultados un IMA de leña en peso seco en la zona del Pacífico de 11.1 +/- 2.7 tm/ha y 11.6 +/- 2.7 tm/ha, se obtuvo mayores rangos productivos en el sitio.

En Nicaragua en Mateare en la Finca "La Polvosa" para densidades de 5000 plantas/ha se obtuvo producciones de 28 y 27 tm/ha con edades de 24 y 23 meses, respectivamente.

Leucaena diversifolia presentó un rango de utilización de biomasa aérea para leña de 63%, presentándose un IMA en producción de leña de 9 tm/ha, en el sitio UCR con 2.6 años de edad y 4 tm/ha a 1.3 años edad en el sitio Piedad Norte.

Según ITR, 1984, citado por Pound y Martínez (1985), el carbón vegetal de *Leucaena* tiene un valor calórico de casi 7000 Kcal/Kg, que es el 70% del valor calorífico del combustible. Se descubrió que 40 árboles de *Leucaena* con diámetro de altura al pecho de 5-10 cm y una altura de 4 m producen 1 m³ de madera. Por los métodos tradicionales se necesitan 13 m³ de madera para producir una tonelada de carbón. Esto se puede reducir a 7 m³ de madera por tonelada de carbón usando mejores métodos y hornos.

Por ser un árbol de rápido crecimiento, la madera tiene un peso específico y valor calorífico muy altos. Debido a que rebrota fácilmente, *Leucaena* podría convertirse en una fuente renovable de energía en aquellas áreas apropiadas a sus requerimientos agronómicos (CATIE, 1991).

2.5.3 Sistemas Agroforestales

Arboles para Sombra

Leucaena leucocephala y *L. diversifolia*, por ser especies fijadoras de nitrógeno, de fácil manejo y alta capacidad de rebrote, son ideales como árboles para sombra de café, cacao y té.

Producción de Forraje

Dada la alta digestibilidad del follaje de *Leucaena* (60-70%), el cual contiene entre 20 y 27 por ciento de proteína, carotenos, vitamina K y otros nutrientes, la especie está siendo muy utilizada para producir forraje (Hedge, 1983; Patha y Patil, 1983).

Con densidades de 66,600 árboles/ha y cosechas a intervalos de 60 días y 30 cm de altura, se logró producciones anuales de 23 tm/ha; las producciones mejores se obtienen cuando se realiza la cosecha a un metro de altura (Patha y Patil, 1983).

Guillén y Huevo (1989), observaron que la harina de *Leucaena* puede sustituir el 100% de la harina de algodón en la alimentación de vacas lecheras.

Cultivo en Callejones

Por las características de crecimiento y múltiples usos de la especie, ésta se ha venido utilizando frecuentemente como el componente arbóreo en el sistema de cultivos en callejones, donde se planta con cultivos agrícolas como maíz, frijoles, tubérculos o gramíneas para corte.

En este sistema agroforestal la especie se utiliza para distintos fines, como producción de leña, producción de forraje, cortinas rompevientos, estabilización de suelos cuando se planta en curvas de nivel y mejoramiento de suelo a través de la fijación de nitrógeno atmosférico y la incorporación de follaje.

Cortinas Rompevientos

En cortinas rompevientos, la *Leucaena* debe ser plantada como componente de porte medio de la cortina con una distancia entre árbol de 2 m, de esta forma cubrirá la parte media de la cortina y ayudará así a reducir de forma más efectiva la velocidad del viento. En la parte central de la cortina se planta una o dos líneas de árboles de porte alto, como por ejemplo, *Eucalyptus camaldulensis* y luego a ambos lados se planta una línea de *Leucaena* (CATIE, 1991).

2.5.4 Mejoramiento del suelo y reforestación

Su sistema radicular es extremadamente agresivo permitiéndole penetrar subsuelos duros y absorber nutrientes de horizontes profundos. Como su sistema radicular puede romper las capas impermeables del subsuelo, se facilita la penetración de la humedad y se disminuye la escorrentía superficial del suelo.

La *Leucaena* fija el nitrógeno atmosférico y por lo tanto ayuda a enriquecer el suelo. Su follaje iguala al estiércol en contenido de nitrógeno, y la caída de sus hojas lo devuelve al suelo bajo los arbustos (CATIE, 1991).

La *Leucaena* que crece naturalmente en laderas de montaña y a los lados de caminos como especie colonizadora de superficies desnudas con frecuencia exenta de la capa superior del suelo, es una candidata para la reforestación.

Su facilidad para prosperar en laderas inclinadas, suelos marginales y áreas con sequías prolongadas, la convierten en una especie importante para establecer la cubierta forestal en cuencas, laderas y pastizales (CATIE, 1991).

2.6 Descripción de las variedades de Leucaena

En América Central se encuentran distintas variedades de *Leucaena*, clasificadas en tres tipos según su hábito de crecimiento: la hawaiana pequeña (5 m de altura) originaria de Yucatán, México; la salvadoreña originaria de América Central; y la peruana, de tronco corto, alcanza 15 m de altura y produce bastantes ramas. La distribución de dos de estas variedades se presenta en la Fig. 1.

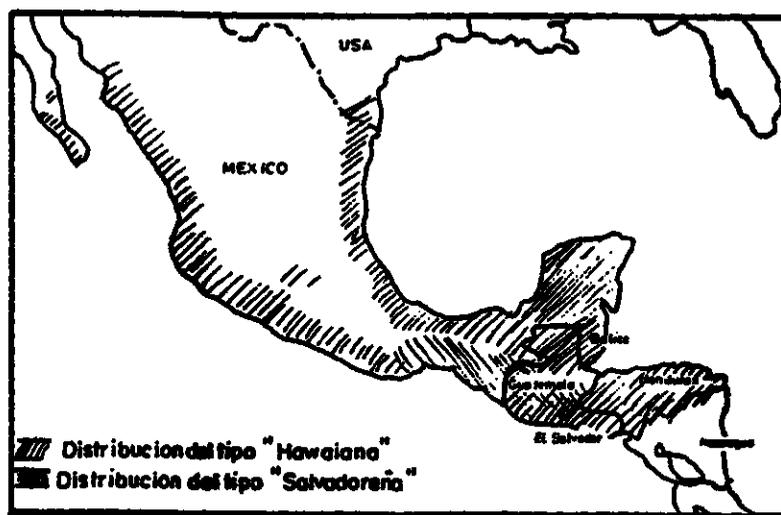


Fig. 1 DISTRIBUCION DE LOS TIPOS DE LEUCAENA

2.6.1 Tipo Hawaiana

Poseen variedades pequeñas y espesas, de apariencia muy arbustiva, usualmente alcanza hasta 5 m de altura, florece muy temprana (de 4 a 5 meses de edad) todo el año, restringiéndose de hacerlo cuando las condiciones de humedad la limitan (Brewbaker y Hutton, 1979). En comparación con los tipos de El Salvador y Perú, su rendimiento en madera y follaje es bajo.

Por su largo período de florecimiento produce muchas semillas y puede llegar a convertirse en una maleza agresiva. Es originaria de la Península de Yucatán en México y ampliamente diseminada en el trópico. Su valor se basa en la habilidad de revegetar laderas tropicales, proporcionando leña, carbón y sombra para otros cultivos.

2.6.2 Tipo Salvadoreña

Arboles de porte relativamente alto que alcanza hasta 20 m de altura. Posee hojas grandes, vainas, semillas y tronco espeso con ramas relativamente gruesas. Esta variedad se originan en los bosques interiores de América Central y se ha estudiado solamente en los últimos 25 años. Es altamente

productiva y se utiliza para la obtención de leña, madera y pulpa, se le conoce como "Gigante Hawaiana" e incluye las variedades K8 y K132 (México), K28, K67 y K72 (El Salvador), K29 (Honduras) y K62 (Costa de Marfil) (Brewbaker and Hutton, 1979).

2.6.3 Tipo Peruana

Los árboles pueden alcanzar hasta 15 m de altura con ramas cortas y abundantes, presenta altas cantidades de follaje. Estas variedades, por ser de alta producción de forraje, están siendo probadas en muchos países tropicales.

La nomenclatura de la *Leucaena* lamentablemente puede llevar a confusiones, dado que los tipos de leucaenas bajas, arbustivas, aunque son de origen mexicano se les refiere como del tipo Hawaiano, que llegaron de Hawaii vía Las Filipinas; un nombre mejor para este grupo de variedad sería tipo Acapulco.

De acuerdo con Brewbaker y Hutton (1979), el tipo Perú se remonta a semillas de Argentina de posible origen peruano, aunque su morfotipo parece que sólo ocurre naturalmente en Nicaragua. Se ha sugerido que las variedades tipo Perú son

intermedias entre los tipos Salvador y Hawaii, lo que ha surgido mediante la Hibridación.

La mayoría de las especies de *Leucaena* están ubicadas en regiones donde existen peligro de extinción por la actividad humana. En 1981 (Gómez Lazo, D.A), tomando para su análisis un total de 19 sitios en cuatro regiones del país, se comprobó que *Leucaena leucocephala* presentó un buen comportamiento en referencia a sobrevivencia y crecimiento en la región del Pacífico (estación seca pronunciada).

3. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 Descripción y origen del material experimental

En total se trabajó con 11 especies con 24 variedades (Cuadro 4), obtenidas a través del Instituto Forestal de Oxford.

Cada variedad está identificada por un número de cuatro dígitos, los dos primeros indican el lugar de origen y los dos que le siguen, el año de recolección.

Cuadro 4. Especies, variedades y procedencia del material utilizado en el experimento.

ESPECIE	ORIGEN	NUMERO IDENT.
<i>leucaena salvadorensis</i>	Yusquare, Honduras	34-88
<i>L. salvadorensis</i>	Choluteca, Honduras	17-86
<i>L. collinsii</i>	Mendoza, México	45-85
<i>L. collinsii</i> Guatemalan-form	Gualan, Guatemala	56-88
<i>L. collinsii</i> Guatemalan-form	El Carrizal, Guatemala	57-88
<i>L. collinsii</i>	Chacaj, Guatemala	51-88
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i>	San Martin Pachivia, México	47-87
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>paniculata</i>	San Pedro Chapulco, México	52-87
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>lanceolata</i>	San Jon, México	43-85
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>sousae</i>	Cacolote, México	50-87
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i>	Operation Double Har, Haiti	32-88
<i>L. multicapitulata</i>	Los Santos, Panamá	81-87
<i>L. trichodes</i>	Cuicas, Venezuela	2-86
<i>L. trichodes</i>	Jipijapa, Ecuador	61-88
<i>L. shannonii</i> Guatemalan-form	Chiquimula, Guatemala	19-84
<i>L. shannonii</i>	Chaapoton, México	53-87
<i>L. shannonii</i> Guatemalan-form	Quetzaltepeque, Guatemala	58-88
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>nelsoni</i>	San Isidro, México	47-85
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>macrophylla</i>	Vallecitos, México	55-88
<i>L. diversifolia</i> subsp. <i>diversifolia</i>	Corral-Falso, México	45-87
<i>L. diversifolia</i> subsp. <i>diversifolia</i>	Ialapa, México	46-87
<i>L. diversifolia</i> subsp. <i>stenocarpa</i>	Los Guates, Guatemala	53-88
<i>L. pulverulenta</i>	Altas Cumbres, México	83-87
<i>L. pulverulenta</i>	South Texas, USA	84-87

3.1.1 Descripción de las especies

3.1.1.1 *Leucaena collinsii* Britton & Rose

La variedad 45-85 procede de México ubicándose en la depresión central de Chiapas, a una altitud de 536 msnm, con promedios anuales de lluvia de 948.2 mm y temperaturas medias anuales de 24.7°C. Las otras tres variedades (51-88, 56-88 y 57-88), proceden de Guatemala donde se tienen rangos de precipitación que van de los 723-1,029 mm anuales; las alturas van de los 100 hasta 700 msnm y temperaturas medias anuales de 22.6°C - 27.6°C.

Los genotipos 45-85 y 51-88 se localizan en suelos vertisoles profundos constantemente presionados por severos abusos con rozas, sequías e incendios. El genotipo 56-88 y 57-88 ubicados en suelos derivados de material aluvial y regosoles profundos, arenosos, pedregosos, bajo material orgánico y de libre drenaje.

La cubierta forestal de los diferentes sitios se componen de residuos de bosque seco tropical.

3.1.1.2 *Leucaena diversifolia* (Schecht) Benth.

Los genotipos 45-87 y 46-87 proceden de Veracruz,

México, con temperaturas medias anuales que van de los 17.9°C a 21.5°C, promedios anuales de lluvia 1164 a 1,514.8 mm y alturas de los sitios sobre el nivel del mar en el rango de 259 a 1,361 msnm. Los suelos son luvisoles rojos, profundos, fértiles con libre drenaje y el pH ligeramente ácido.

La cubierta forestal presente son montañas subtropicales largamente convertidas en plantaciones de café y pastos asociados a árboles de sombra.

El genotipo 53-88 procede de Guatemala con una altitud entre 1,400 y 1,450 msnm, precipitación anual media de 1,120.8 mm y una temperatura media anual de 21.6 °C. Sus suelos son derivados de material parental volcánico, son relativamente fértiles y profundos con buen drenaje. El área fuertemente degradada de bosques de *Pinus oocarpa* y *Quercus* sp., encontrándose remanentes como sombra de café.

3.1.1.3 *Leucaena esculenta* (Mocino et Sesse ex ADC) Benth.

Los genotipos se recolectaron en México los sitios se encuentran en alturas que van desde los 1400 hasta 2100 msnm, temperaturas medias anuales en el rango de los 17.6 a 21.9°C, la precipitación media anual entre los 528.3

mm para el sitio de recolección de la subespecie *paniculata* y los 1,294.2 mm para la subespecie *esculenta*.

Los suelos son originados de rocas calcáreas, con frecuencia delgados o profundos de libre drenaje con pH en el rango 7-8. Las áreas donde se ubican, presenta una vegetación altamente degradada, algunas bajo protección y cultivos.

3.1.1.4 *Leucaena lanceolata* S. Watson

Los genotipos se recolectaron en México, en la costa del Pacífico con altitudes que van de los 10 a 100 msnm, con precipitaciones anuales entre los 1,040 mm y temperaturas similares en ambos sitios con 27.2°C y 28.2°C respectivamente.

Los suelos son del orden regosoles, arenosos, profundos, de libre drenaje y no estratificado proveniente de material aluvial muy predominante.

El material vegetal que predomina son remanentes de bosque tropical seco, muchos claros ocurren para el uso de actividades agrícolas.

3.1.1.5 *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt

La variedad gigante aquí tratada designada como k8 por la Universidad de Hawaii. Tres volúmenes de semilla del material derivado de k8, proceden de árboles en Hawaii y Guatemala.

3.1.1.6 *Leucaena macrophylla* Benth.

Los árboles de recolección del material experimental se encontraron ubicados en México en el distrito de Río Grande sobre la zona de la costa del Pacífico con altitud de 10 msnm; precipitación anual de 1,038 mm y temperaturas medias anuales de 28.2 °C.

Los suelos son regosoles formados de material aluvial derivado de la Sierra Madre al Norte del sitio de recolección, con drenaje libre, en algunas partes son acumulados material arcilloso tendiendo a formar suelos vertisoles.

En el sitio se encuentran residuos de bosques tropicales muy degradados debido la uso de la agricultura a que se someten los suelos.

3.1.1.7 *Leucaena multicapitulata* Schery.

El material se recolectó en Panamá, en el distrito de Los Santos con altitudes entre los 10 a 50 msnm, precipitación media anual de 1,074.6 mm y temperaturas media anual de 27.7°C.

El sitio se ubica en la zona costera del Pacífico, los árboles de recolección se situaron sobre la rivera de los cursos de ríos, predominando los suelos rojos arcillosos y algunos suelos formados por sedimentos de los ríos, los bancos de suelos formados con drenaje no impedido.

El material vegetal original fue clareado por el uso de la agricultura, predominando el material vegetal secundario.

3.1.1.8 *Leucaena pulverulenta* (Scgecht) Benth.

El genotipo 83-87 se recolectó en México en alturas de 1000 a 1500 msnm, precipitación media anual de 748.9 mm y temperatura media anual de 18.4°C.

Los suelos son derivados de material calcáreo, poco profundos, muchas veces con material de placas quebradizas

con libre drenaje.

El genotipo 84-87 se recolectó en Texas, Estados Unidos, con alturas entre los 10 a 30 msnm, suelos variables arenosos y libre drenaje. En ambos sitios la cobertura forestal es muy dañada debido al uso para la agricultura.

3.1.1.9 *Leucaena salvadorensis* Standl.

El material experimental se recolectó en Honduras en el departamento de Choluteca, con precipitaciones medias anuales en los rangos de los 1,119.8 a 2,037mm. con temperaturas medias anuales entre 26.5 a 29.5 °C, y alturas que van desde los 350 hasta 600 msnm en el sitio Calaire.

Los suelos son jóvenes y superficiales, originados de material volcánico y tendiendo a formar suelos ácidos, éstos sufren mucho abuso por la agricultura, sequías y erosión. Son extremadamente rocosos, poco profundos y quebradizos.

La vegetación presente son residuos de bosques tropicales muy clareados para la agricultura y madera de timbers.

3.1.1.10 *Leucaena shannonii* J.D. Smith

El genotipo 19-84 se obtuvo en Guatemala en el departamento de Chiquimula. Se recolectó en dos sitios diferentes con precipitaciones medias anuales de 927.5mm y alturas que van desde los 600 hasta 950 msnm y temperaturas medias anuales de 24°C.

Los suelos van desde jóvenes, superficiales y de origen volcánico hasta vertisoles muy afectados por la quema agrícola, la desecación y la erosión.

El material vegetal asociado a *Leucaena shannonii* son residuos de bosque tropical y algunas veces con bosque de pino.

El genotipo 53-87 fue recolectado en México en el distrito de Campeche. Con precipitaciones medias anuales de 1132.2 mm, altura de 0 a 20 msnm y temperaturas medias anuales de 26.4 °C.

Los suelos son arenosos, de drenaje libre, derivados de material limoso y pH en el rango de 6.5-7.5.

El material vegetal al que se asocia esta especie son residuos de bosque tropical seco.

3.1.1.11 *Leucaena trichodes* (Jacq) Benth.

Ambas identidades (2-66 y 61-88), proceden de América del Sur, se obtuvieron en Venezuela y Ecuador, respectivamente.

En Venezuela la precipitación promedio anual es de 751 mm, altitud entre los 450 y 700 msnm. Suelos altamente variables, la leucaena se encuentra en los sitios más pobres.

La vegetación son residuos forestales muy clareados por la agricultura y dominada por vegetación secundaria entre las que figuran *Acacia* spp.

En Ecuador la precipitación media anual promedio es de 491.8 mm, altitud entre los 150 a los 400 msnm y temperatura media anual de 24.8 °C. En esta zona ocurre una época muy seca de seis meses del año. Prevalecen los suelos vertisoles con pH en el rango de 6.5-7.0.

La *Leucaena* se encuentra asociada a especies, que figuran como residuos de bosques secos tropicales.

3.2 Descripción de los sitios experimentales

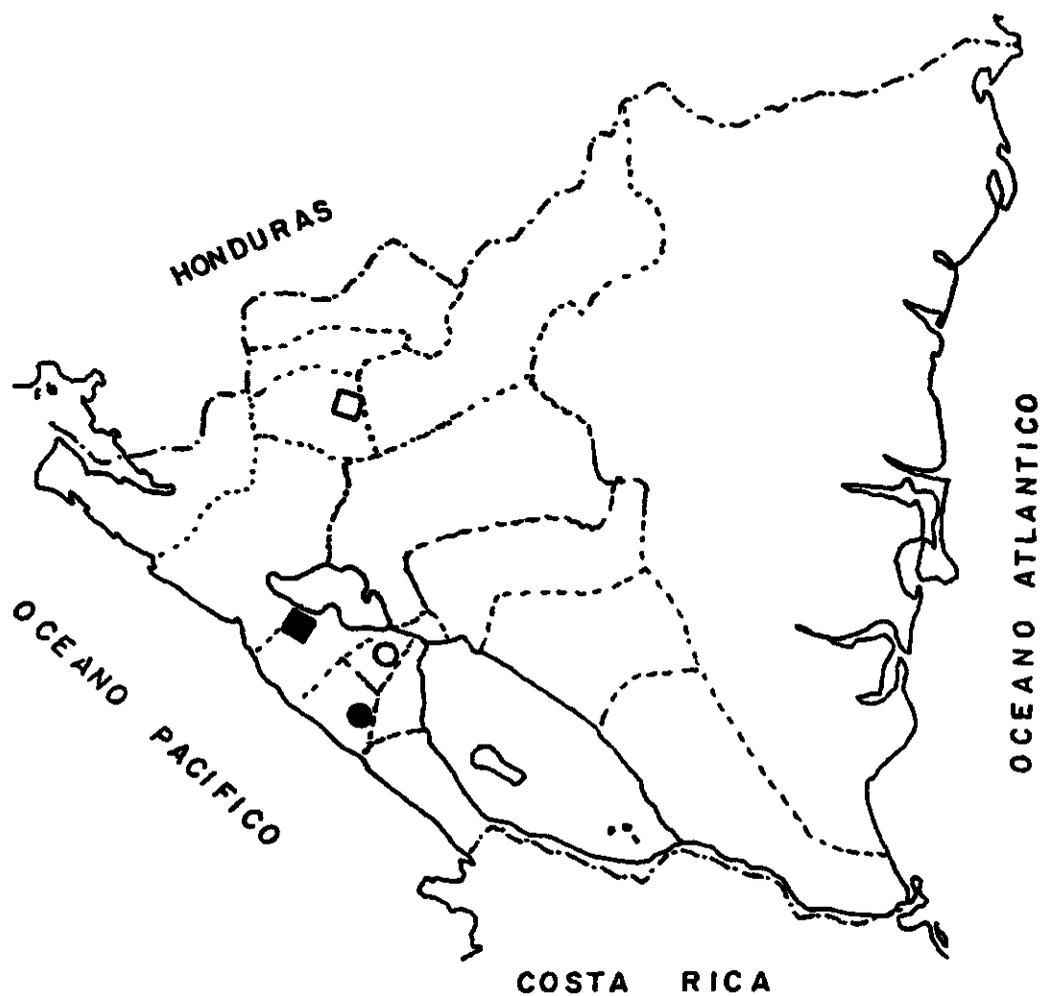
El presente estudio se realizó en cuatro sitios de Nicaragua ubicados en la regiones Pacífico y Norcentral (Fig. 2). A continuación, se describen las características climáticas y edáficas de los sitios de plantación.

3.2.1 Finca "El Plantel", Tipitapa, Managua

La Finca "El Plantel" (Propiedad de la Universidad Nacional Agraria), se localiza en el Km 42 de la carretera Tipitapa-Masaya y tiene una superficie de 183 ha.

El sitio presenta un altitud de 98 a 110 msnm, con temperaturas promedios anuales de 26°C y una precipitación media anual de 1100 mm; con un período de déficit hídrico de 7 meses al año. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (INTECFOR, 1993), el área corresponde a una transición entre Bosque Tropical Moderadamente seco y Bosque Tropical Subhúmedo.

El suelo pertenece a un Udic Duric Haplustolls (Zelaya 1990), existiendo la presencia de talpetate a 40 centímetros de profundidad. Estos suelos están en declives muy ondulados



UBICACION DE LOS CUATROS SITIOS DEL ENSAYO

- ESTELI: Llano Solo.
- MATEARE: Polvosa
- DIRIAMBA: El Paraiso
- CARRETERA MASAYA: Finca El Plantel

Figura 2. Ubicación geográfica de los sitios Experimentales.

a ligeramente ondulados, pendiente entre 2-4% muy usados en la agricultura principalmente en el cultivo de *sorgo* y *maíz*. La plantación fue establecida el 24 de Junio de 1991.

3.2.2 Finca "La Polvosa", Mateare, Managua

La finca experimental UCA-MATEARES "La Polvosa", está ubicada en el km 22½ Carretera Nueva a León. Pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Centroamericana (UCA).

La Polvosa se encuentra a una altitud de 100 msnm, con temperatura promedio anual de 28.4°C; la precipitación media anual es de 1261 mm, con un período de déficit hídrico de siete meses al año. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (INTECFOR, 1993), el sitio pertenece a una zona de vida de Bosque Seco Tropical Seco.

El suelo es Franco Arcillo Arenoso, predominando las áreas de matorral. El suelo fue muy usado para la actividad de pastoreo; son suelos muy pobres y muy clareados, con alta incidencia de erosión hídrica que se evidencia por la presencia de cárcavas. La plantación fue establecida el 10 de Agosto de 1991.

3.2.3 Finca "El Paraíso", Diriamba, Carazo

La finca "El Paraíso" está ubicada sobre la Carretera Panamericana aproximadamente a 1 Km al norte de la Ciudad de Diriamba.

El sitio se ubica a una altitud de 550 msnm, con temperaturas promedios anuales de 23.4°C. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (INTECFOR, 1993), pertenece a un Bosque Húmedo Premontano.

Existe el predominio de suelos Andosoles, de origen aluvial con presencia de cenizas volcánicas, de color pardo oscuro con buen drenaje interno; son de textura Franco Arcillosa.

En la zona es muy notable la presencia de vientos fuertes. La plantación fue establecida el 21 de Octubre de 1991.

3.2.4 Llano Redondo, Sta. Cruz, Estelí

La Comarca de Santa Cruz, Estelí se localiza a 5 Km de la Ciudad de Estelí.

"Llano Redondo" se encuentra a una altitud de 1050 a 1100 msnm; con una temperatura media anual de 23.4°C con fuertes vientos, precipitación media anual de 852 mm y la humedad relativa de 67.7%.

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (INTECFOR, 1993), el sitio se encuentra en la zona de vida de Bosque Seco Subtropical, predominando mucho las áreas de matorral; la especie predominante es *Quercus* spp.

Los suelos del sitio presentan una elevada compactación, así como una capa muy delgada de suelo fértil debido al sobrepastoreo a que ha sido sometido, durante un período de 8 años antes de establecerse la plantación; ésta fue establecida el 11 de Julio de 1991.

3.3 Descripción del ensayo

Al material experimental (semillas), inicialmente se le practicó tratamiento pregerminativo que consistió en el sumergimiento en agua a temperatura de 80°C por cinco minutos.

Posteriormente se llevó a cajas germinadoras; a los

quince días se procedió a realizar el repique y su posterior traslado en bolsas hacia el vivero donde se establecieron los diferentes genotipos en parcelas pequeñas.

Tres meses después de su establecimiento en vivero se procedió a realizar la plantación en los diferentes sitios. Se realizó actividades de limpieza (desmalezado) cada tres meses, así como control de plagas, principalmente de zompopos (*Atta* sp).

Se utilizó un diseño experimental de Bloque Completo al Azar (BCA) en donde se estableció las 11 especies con las 24 variedades. Cada parcela corresponde a un tratamiento y cada sitio se consideró como una réplica. Los tratamientos se distribuyeron al azar en cada una de las réplicas.

El ensayo ocupa un área de $2,600\text{m}^2$, con un espaciamiento entre árboles de 2.5×2.5 m. Las parcelas están formadas por 16 árboles (56.25 m^2), con una parcela útil de 6.25 m^2 de cuatro árboles centrales (Fig. 3 y 4).

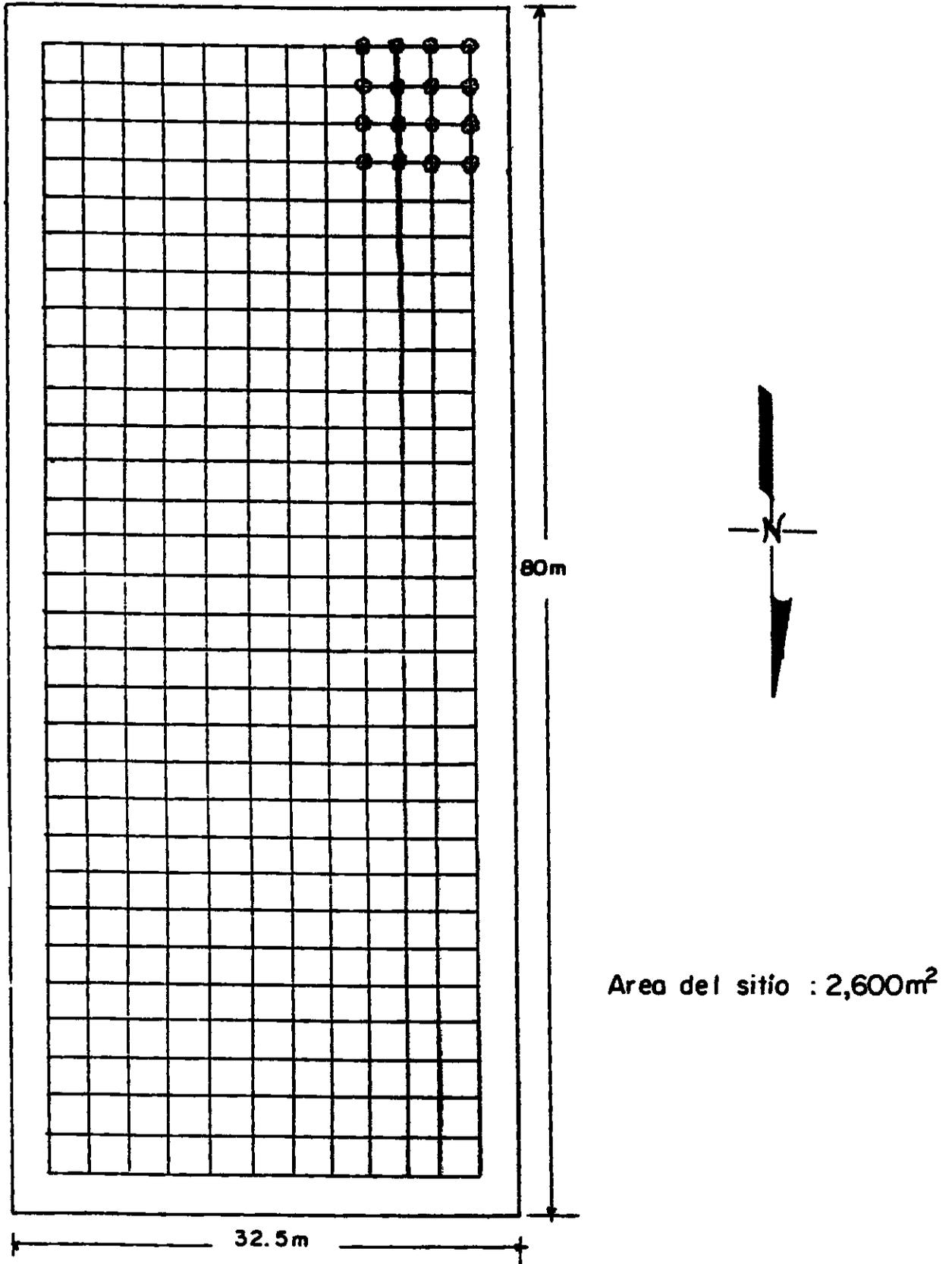
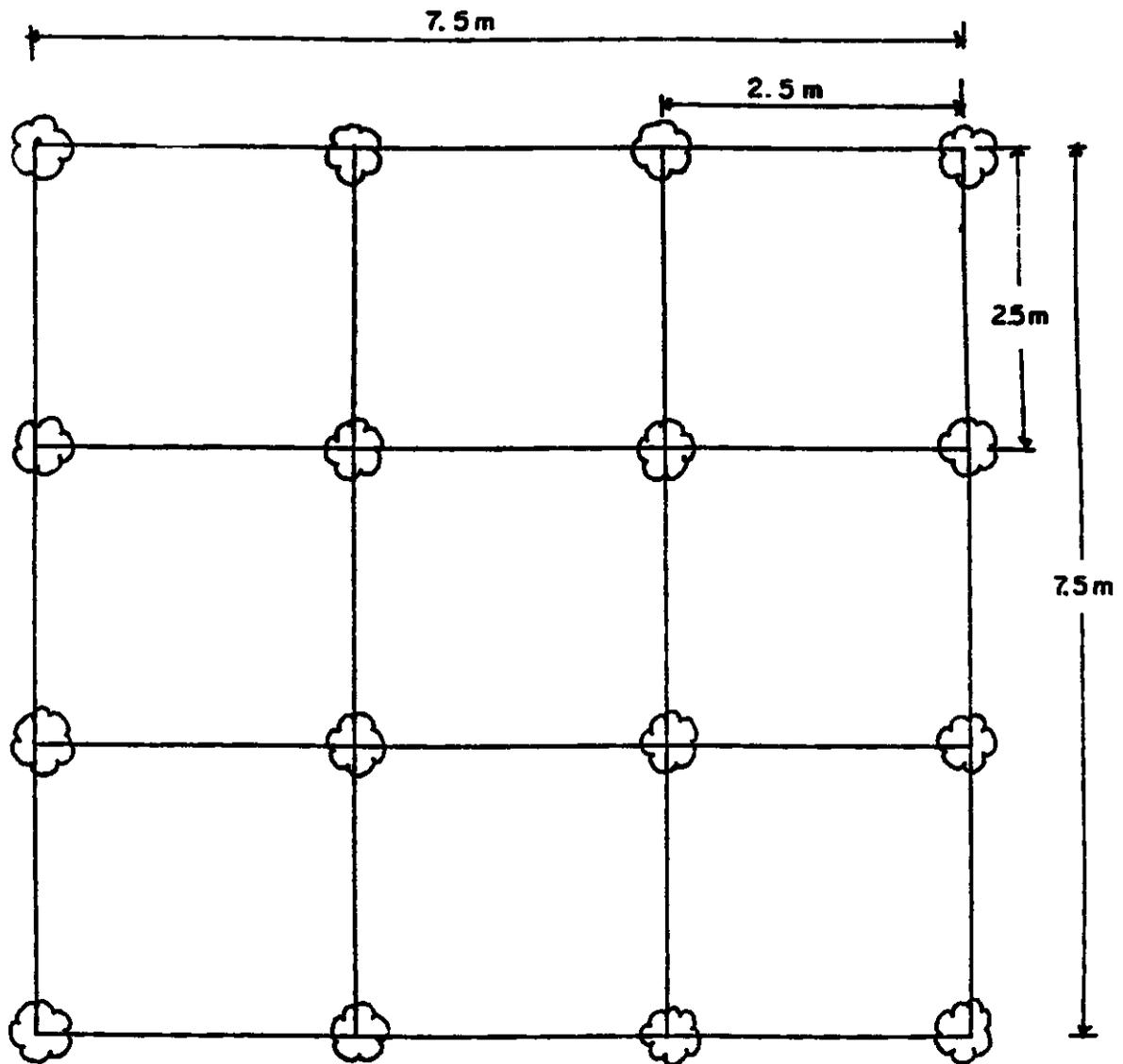


Figura 3. DIAGRAMA DEL ENSAYO



PARCELA DE CADA UNA DE LAS VARIETADES

Area de la parcela total : 56.25 m^2

Figura. 4. DIAGRAMA DE LAS PARCELAS DE EXPERIMENTOS.

3.4 Características de los suelos

Se realizó un muestreo de suelos en cada sitio, a una profundidad de 20 cm, los resultados del análisis se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Contenido de N, P, K y materia orgánica; acidez y CIC de los suelos de los sitios experimentales. 1992.

SITIO	N	P ppm	K meq/100 gr de suelo	MO	CIC	PH
					meq/100 gr suelo	
EL PLANTEL	0.21	1.08	0.18	4.11	16.51	6.3
LA POLVOSA	0.15	1.58	0.21	3.02	30.64	5.4
ESTELI	0.07	1.00	0.08	1.33	28.16	4.7
DIRIAMBÁ	0.66	1.40	1.05	13.2	62.50	5.6

3.5 Variables evaluadas

En cada uno de los árboles y en los diferentes sitios, se evaluó:

a) **Sobrevivencia:** Se consideró como relación porcentual efectuada de la división del número de plantas vivas por la suma de plantas vivas y muertas. Se evaluó a los 12 y a los 18 meses después de establecida la plantación.

b) Diámetro basal (cm): Tomado a 10 centímetros sobre el nivel del suelo. Se midió con Vernier a los 12 y 18 meses después de establecida la plantación.

c) Altura total (m): Comprendida desde la base del árbol al ápice del brote vertical dominante, que hace las veces de eje principal en cada árbol. Se midió con vara telescópica a los 12 y 18 meses después de establecida la plantación.

d) Número de ramas (NRAMAS): Se consideró ramas las bifurcaciones laterales de los ejes del árbol a un metro de altura. Se realizó a los 12 y 18 meses después de establecida la plantación.

3.6 Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el programa SAS. Se realizó análisis de varianza y pruebas de DUNCAN por variable, variedad y sitio.

Debido a las pérdidas de individuos en las parcelas útiles, se hizo los análisis estadísticos en función de los datos de parcela total (16 árboles) siempre y cuando éstas tuvieran más del 50% de los árboles (8 o más).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PRIMERA MEDICION (12 MDP)

A. SOBREVIVENCIA

Como se muestra en el cuadro 6 y en la figura 5, el mayor porcentaje promedio de sobrevivencia a los doce meses de establecida la plantación se obtuvo en Estelí con 88%, le siguen en orden descendente El Plantel, Mateare y Diriamba (81, 79 y 74%, respectivamente).

En el cuadro 7 se presenta las variedades de *Leucena* que obtuvieron los valores promedios máximos, medios y mínimos por sitio; dentro de estas se destacan la variedad 47-85 de *L. macrophylla* y 17-86 de *L. salvadorensis* obtuvieron los porcentajes promedios más altos de sobrevivencia (98 y 95%, respectivamente), en los cuatro sitios a los doce meses después de establecida la plantación. Valores intermedios (74%), fueron obtenidos por las variedades 2-86 de *L. trichodes* y 32-88 de *L. leucocephala*. El más bajo (53%), aunque aceptable, fue obtenido por las variedades 47-87 de *L. esculenta* y la 53-88 de *L. diversifolia*.

Cuadro 6. Porcentajes de sobrevivencia por variedad de Leucaena en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 meses de establecida la plantación. 1992.

VARIEDAD	ESTELI	EL PLANTEL	MATEARE	DIRIAMBÁ	PROMEDIO
47-85	94	100	100	100	98
17-86	100	81	100	100	95
57-88	94	94	94	94	94
43-85	94	88	94	100	94
19-84	100	100	100	75	94
51-88	100	100	94	69	91
56-88	94	88	94	88	91
53-87	100	94	94	75	91
50-87	81	88	94	88	88
61-88	94	94	69	81	85
84-87	81	100	100	43	84
58-88	81	81	94	81	84
55-88	94	88	81	63	82
43-85	100	69	88	69	82
52-87	94	88	56	88	82
34-88	69	81	81	88	80
2-86	94	63	50	88	74
32-88	100	25	100	69	74
83-87	100	100	31	56	72
81-87	56	69	81	75	70
45-87	81	88	31	44	61
46-87	69	81	25	69	61
53-88	63	50	69	31	53
47-87	88	25	81	19	53
PROMEDIO	88	81	79	74	81

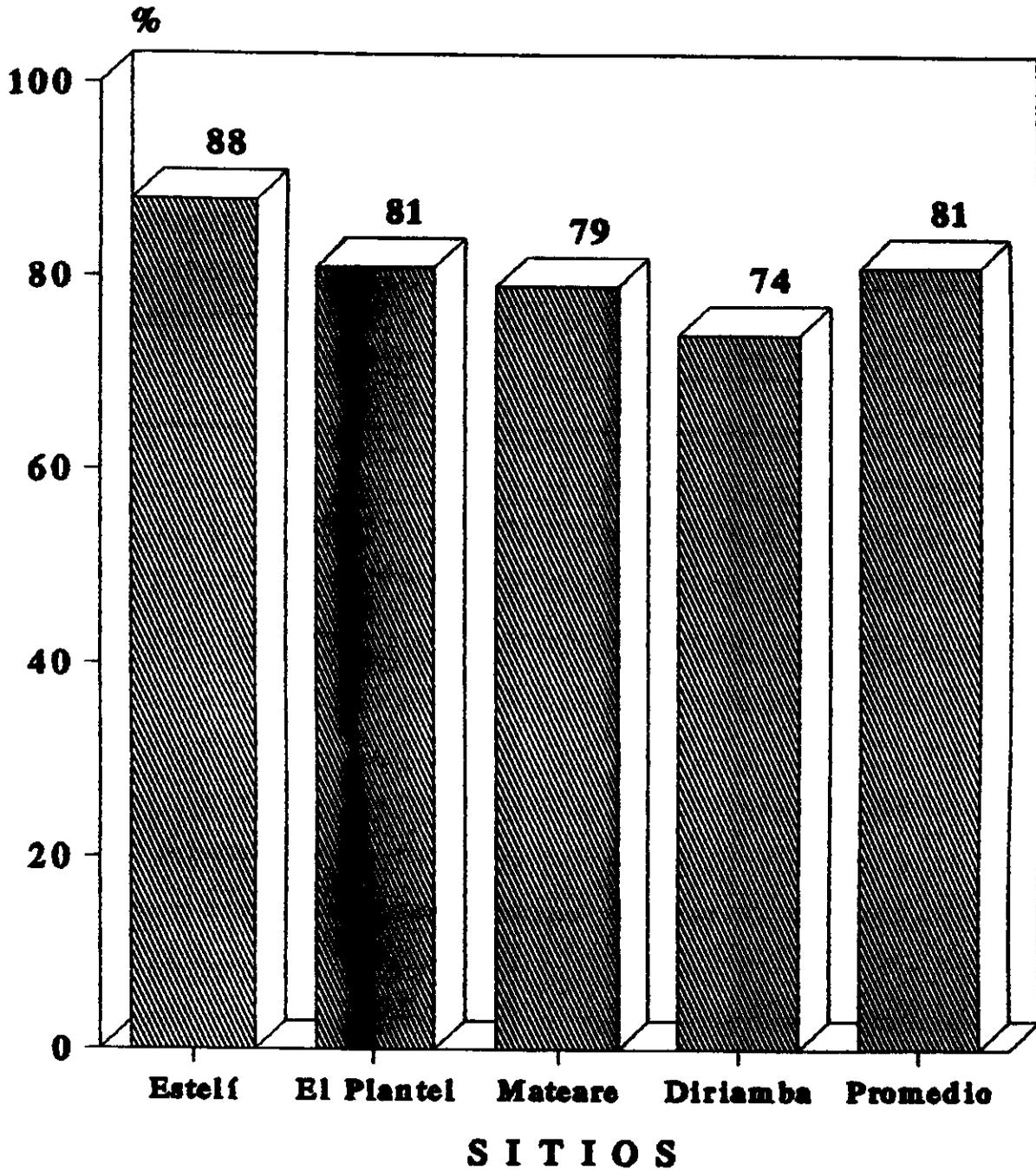


Fig.5. Porcentajes promedios de sobrevivencia de *Leucaena* spp. en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.

Cuadro 7. Variedades de *Leucaena* que obtuvieron los valores de sobrevivencia máximos, medios y mínimos en cuatro sitios de Nicaragua a 12 meses de establecida la plantación. 1992.

ESPECIE/VARIEDAD	EL PLANTEL		MATEARE		ESTELI		DIRIAMBA		Σ Promedio Total
	Árboles	Σ	Árboles	Σ	Árboles	Σ	Árboles	Σ	
<i>L. macrophylla</i> 47-85	16	100	16	100	15	94	16	100	98
<i>L. salvadorensis</i> 17-86	13	81	16	100	16	100	16	100	95
<i>L. trichodes</i> 2-86	10	63	8	50	15	94	14	88	74
<i>L. leucocephala</i> 32-88	4	25	16	100	16	100	11	69	74
<i>L. esculenta</i> 47-87	4	25	13	81	14	88	3	19	53
<i>L. diversifolia</i> 53-88	8	50	11	69	10	63	5	31	53

Los valores promedios para altura, diámetro basal a 10 cm y número de ramas por sitio y por variedad, se presentan en los cuadros 9 y 10, respectivamente.

B. ALTURA

La figura 6, muestra que los valores promedios más altos se obtuvieron en El Plantel (2.26 m) y en Mateare (2.21 m); obteniéndose los más bajos en Estelí (0.84 m) y Diriamba (0.66 m).

Se destacan las variedades *L. collinsii* 56-88, *L. pulverulenta* 84-87 y *L. collinsii* 57-88, al presentar los valores promedios máximos en altura (2.06, 2.05 y 1.90 m, respectivamente).

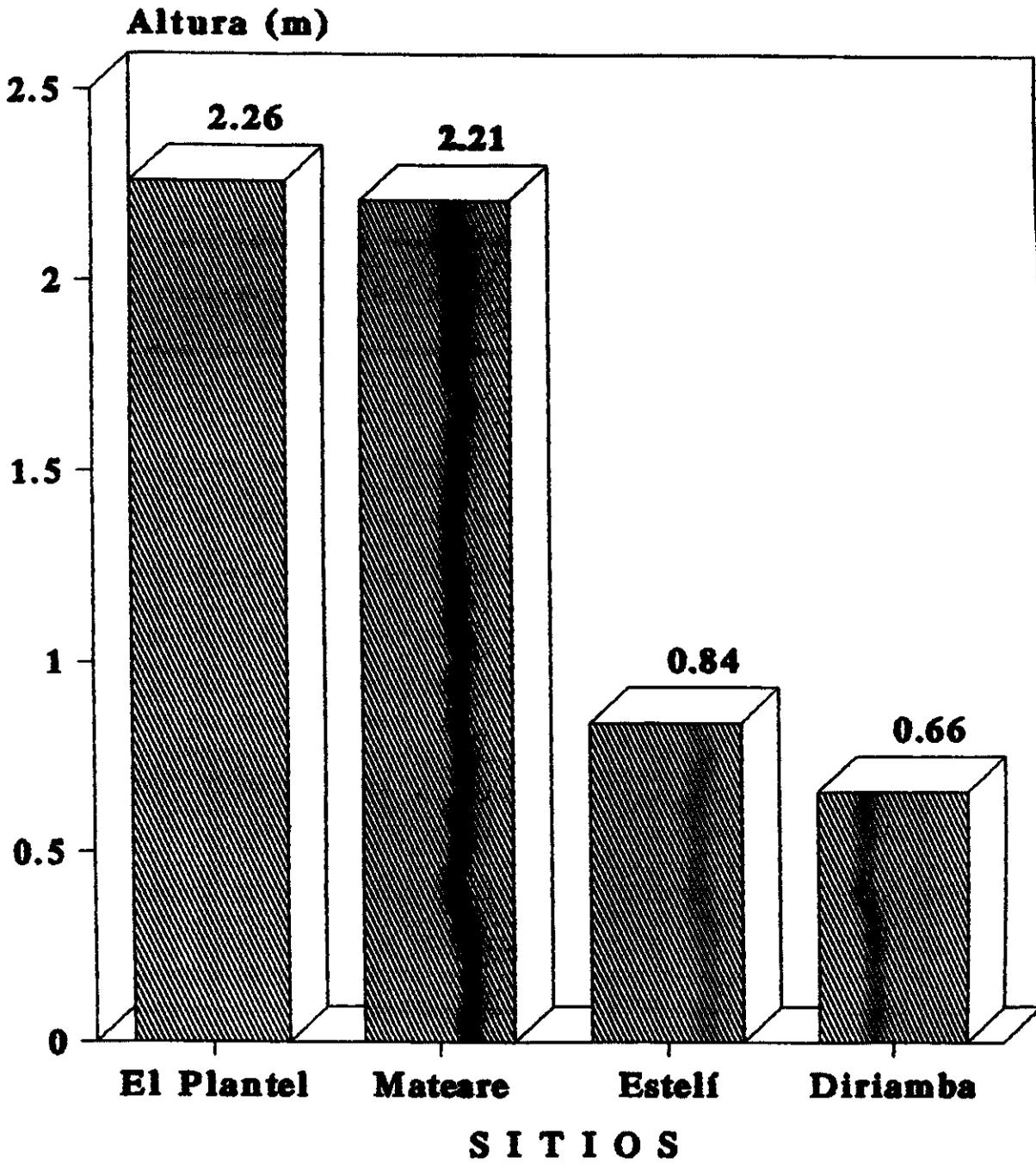


Fig.6. Valores promedios de altura de *Leucaena* spp. en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.

Los valores promedios más bajos fueron obtenidos por *L. esculenta* 52-87, *L. diversifolia* 53-88 y *L. esculenta* 47-87 (0.88, 0.86 y 0.78 m, respectivamente).

C. DIAMETRO BASAL A 10 CM

La figura 7, muestra que los valores promedios más altos se obtuvieron en El Plantel (2.62 cm) y Mateare (2.05 cm); y los más bajos en Estelí (0.97 cm) y Diriamba (0.48 cm).

Para esta variable se destacan las variedades 51-88, 56-88 y 45-85 de *L. collinsii*, que mostraron los valores promedios más altos (2.22, 2.15 y 2.07 cm, respectivamente).

Los valores promedios más bajos fueron obtenidos por *L. esculenta* 47-87, *L. diversifolia* 53-88 y *L. esculenta* 52-87 (0.92, 0.88 y 0.86 cm, respectivamente).

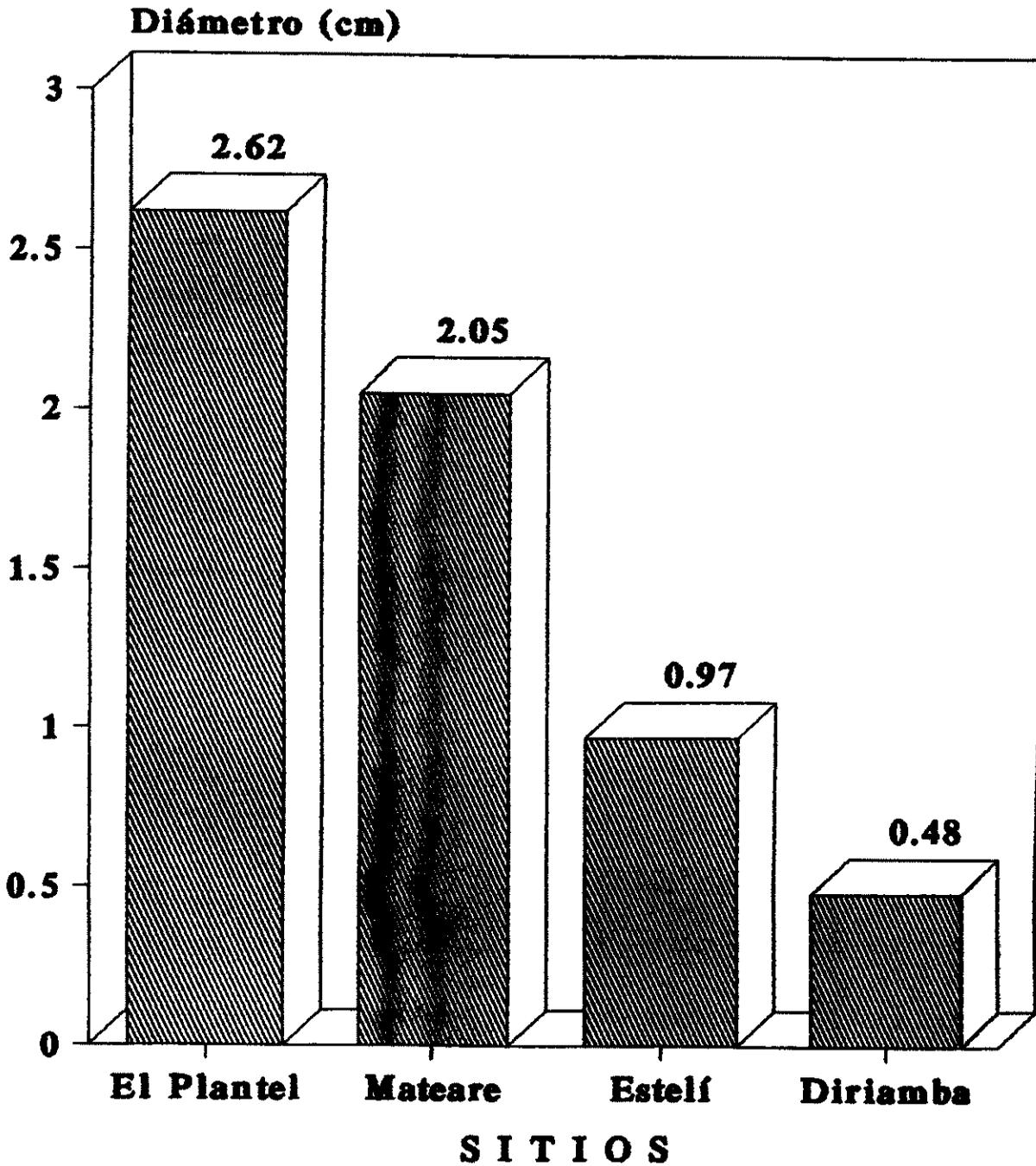


Fig.7. Valores promedios de diámetro basal de *Leucaena* spp. en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.

D. NUMERO DE RAMAS

Como se aprecia en la figura 8, los valores promedios más altos se obtuvieron en Mateare (7.00) y El Plantel (5.00); y los más bajos en Esteli (4.00) y Diriamba (4.00).

Las variedades que presentaron los valores promedios máximos fueron la 51-88 y 57-88 de *L. collinsii* (7.31 y 6.87 ramas) y 32-88 de *L. leucocephala* (6.96 ramas).

Los valores promedios mínimos fueron obtenidos por las variedades *L. lanceolata* 50-87, *L. shannonii* 19-84 y *L. trichodes* 61-88 (3.91, 3.90 y 3.87 ramas, respectivamente).

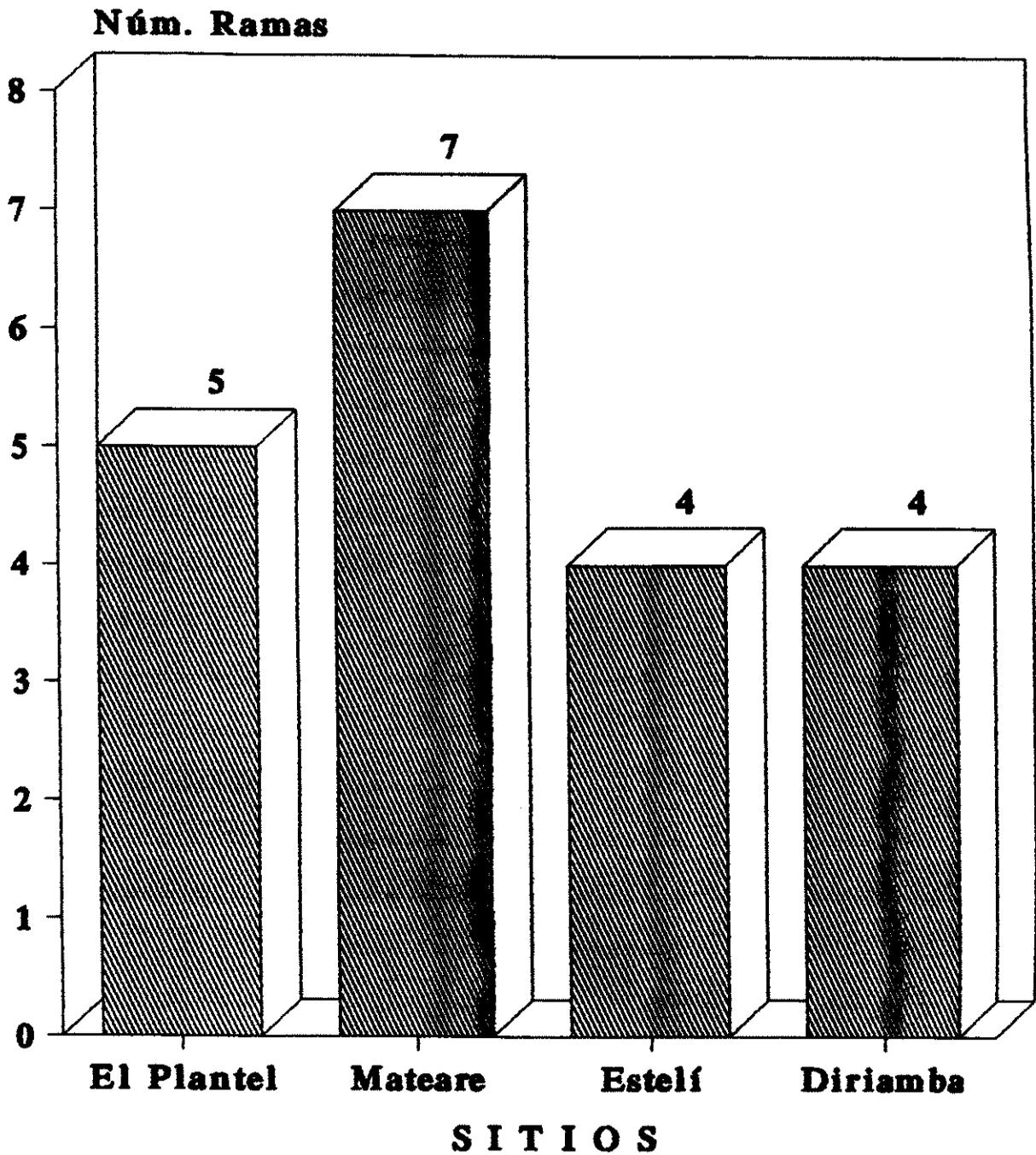


Fig.8. Valores promedios de número de ramas de *Leucaena* spp. en cuatro sitios de Nicaragua a los 12 MDP.

4.1.1 Resultados del análisis de varianza y de la Prueba de Duncan a los 12 MDP

Como se muestra en el cuadro 8, a un año de establecida la plantación, el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas ($p > 0.001$), entre sitios con respecto a las variables de crecimiento (diámetro, altura y número de ramas), lo que nos indica que de la calidad del sitio dependerá el incremento en crecimiento.

En cuanto a variedad no se detectó diferencias significativas para la variable altura, de manera que el crecimiento en longitud de los árboles depende más del sitio que de la variedad utilizada; referente al diámetro basal y número de ramas se detectó diferencias significativas entre las diferentes variedades, lo cual nos indica que probablemente el incremento en diámetro y en número de ramas están determinados tanto por la calidad del sitio como por las características genéticas de las variedades.

Cuadro 8. Análisis de varianza primera medición (12 MDP). Ensayo de especies y variedades de *Leucaena* en cuatro sitios de Nicaragua. 1992.

VARIABLES		CUADRADOS MEDIOS		
Fuentes de var.	GL	ALTURA	DB	NRAMAS
SITIO	3	16,74**	22,08**	41,42**
VARIEDAD	23	0,46 n.s.	0,53*	3,76*
ERROR	66	0,31	0,28	1,99
C.V (%)		37,96	35,11	27,37

** : Diferencia significativa al 1% n.s.: No significativo † : Diferencia significativa al 5%

Al aplicar la prueba de Duncan (Cuadro 9), no hubo diferencias en cuanto a altura entre los sitios El Plantel y Mateare, registrándose en estos sitios los valores promedios más altos. Tampoco se encontró diferencia significativa entre Estelí y Diriamba, en donde se reportan los valores promedios menores.

Para diámetro basal a 10cm sobre el suelo, la prueba de Duncan encontró diferencias significativas entre los cuatro sitios; reportándose los valores promedios más altos en El Plantel y Mateare, y los más bajos en Estelí y Diriamba.

En cuanto a número de ramas solamente se encontró diferencias significativas entre Mateare y los demás sitios; para esta variable se reportan los valores promedios más altos en Mateare, seguidos por El Plantel, Estelí y Diriamba.

Se puede observar que para todas las variables de crecimiento, se mantiene el comportamiento, resultando El Plantel y Mateare como los sitios más adecuados para las especies y variedades evaluadas. Esta preferencia puede deberse a la similitud edafo-climática que presentan los sitios experimentales con los sitios de procedencia del material.

Cuadro 9. Promedios de altura, diámetro y número de ramas en los cuatro sitios. Primera medición (12MDP), 1991.

SITIO	ALTURA (m)	DIAMETRO (cm)	Nº. RAMAS
PLANTEL	2.26 a	2.62 a	5.00 b
MATEARE	2.21 a	2.05 b	7.00 a
ESTELI	0.84 b	0.97 c	4.00 b
DIRIAMBÁ	0.66 b	0.48 d	4.00 b

Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según Duncan.

Al aplicar la prueba de Duncan por variedad, se encontró diferencias significativas entre éstas para cada variable (Cuadro 10), las que se describen a continuación.

Cuadro 10. Promedios de altura, diámetro y número de ramas por variedad, primera medición (12MDP), 1991.

ESPECIE/VARIEDAD	ALTURA (m)	DB10 (cm)	Nº.RAMAS
<i>L. collinsii</i> 56-88	2.06 a	2.15 a	6.00 abcd
<i>L. pulverulenta</i> 84-87	2.05 a	1.60 abcd	6.00 abcd
<i>L. collinsii</i> 57-88	1.90 ab	1.82 abc	7.00 abc
<i>L. macrophylla</i> 47-85	1.88 abc	1.90 ab	5.00 bcd
<i>L. shannonii</i> 19-84	1.78 abcd	1.58 abcd	4.00 d
<i>L. collinsii</i> 51-88	1.77 abcd	2.22 a	7.00 a
<i>L. shannonii</i> 53-87	1.71 abcde	1.61 abcd	5.00 bcd
<i>L. collinsii</i> 45-85	1.69 abcde	2.07 a	5.00 abcd
<i>L. salvadorensis</i> 34-88	1.68 abcde	1.66 abcd	5.00 abcd
<i>L. trichodes</i> 61-88	1.57 abcde	1.62 abcd	4.00 d
<i>L. shannonii</i> 58-88	1.55 abcde	1.52 abcd	4.00 cd
<i>L. salvadorensis</i> 17-86	1.54 abcde	1.55 abcd	6.00 abcd
<i>L. leucocephala</i> 32-88	1.49 abcde	1.61 abcd	7.00 ab
<i>L. lanceolata</i> 43-85	1.33 abcde	1.55 abcd	5.00 abcd
<i>L. multicapitulata</i> 81-87	1.30 abcde	1.42 abcd	4.00 d
<i>L. lanceolata</i> 50-87	1.29 abcde	1.11 bcd	4.00 d
<i>L. trichodes</i> 2-86	1.28 abcde	1.30 abcd	5.00 abcd
<i>L. macrophylla</i> 55-88	1.27 abcde	1.30 abcd	4.00 d
<i>L. pulverulenta</i> 83-87	1.55 abcde	1.63 abcd	4.00 d
<i>L. diversifolia</i> 45-87	1.13 abcde	1.08 bcd	4.00 cd
<i>L. diversifolia</i> 46-87	0.96 bcde	0.96 cd	6.00 abcd
<i>L. esculenta</i> 52-87	0.88 cde	0.86 d	5.00 bcd
<i>L. diversifolia</i> 53-88	0.86 de	0.88 d	6.00 abcd
<i>L. esculenta</i> 47-87	0.78 e	0.92 cd	5.00 abcd

Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según Duncan.

4.2 SEGUNDA MEDICION (18 MDP)

A. SOBREVIVENCIA

Como se muestra en el cuadro 11 y en la figura 9, el mayor porcentaje promedio de sobrevivencia a los dieciocho meses de establecida la plantación se obtuvo en Estelí con 86%, le siguen en orden descendente El Plantel, Mateare y Diriamba (78, 76 y 46%, respectivamente). El porcentaje promedio total de sobrevivencia para todas las variedades fue de 72%.

A los dieciocho meses después de establecida la plantación, la variedad 47-85 de *L. macrophylla* mantiene su comportamiento resultando ser la variedad que mostró el valor promedio de sobrevivencia más alto (92%) para los cuatro sitios; este comportamiento indica una preferencia de esta variedad por los sitios localizados en zonas de vida entre Bosque Tropical Seco y Bosque Seco Subtropical; disminuyendo su adaptabilidad en zonas húmedas, aunque son valores que pueden considerarse aceptables (75%).

En el cuadro 12 se presenta las variedades que obtuvieron los valores promedios máximos, medios y mínimos. A la variedad 47-85 de *L. macrophylla* le siguen en orden

descendente *L. salvadorensis* 17-86 (91%); con valores medios, *L. esculenta* 52-87 (67%); *L. salvadorensis* 34-88 (66%); y con los valores más bajos, aunque aceptables, *L. esculenta* 47-87 (48%) y *L. diversifolia* 53-88 (42%).

Cuadro 11. Porcentajes de sobrevivencia por variedad de *Leucaena* en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 meses de establecida la plantación. 1992.

VARIEDAD	ESTELI	EL PLANTEL	MATEARE	DIRIAMBÁ	PROMEDIO
47-85	94	100	100	75	92
17-86	100	75	100	88	91
45-85	94	88	94	88	91
19-84	100	100	100	56	89
57-88	94	94	94	56	85
51-88	100	100	94	44	85
56-88	94	88	94	56	83
58-88	81	81	88	56	77
53-87	100	88	81	38	77
61-88	94	94	69	44	75
84-87	69	100	100	31	75
55-88	94	75	81	44	74
43-85	100	69	88	38	74
50-87	81	81	94	38	74
52-87	94	88	44	44	68
34-88	69	75	81	38	66
32-88	94	19	100	44	64
81-87	50	69	69	56	61
83-87	94	100	25	25	61
2-86	94	56	50	38	60
45-87	81	88	25	25	55
46-87	50	81	19	63	53
47-87	88	25	81	0	49
53-88	63	44	50	13	43
TOTAL	86	78	76	46	72

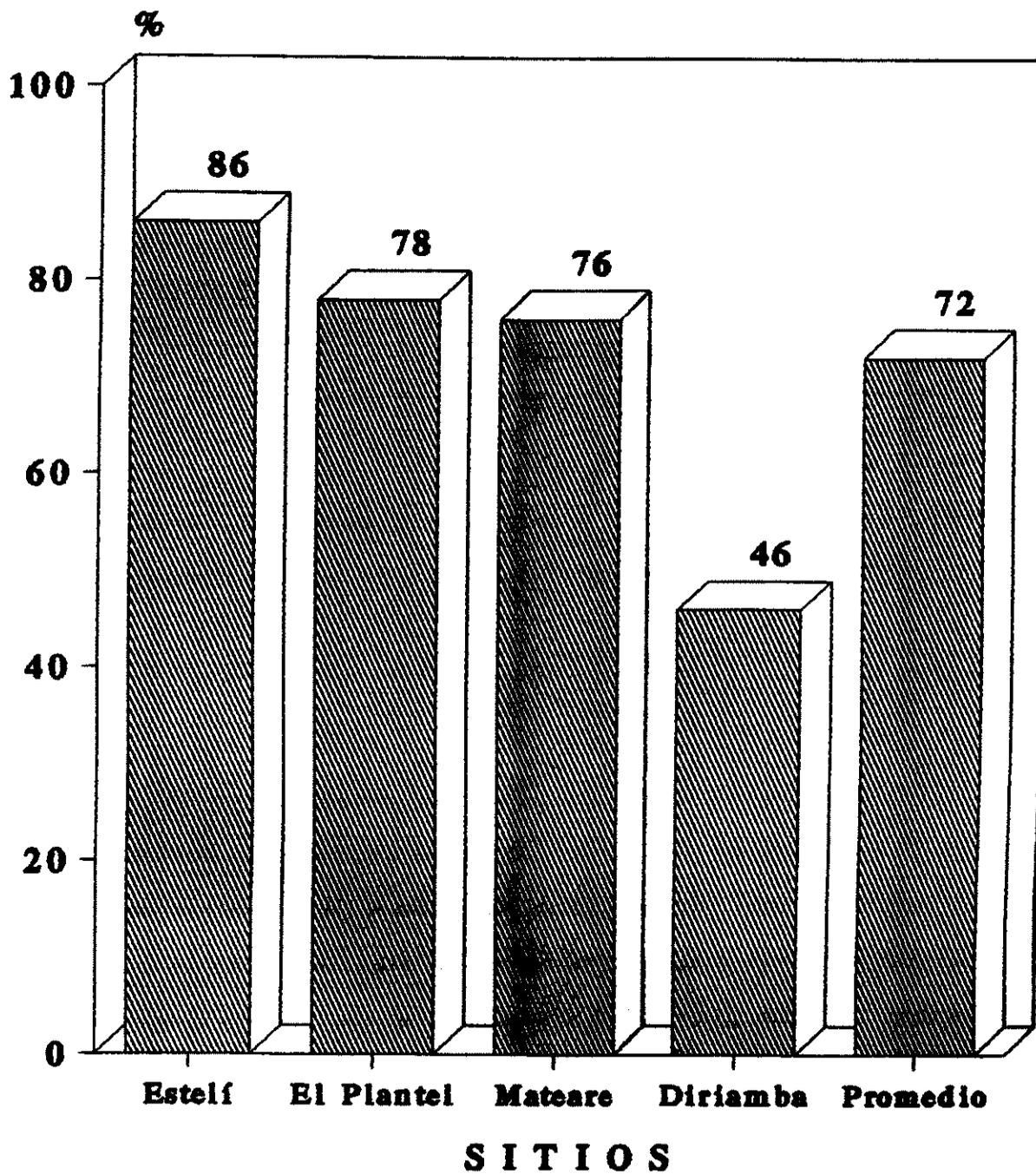


Fig.9. Porcentajes promedios de sobrevivencia de *Leucaena* sp en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 MDP.

Cuadro 12. Variedades de *Leucaena* que obtuvieron los valores de sobrevivencia máximos, medios y mínimos en cuatro sitios de Nicaragua.

ESPECIE/VARIEDAD	EL PLANTEL		MATEARE		ESTELI		DIRIAMBA		2 Promedio Total
	Árboles	2	Árboles	2	Árboles	2	Árboles	2	
<i>L. macrophylla</i> 47-85	16	100	16	100	15	94	22	75	92
<i>L. salvadorensis</i> 17-86	12	75	16	100	16	100	20	88	91
<i>L. esculenta</i> 52-87	14	80	7	44	15	94	7	44	67
<i>L. salvadorensis</i> 34-88	12	75	13	81	11	69	6	38	66
<i>L. esculenta</i> 47-87	4	25	13	81	14	88	0	0	48
<i>L. diversifolia</i> 53-88	7	44	8	50	10	63	2	13	42

Los valores promedios de altura, diámetro basal a 10 cm y número de ramas por sitio y por variedad, se presentan en los cuadros 14 y 15, respectivamente.

B. ALTURA

Al igual que en la primera medición, los valores promedios más altos se obtuvieron en El Plantel (3.46 m) y en Mateare (2.83 m), con un incremento de 1.38 m y 0.62 m, respectivamente. Los valores promedios menores se reportan en Diriamba (1.90 m) y Esteli (1.35 m), con un incremento de 1.24 y 0.51 m, respectivamente (Fig. 10).

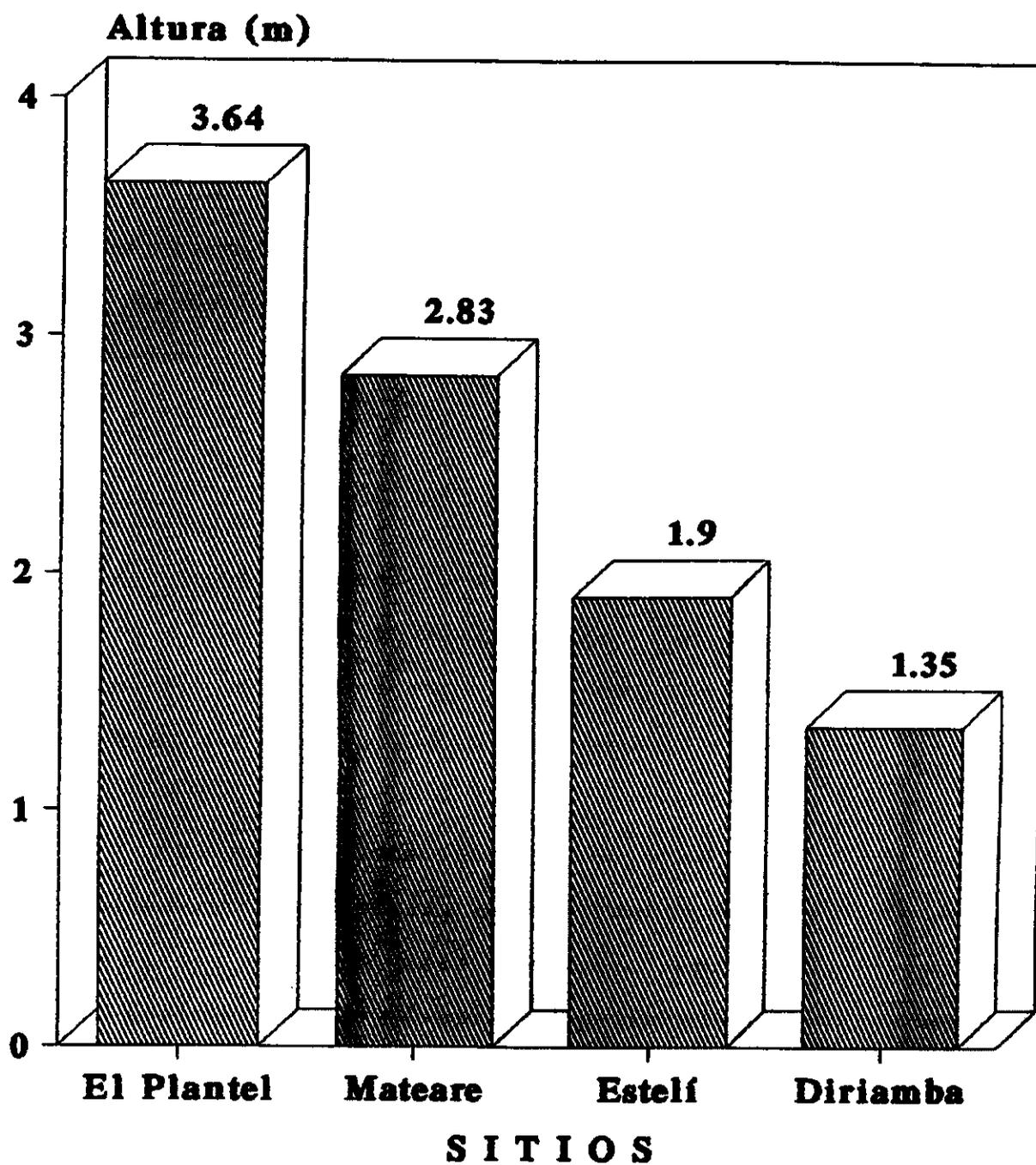


Fig.10. Valores promedio de altura de *Leucaena* spp. en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 MDP.

Se destacan las variedades *L. trichodes* 2-86, *L. macrophylla* 47-85 y *L. salvadorensis* 34-88, al presentar los valores promedios máximos en altura (3.29, 3.12 y 3.07 m, respectivamente).

Los valores promedios más bajos, como en la primera medición, fueron obtenidos por *L. esculenta* 52-87, *L. diversifolia* 53-88 y *L. esculenta* 47-87 (1.27, 1.24 y 1.38 m, respectivamente).

C. DIAMETRO BASAL

Como se muestra en la figura 11, los valores promedios más altos se encontraron en El Plantel y Mateare (4.59 y 3.11 cm, respectivamente), y los más bajos en Diriamba y Estelí (2.63 y 1.51 cm, respectivamente).

El haber obtenido los valores más bajos de altura y diámetro en Estelí, probablemente se debe a que el sitio presenta el suelo está altamente degradado y tiene un estrato pedregoso en lo niveles superficiales del terreno. También está muy compactado debido al sobrepastoreo al que fue sometido durante 8 años antes del establecimiento de la plantación.

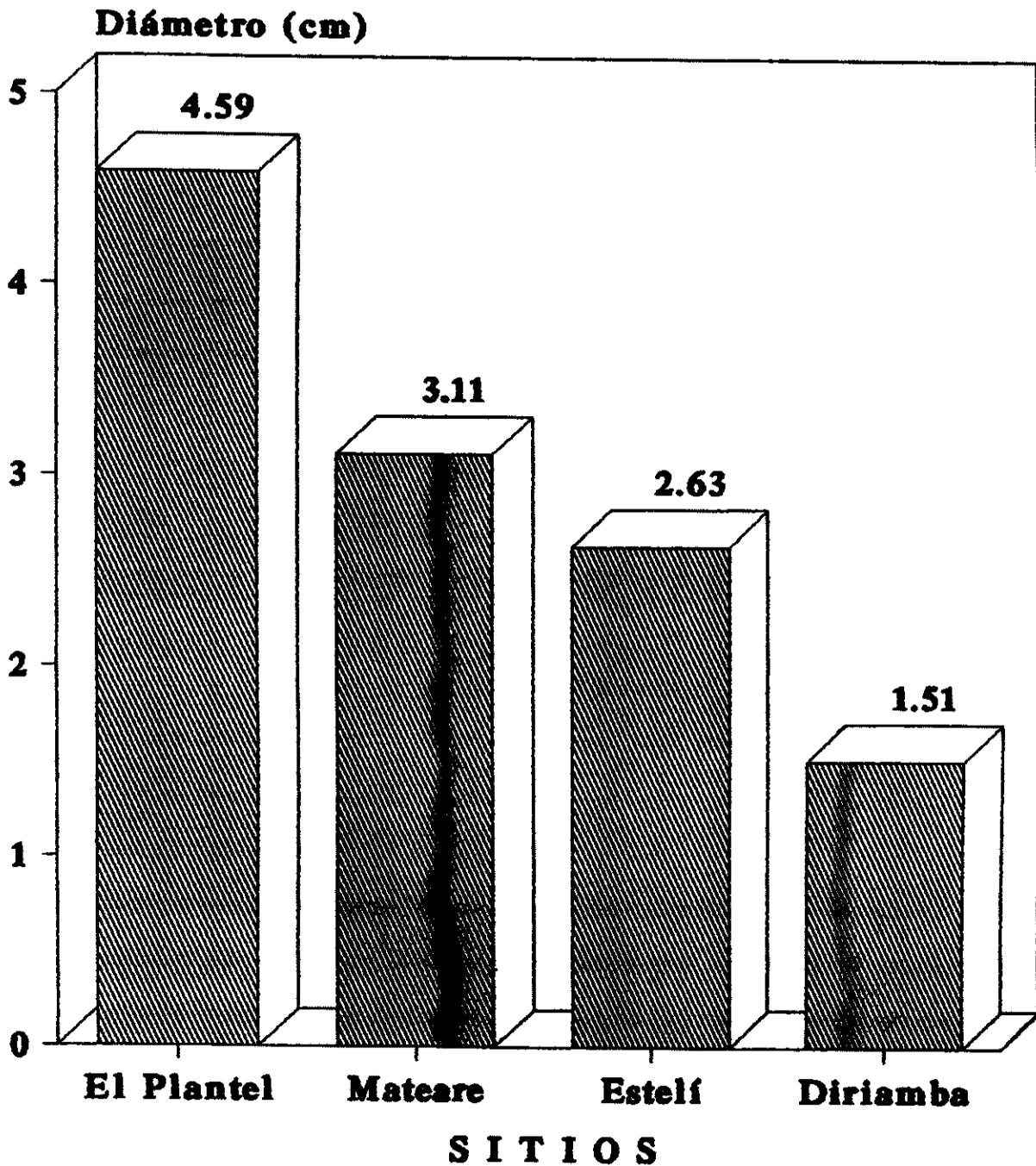


Fig.11. Valores promedios de diámetro basal de *Leucaena* spp. en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 MDP.

El incremento en diámetro fue de 1.97, 1.06, 1.97 y 0.67 cm, para El Plantel, Mateare, Diriamba y Estelí, respectivamente.

Es importante hacer notar que aunque los valores de altura y diámetro basal a 10 cm en Diriamba en la primera medición fueron superados en Estelí, en la segunda medición éstos se invierten resultando Diriamba un mejor sitio que Estelí, basándose en el incremento obtenido.

Para esta variable se destacan las variedades 51-88, 56-88 y 45-85 de *L. collinsii*, que mostraron los valores promedios más altos (4.00, 3.90 y 3.65 cm, respectivamente).

Los valores promedios más bajos fueron obtenidos por las variedades 47-87 y 52-87 de *L. esculenta* y 53-88 de *L. diversifolia* (2.12, 1.56 y 1.14 cm, respectivamente).

Como se puede observar, para diámetro basal a 10 cm, el comportamiento de las variedades se mantiene igual que en la primera medición, con respecto a valores promedios máximos y mínimos.

D. NUMERO DE RAMAS

La figura 12, muestra que para esta variable se reportan los valores promedios más altos en El Plantel (5.00) y Estelí (5.00); seguidos por Mateare (4.00) y Diriamba (3.00).

El incremento en número de ramas fue de 0.28 en El Plantel y 0.26 en Estelí; caso contrario se presentó en Mateare y Diriamba, en donde se obtuvo valores más bajos en la segunda medición, con una disminución de 2.92 y 1.14 ramas, respectivamente.

Las variedades que presentaron los valores promedios máximos fueron la 32-88 de *L. leucocephala* (7.00 ramas), la 52-87 de *L. esculenta* (6.00 ramas) y 47-87 de *L. macrophylla* (6.00 ramas).

Los valores promedios mínimos fueron obtenidos por las variedades 58-88 de *L. shannonii*, 81-87 de *L. multicapitulata* y 19-84 de *L. shannonii* (3.00, 3.00 y 2.00 ramas, respectivamente).

Es necesario aclarar que, debido a extracción ilegal de leña por la población aledaña en Mateare y Diriamba, en la segunda medición se obtuvo valores promedios más bajos en comparación con la primera.

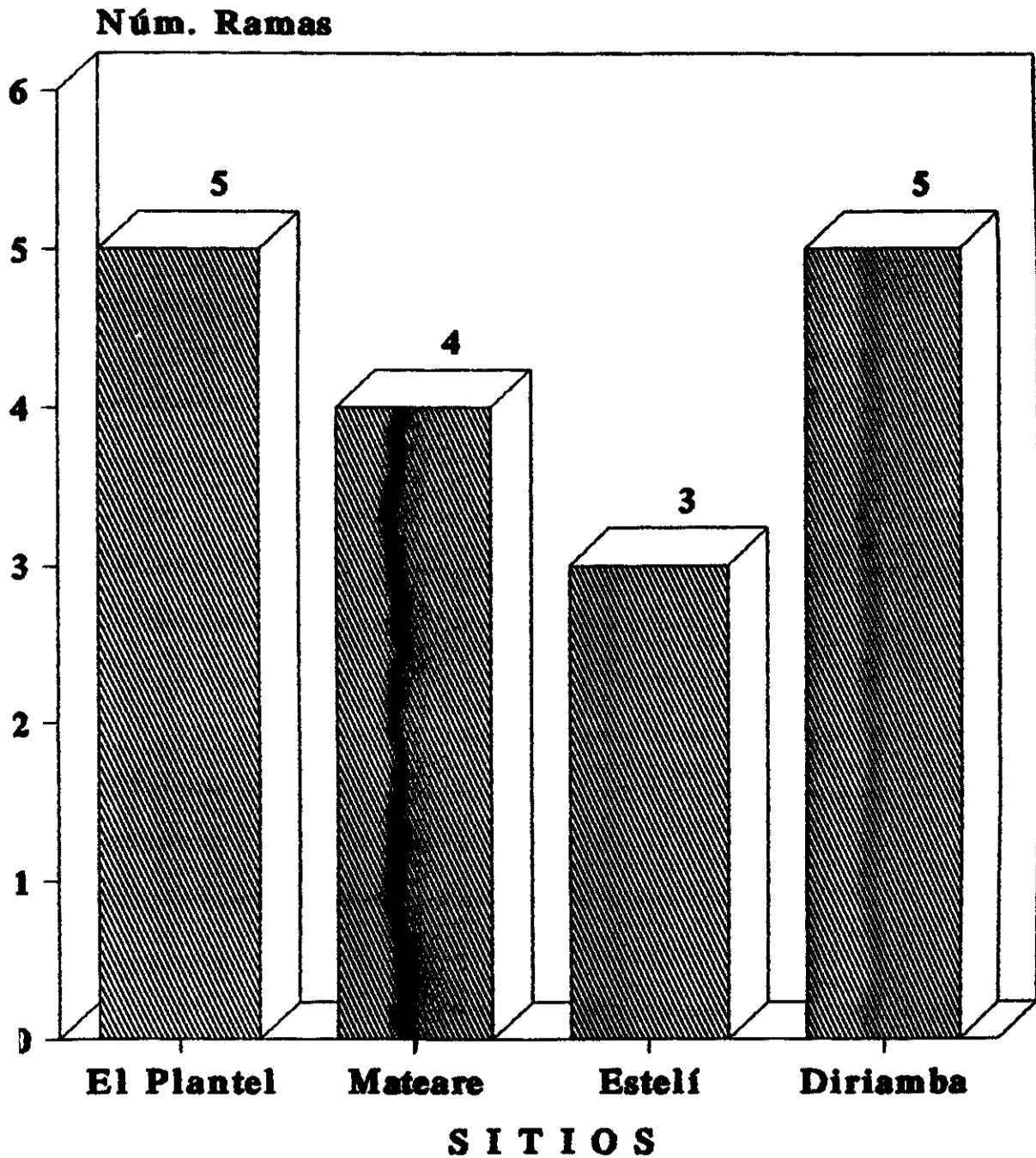


Fig.12. Valores promedios de número de ramas de Leucaena spp. en cuatro sitios de Nicaragua a los 18 MDP.

4.2.1 Resultados del Análisis de Varianza y de la Prueba de Duncan a los 18 MDP

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($p > 0.001$), para todas las variables con respecto a los sitios y a las variedades (Cuadro 13), lo que indica una fuerte influencia de estos factores sobre las variables de crecimiento.

Contrario a la primera medición, en la segunda sí se encuentra diferencia altamente significativa para altura con respecto a la variedad, esto podría deberse a que a medida que el árbol se va desarrollando se van manifestando las características genéticas propias de cada variedad, lo que probablemente marca las diferencias.

Para diámetro basal la prueba de Duncan encontró diferencias significativas entre El Plantel y Estelí con respecto a los demás sitios, no se encontró diferencia significativa entre Mateare y Diriamba.

En cuanto a número de ramas solamente se encontró diferencias significativas entre Diriamba y los demás sitios.

Las diferencias con respecto a diámetro basal y número

de ramas, con respecto a la variedad, pasan de ser significativa en la primera medición a altamente significativa en la segunda, probablemente debido al grado de desarrollo y crecimiento del material experimental.

Cuadro 13. Análisis de varianza segunda medición (18 MDP). Ensayo de especies y variedades de *Leucaena* en cuatro sitios de Nicaragua. 1991.

VARIABLES		CUADRADOS MEDIOS		
F.V	GL	ALTURA	DB10	RAMAS
SITIO	3	19,87	34,32**	6,84**
VARIEDAD	23	0,79**	1,30**	3,75**
ERROR	47	0,22	0,57	1,57
C.V (%)		19,03	25,40	27,77

** : Diferencia significativa al 1%

Al aplicar la prueba de Duncan (Cuadro 14), se encontró diferencia significativa para altura entre los cuatro sitios; para diámetro basal hay diferencias significativas entre El Plantel, Estelí y los demás sitios; no se encontró diferencia significativa entre Mateare y Diriamba En cuanto a número de ramas únicamente no se encontró diferencia significativa entre El Plantel, Materare y Estelí; Diriamba difiere significativamente con respecto a los demás sitios.

Cuadro 14. Promedios de altura, diámetro y número de ramas en los cuatro sitios. Segunda medición (18MDP), 1991.

SITIO	ALTURA (m)	DIAMETRO (cm)	Nº.RAMAS
PLANTEL	3.64 a	4.59 a	5.00 a
MATEARE	2.83 b	3.11 b	4.00 a
DIRIAMBÁ	1.90 c	2.63 b	3.00 b
ESTELÍ	1.35 d	1.51 c	5.00 a

Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según Duncan.

Se mantiene el comportamiento de la primera medición con respecto a altura y diámetro, resultando El Plantel y Mateare como los sitios en donde las variedades evaluadas obtuvieron los valores mayores con respecto a estas dos variables; en referencia a número de ramas El Plantel y Estelí son los sitios en donde se encontró los valores máximos.

Al comparar los cuatro sitios, tanto en la primera como en la segunda medición, El Plantel resulta ser el más adecuado para las variedades evaluadas, ya que se obtuvieron valores superiores de altura, diámetro basal a 10 cm y número de ramas.

Al aplicar la prueba de Duncan por variedad, se encontró diferencias significativas entre éstas para cada variable (Cuadro 15), las que se describen a continuación.

Cuadro 15. Promedios de altura, diámetro y número de ramas por variedad. Segunda medición (18MDP), 1991.

ESPECIE/VARIEDAD	ALTURA (m)	DB10 (cm)	Nº. RAMAS
<i>L. trichodes</i> 2-86	3.23 a	3.40 abc	5.00 abcd
<i>L. macrophylla</i> 47-85	3.12 ab	3.32 abc	3.00 cde
<i>L. salvadorensis</i> 34-88	3.07 abc	3.57 abc	5.00 abcde
<i>L. collinsii</i> 56-88	3.05 abc	3.90 ab	4.00 abcde
<i>L. collinsii</i> 51-88	2.97 abcd	4.00 a	6.00 ab
<i>L. collinsii</i> 57-88	2.95 abcd	3.58 abc	5.00 abcde
<i>L. shannonii</i> 53-87	2.89 abcd	2.87 abcd	4.00 bcde
<i>L. leucocephala</i> 32-88	2.77 abcd	3.61 abc	7.00 a
<i>L. collinsii</i> 45-85	2.70 abcde	3.65 abc	5.00 abcd
<i>L. shannonii</i> 19-84	2.67 abcde	2.91 abcd	2.00 e
<i>L. shannonii</i> 58-88	2.64 abcdef	3.12 abc	3.00 cde
<i>L. trichodes</i> 61-88	2.62 abcdef	3.03 abcd	4.00 bcde
<i>L. salvadorensis</i> 17-86	2.56 abcdef	2.95 abcd	4.00 abcde
<i>L. macrophylla</i> 55-88	2.54 abcdef	2.78 abcd	4.00 bcde
<i>L. lanceolata</i> 43-85	2.32 abcdef	3.11 abc	5.00 abc
<i>L. pulverulenta</i> 83-87	2.22 bcdefg	3.14 abc	6.00 ab
<i>L. lanceolata</i> 50-87	2.20 bcdefg	2.25 cde	4.00 abcde
<i>L. diversifolia</i> 45-87	2.13 cdefgh	2.42 bcde	6.00 abc
<i>L. multicapitulata</i> 81-87	2.09 defgh	2.66 abcd	3.00 de
<i>L. pulverulenta</i> 84-87	1.82 efgh	2.76 abcd	6.00 ab
<i>L. diversifolia</i> 46-87	1.73 fgh	2.14 cde	6.00 ab
<i>L. esculenta</i> 47-87	1.38 gh	2.12 cde	6.00 ab
<i>L. esculenta</i> 52-87	1.27 h	1.56 de	6.00 ab
<i>L. diversifolia</i> 53-88	1.24 h	1.14 e	5.00 abcd

Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según Duncan.

5. CONCLUSIONES

1. Los mayores porcentajes promedios de sobrevivencia a los 12 y 18 meses de establecida la plantación (98 y 92%, respectivamente), lo presentó la variedad 47-85 de *Leucaena macrophylla*.
2. Con respecto a todas las variedades, en Estelí se obtuvo los porcentajes promedios más altos de sobrevivencia, tanto a los 12 como a los 18 meses después de establecidas las plantaciones (88 y 86%, respectivamente).
3. La finca "El Plantel" presenta las mejores condiciones para el crecimiento de todas las variedades estudiadas, obteniéndose en este sitio los valores promedios máximos de altura (3.64 m), diámetro (4.59 cm) y número de ramas (5.00), a los 18 meses de establecidas las plantaciones.
4. El sitio menos adecuado para establecer las variedades de *Leucaena* evaluadas, es Llano redondo, Estelí; en donde se obtuvo los valores promedios de altura y diámetro más bajos (1.35 m y 1.51 cm, respectivamente).

5. La variedad 2-86 de *Leucaena trichodes* alcanzó los valores máximos de altura (3.23 m) a los 18 meses de establecida la plantación.

6. La variedad 51-88 de *Leucaena collinsii* presentó el mayor incremento promedio en diámetro basal (4 cm) a los 18 meses de establecida la plantación.

7. La variedad 32-88 de *Leucaena leucocephala* presentó el mayor número promedio de ramas (7.00), a los 18 meses de establecida la plantación.

8. La características edafo-climáticas de los sitios ejercen una influencia significativa en los valores de diámetro, altura y número de ramas.

6. RECOMENDACIONES

1. Extender la evaluación de especies y variedades de *Leucaena* a otros sitios de Nicaragua, especialmente en aquellos que presenten problemas de escases de leña, estableciendo las repeticiones necesarias (dos o más), y en condiciones ambientales uniformes para identificar las de mejor comportamiento por sitio.
2. Para el caso particular de Estelí, seleccionar otros sitios con mejores condiciones edáficas (compactación y pedregosidad), y evaluar el material.
3. Para las evaluaciones posteriores se debe seleccionar sitios con condiciones que permitan efectuar un control riguroso de las plantaciones, para evitar la extracción ilegal de leña.

7. BIBLIOGRAFIA

- BREWAKER, D.L. and HUTTON. 1979. Guide to the systematics of the genus Leucaena mimosacea. Unpublished paper, wrote at CIAT. Colombia. 18 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. *Leucaena (Leucaena leucocephala): especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Turrialba, Costa Rica. 52 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. *Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central*. Depto. de Rec. Nat. Renovables. Turrialba, C.R. 219 p.
- GÓMEZ, L. D.A. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R. 109 p.
- GUILLEN, L.; HUEZO, R. 1989. Evaluación de la leucaena (*Leucaena leucocephala*) como sustituto proteico de la harina de semilla de algodón, en alimentación de bovinos lecheros. *Agroforestería (C.R.)* N° 4:1-6.
- FORESTRY OXFORD INSTITUTE. 1990. Seed Issue Advice Note. Department of Plant Sciences, University of Oxford. 2p.
- HEDGE, N. 1983. *Leucaena forage management in India in Leucaena Research in the Asian-Pacific*. Region Singapore. Ottawa, Can. IDCR. p. 73-78.

- INSTITUTO TECNICO FORESTAL. 1993. Manual técnico forestal. INTECFOR, IRENA, UNA. Managua: INTECFOR/INATEC. p. 26-27.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCIES. 1977. Leucaena: Promising forage and tree crop for the tropics. Washington, D.C. 2da. ed. 115 p.
- PATHA, K.P.; PATIL, B. 1983. Leucaena research at Indian Grassland and Fadder Research Institute (IGFRI). In Proc: Leucaena Research in the Asian-Pacific Region. Singapore. Ottawa, Can. IRCR. p. 3-88.
- POUND, B. and MARTINEZ, B. 1983. Leucaena its cultivation and uses. ODA. CORRIPIO, C. POZ, A. Rep. Dominicana. 287 p.
- SALAZAR, R.; PICADO, W.; UGALDE, L. 1987. Comportamiento de leucaena en Costa Rica. CATIE (C.R.). Serie Técnica. Informe Técnico N°115. 50 p.
- SANCHEZ, S.; AGUILAR, U. y CARDENAL, L. 1993. Modelo de Desarrollo y Medio Ambiente: Un diagnóstico de la situación ambiental del territorio. Documento Borrador Movimiento Ambientalista Nicaragüense (MAN). Managua, Nicaragua. p. 55-80.