

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

TRABAJO DE DIPLOMA

"COMPORTAMIENTO EN SOBREVIVENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE
BIOMASA SECA DE 30 ESPECIES FORESTALES, BAJO CONDICIONES
DE LA ZONA SECA DE AZUL, LA LEONA, LEON".

Autor:

Br. Israel Candelario Téllez Obregón.

Asesor:

Ing. Eduardo Ampié Bustos (CMG&BSF)

Nicaragua, Junio, 1998.

INDICE GENERAL

	Página
Indice general.....	i
Indice de cuadro.....	ii
Indice de figura.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Summary.....	vii
I. Introducción.....	1
Objetivos.....	3
II. Revisión de literatura.....	4
2.1 Sobrevivencia.....	4
2.2 Altura.....	5
2.3 Diámetro.....	5
2.4 Producción de biomasa seca.....	6
2.5 Reforestación.....	6
2.6 Antecedentes de estudios realizado en el país.....	7
2.7 Descripción general de las especies.....	8
III. Materiales y Métodos.....	23
3.1 Descripción del sitio experimental.....	23
3.1.1. Uso anterior del suelo.....	23
3.2 Suelo.....	23
3.3 Origen del material experimental.....	27
3.4 Diseño experimental.....	29
3.5 Variables evaluadas.....	31
3.5.1. Sobrevivencia.....	31
3.5.2. Altura.....	31
3.5.3. Medición del diámetro.....	31
3.5.4. Estimación de biomasa seca.....	32
3.5.5. Análisis estadísticos.....	33
3.5.5.1 Análisis de varianza.....	33
3.5.5.2 Análisis de regresión.....	34
IV. Resultados y discusión.....	35
4.1 Sobrevivencia.....	35
4.2 Altura.....	39
4.3 Diámetro basal.....	44
4.4 Producción de biomasa seca del árbol promedio.....	48
4.5 Producción de biomasa seca total.....	51
V. Conclusiones.....	55
VI. Recomendaciones.....	56
VII. Bibliografías.....	57
VIII. Anexos.....	60

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Página
1. Lista de especies y fuentes semilleras utilizadas en el ensayo Azul, La Leona, León, 1992.....	27
2. Porcentajes promedios de sobrevivencia por especie a los 4 años de establecido el ensayo, sitio Azul, León, 1996.....	37
3. Valores promedios de altura en metros por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	40
4. Comparación de resultados de crecimiento en altura (mts) obtenidos en el sitio Azul, La Leona, a los 4 años de edad para algunas especies respecto a otros sitios de Nicaragua.....	42
5. Categorías de crecimiento en altura a los 4 años de establecido el ensayo, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	43
6. Valores promedios de diámetro basal alcanzado por especie a 30 centímetros de altura sobre el suelo, a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	45
7. Categorías de crecimiento en diámetro a los 4 años de establecido el ensayo, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	47
8. Valores promedios de producción de biomasa seca del árbol promedio en Kilogramos por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996....	49
9. Valores promedios de producción de biomasa seca total en Kilogramos por hectáreas y especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Página
1. Mapa de ubicación del sitio Azul.....	25
2. Mapa de ubicación del ensayo.....	26
3. Diseño del ensayo.....	30
4. Porcentajes promedios de sobrevivencia por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León 1996.....	38
5. Promedios de altura por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	41
6. Promedios de diámetro basal por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	46
7. Promedios de biomasa seca del árbol promedio por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	50
8. Promedios de biomasa seca total por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.....	54

DEDICATORIA

A Dios que me ha guiado y protegido.
A mi hija Katherinne Juniette Téllez Cabrera.

A mis padres:

Isabel Obregón Galeano.
Daniel Téllez Lorios.

A mis hermanos y a mi compañera

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento:

A la Lic. Magaly Urbina, exdirectora del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales por haberme asignado el trabajo de tesis.

Al Lic. Denis Díaz Alfaro, director del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales, por haberme brindado su apoyo a lo largo de mi trabajo.

A todo el personal del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales por brindarme su amistad, cariño y apoyo durante mi estadía en el Centro.

Al Lic. Sergio Bolaños por su apoyo en el procesamiento y análisis de datos.

A la Lic. Ana Cristina Rostrán por su valiosa colaboración en el procesamiento y análisis de datos.

A toda mi familia por apoyarme decididamente desde el inicio hasta el final de mi carrera universitaria.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el sitio de Azul-La Leona área experimental del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG&BSF), el cual tuvo por objetivo evaluar la sobrevivencia, crecimiento y rendimiento de biomasa seca de 30 especies forestales (21 nativas y 9 exóticas) a los 4 años de edad.

Se utilizó un diseño estadístico de bloque completamente al azar (BCA), compuesto de dos bloques con dos repeticiones, estableciendo 36 árboles por parcela de 2m entre planta y 3m entre hilera. Se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, el crecimiento (altura, diámetro) y el rendimiento de biomasa seca.

El análisis de varianza realizado a las variables: altura, diámetro basal y producción total de biomasa seca encontró diferencias significativas entre bloques y especies a un nivel de significancia de 5%, para sobrevivencia solo entre especies.

Los mayores porcentajes promedios de sobrevivencia a los 4 años de establecido el ensayo (100%), lo mostraron las especies: *Tabebuia rosea*, *Albizia saman*, *Caesalpinia vesicaria*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*. La especie *Eucalyptus camaldulensis* presentó el valor máximo en altura con 9.59 m. En diámetro basal promedio *Moringa oleifera*, mostró el valor máximo con 15.39 cms a la altura de 30 cms sobre la base del suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio se observó que la especie nativa; *Leucaena salvadorensis* superó en producción de biomasa seca a las especies exóticas: *Eucalyptus sp*, *Azadirachta indica* y *Leucaena leucocephala* utilizadas ampliamente en los programas nacionales de reforestación. Otras especies nativas que sobresalieron en el estudio son: *Caesalpinia exostemona*, *Caesalpinia velutina* y *Lysiloma kellermannii*. La especie *Moringa oleifera*, obtuvo la mayor tasa de rendimiento con 78,845 kg/ha, para una producción de biomasa seca promedio anual de 19,711 kg/ha, pero no se recomienda para su uso energético debido al alto contenido de agua en sus tejidos.

SUMMARY

The present study was carried out in Azul-La Leona, an experimental area at Genetical Improvement Center and Forestal Seed Bank, which had by objective to evaluate the survival, growing and efficiency of dried biomass of 30 forestal species (21 native and 9 exotics) at the four year of age.

It was used an statistical design of block completely at random formed by two blocks with two repetitions, stablishing 36 trees by plot, 2 meters between plant and 3 meters between line. It was valued the porcentage of survival and the growing (height, diameter) and the efficiency of dried biomass.

The analysis of varianza performed to the variable: height, basal diameter and total production of dried biomass found significative differences between blocks and species to a significance level of 5%, for survival only between species

The major percentage rate of survival at the 4 years of establishing the trial (100%), was shown by: *Tabebuia rosea*, *Albizia saman*, *Caesalpinia vesicaria*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium* and *Gmelina arborea*. *Eucalyptus camaldulensis* has the highes value in heiht with 9.59 m. Im basal diameter rote *Moringa oleifera*, shown the highes value with 15.39 at the height of 30 cms over the level of ground.

Acording to the results obtained in the studio, it was seen that the native species; *Leucaena salvadorensis* exceeded in production of dried biomass to the exotic species *Eucalyptus*, *Azadirachta indica* and *Leucaena leucocephala* largely used in the national programs of reforestation. Another native species that exceled in the studio are *Caesapinia exostemona*, *Caesalpinia velutina* and *Lysiloma kellermanii*. *Moringa oleifera* obtained the highes rate of efficiency with 78,845 kg/ hectare, an annual average production of dried biomass of 19,711 kg/ hectare, but is not recommended for an energetic use doubt to the high contents of water in its tissues.

I. INTRODUCCION.

La tasa anual de áreas boscosas deforestadas en Nicaragua, se estima, según el Plan de Acción Forestal para Nicaragua (PAF-NIC) entre 100,000-150,000 hectáreas/año, la cual tiene su origen en el acelerado crecimiento demográfico de la población y las prácticas extensivas en la agricultura y ganadería (Centro de Mejoramiento Genético, 1994).

La pérdida de especies forestales nativas a causa del aprovechamiento irracional e insostenible de las áreas boscosas en la zonas secas, húmedas y semihúmedas de Nicaragua, tiene como efecto que para un sinnúmero de éstas especies, se desconozca actualmente su potencial genético para programas de reforestación como una alternativa viable para mejorar los sistemas de uso de las tierras de vocación forestal y por ende satisfacer las necesidades locales de la población en la obtención de productos como leña y madera entre otros (Centro de Mejoramiento Genético, 1994).

El potencial genético de especies forestales nativas como: *Gliricidia sepium*, *Pinus caribaea var. hondurensis*, *Pinus tecunumanii*, *Calliandra callothyrsus*, etc, está demostrado en ensayos internacionales de especies llevados a cabo por el Oxford Forest Institute, Inglaterra. Estas especies son utilizadas actualmente en programas importantes de reforestación en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, Africa y América (Centro de Mejoramiento Genético, 1994).

En las últimas décadas, Nicaragua ha intentado revertir el proceso de la deforestación por medio del establecimiento de plantaciones energéticas y maderables, utilizando especies exóticas de rápido crecimiento como: *Leucaena leucocephala*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Tectona grandis* con el objetivo de que éstas puedan contribuir a minimizar la

presión de la población hacia los bosques naturales en la obtención de productos principalmente por leña, que según el balance de energía nacional, para 1990 representó el 56 % del consumo neto de energía final (Membreño, 1996).

La realización de ensayos de eliminación de especies, orientados a la selección de especies apropiadas para la producción de biomasa seca (leña), tuvo lugar en Nicaragua, a inicios de la década de los años 70, bajo la dirección de la Agencia Forestal Británica. Estos estudios continuaron en la década de los años 80, bajo la responsabilidad de Instituciones como: el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), hoy Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales (MARENA) y el Proyecto Madeleña-CATIE. En general estos ensayos se caracterizaron por la ausencia de especies nativas y el uso amplio de especies exóticas de rápido crecimiento.

El presente estudio se realizó en un ensayo de eliminación de 36 especies forestales establecido en Junio de 1992 por el Centro de Mejoramiento Genético de Semillas Forestales, a fin de evaluar y comparar parámetros de sobrevivencia, crecimiento (altura, diámetro) y producción de biomasa seca a los 4 años edad, aplicándole como único tratamiento silvicultural limpieza dos veces por año, bajo las condiciones de la zona seca de Azul La Leona.

Para la realización del trabajo de tesis fueron incluidas solo 30 especies, excluyéndose las especies: *Callycophyllum candidissimum*, *Acacia mangium*, *Calliandra callothyrsus*, *Casuarina equisetifolia*, *Guaicum sanctum* y *Tecoma stans*, debido a que éstas presentaban dentro de las parcelas, bajos rangos de sobrevivencia y crecimiento al momento de iniciar la medición de las variables.

Los resultados de esta investigación serán una herramienta útil para la toma de decisiones en la selección de especies aptas para programas de reforestación, principalmente la producción de leña.

OBJETIVOS

General:

- Evaluar y comparar diferencias en sobrevivencia, crecimiento y productividad de biomasa seca en 21 especies forestales nativas y 9 especies exóticas en la zona seca de Azul, La Leona.

Específicos:

- Cuantificar el grado de sobrevivencia para cada una de las especies presentes en el ensayo.
- Clasificar las especies en categorías de crecimiento (lento, medio y rápido).
- Determinar valores productivos de biomasa seca para cada una de las especies en estudio.

II. REVISION DE LITERATURA.

El estudio de selección de especies adecuadas, de acuerdo a los sitios potenciales y a los objetivos de la reforestación, es una etapa básica antes de iniciar programas de mejoramiento a largo plazo. No tiene sentido invertir tiempo y recursos en el mejoramiento de una especie para descubrir años después que otras introducciones no mejoradas producen rendimientos iguales o incluso mayores (CATIE, 1995).

2.1 Sobrevivencia.

Se define como la estimación del número de árboles vivos por hectárea expresada en porcentaje durante un tiempo determinado. En las plantaciones artificiales la sobrevivencia se determina por lo general durante el primer año de su establecimiento a fin de cuantificar la tasa de la misma cuando ha estado expuesta a daños por factores bióticos y abióticos (MARENA, 1996).

La tasa de sobrevivencia para una especie en particular determina el éxito de su establecimiento como plantación en un sitio exótico o de condiciones edáfo-climáticas extremas contribuyendo esto directamente a la conservación y recuperación de la productividad de los suelos en las áreas deforestadas, localizadas en las zonas secas o húmedas (Oxford Forestry Institute, 1992).

2.2 Altura.

Se define como la distancia desde el suelo hasta la punta o ápice, a lo largo del fuste (INTECFOR, 1993).

Las variables de crecimiento objeto de medición más común en un árbol para una especie forestal específica a fin de calcular su volumen son la altura total y el diámetro a la altura del pecho.

El hábito de crecimiento en altura para las diferentes especies puede dividirse en tres tipos : rectos, inclinados y arbustivos. Solo para árboles rectos con crecimiento vertical es la medición de la altura posible de la forma tradicional en dasometría. Para árboles inclinados y arbustivos hay una diferencia considerable entre medir la altura vertical de la base al punto más alto y medir el tallo en toda su longitud desde la base del suelo hasta la copa.

El último punto es el más usado, debido a que la altura vertical da una falsa información del verdadero tamaño de un árbol con crecimiento arbustivo. Por esta razón, la medición de la altura utilizada para la medición de los árboles en el ensayo independiente del hábito de crecimiento de la especie es la longitud del tallo más largo desde la base del suelo hasta el punto de crecimiento más joven (Oxford Forestry Institute, 1992).

2.3 Diámetro.

Existen diferentes maneras de medir el diámetro de árboles con ejes múltiples y ejes únicos. Los ensayos de especies de uso múltiples establecidos por el Instituto Forestal de Oxford, han mostrados en casi todos los casos que la medición del diámetro es más favorable medirlo a una altura de 30 cms sobre la base del suelo, debido a que a esta altura las especies presentan la mayor frecuencia de bifurcación.

El diámetro es la variable que está en más estrecha relación con la productividad o volumen para un árbol específico (Oxford Forestry Institute, 1992).

2.4 Producción de biomasa seca.

La productividad puede estudiarse desde distintos niveles en primer lugar puede estudiarse desde ambientes específicos que, tratándose de superficies terrestres corresponde a una evaluación del clima y de los suelos. Por lo tanto, en sentido estrictamente ecológico, la productividad puede definirse, como la producción de materia seca, en kilogramos, por unidad de área, por año. Se utiliza la materia seca, que es el peso de la materia orgánica sin su contenido normal de agua, para eliminar la excesiva variabilidad de contenido acuoso en las diferentes especies y en los diversos tejidos.

La productividad en materia seca puede ser la mejor medida de la productividad ambiental, pero es muy diferente de la productividad económica la cual se basa en el valor que tiene el producto para el hombre y también es diferente de la productividad alimenticia, que constituye sólo el valor económico de una porción del producto (Holdridge, 1987).

2.5 Reforestación.

Los ecosistemas forestales a nivel local como en otras partes del mundo, están siendo objeto por factores ya conocidos, de una amplia degradación y erosión genética, presentándose así dificultades para la conservación de poblaciones forestales nativas para una región y/o país en particular a la falta de políticas forestales adecuadas para su protección y uso racional. Esta situación crea además una reducción de las posibilidades de uso de las mismas para programas futuros de mejoramiento genético a largo plazo y como fuentes de semillas para programas de reforestación, una vez que su

variabilidad genética dentro de las poblaciones de especies de importancia se ha reducido (Centro de Mejoramiento Genético 1994).

Según el Plan de Acción Forestal para Nicaragua, el área total deforestada promedio en el país en los últimos 20 años es de 2 millones de hectáreas boscosas, habiéndose establecido para el mismo periodo, finales de 1992, un total de 20,000 hectáreas de plantaciones industriales y energéticas, determinándose así la proporción una hectárea reforestada por cada 100 hectáreas deforestadas.

Las estadísticas sobre especies y plantaciones forestales muestran, que hasta finales de 1992 las especies; *Pinus caribaea var. hondurensis* ubicadas en Zelaya Norte (zona húmeda) y *Eucalyptus camaldulensis* ubicadas en Managua y León (zona seca), ocupan el 94% del área total de las plantaciones existentes. Las especies latifoliadas nativas no han desempeñado un papel muy importante dentro de las políticas nacionales de reforestación debido a la falta de conocimiento sobre su comportamiento en plantaciones; ya sean éstas de carácter industrial para la producción de madera o energéticas para leña (Centro de Mejoramiento Genético, 1994).

2.6 Antecedentes de estudios realizados en el país.

Las principales Instituciones promotoras en el establecimiento de ensayos de selección especies en la década de los 70 y 80 fueron la misión Británica y el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza con el apoyo del gobierno de Nicaragua a través del Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente. La mayoría de los ensayos se establecieron en la región del Pacífico y Central del país.

2.7.2 *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth.ex Walpers.

Esta especie pertenece a la familia Fabaceae, conocido como Madero negro. Su distribución abarca desde México, América Central hasta América del Sur y las Antillas. Es un árbol que alcanza una altura de 6 a 20 metros, con diámetros de 25 a 60 centímetros, presenta tronco poco retorcido, corteza externa de color gris blancuzco; hojas compuestas alternas imparipinnadas; inflorescencia en racimo; fruto en vaina dehiscente.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son : temperatura promedio anual de 22°C-30°C, altitudes menores de 500 msnm, precipitación de 900-1500 mm/año. Crece bien en suelos secos a húmedos e incluso en suelos que tienen una gran concentración calcárea; excepto en suelos muy compactos, abnegados y ácidos.

La propagación de ésta es a través de semillas y estacas. La especie puede ser utilizada para: madera, cercos vivos, leña, forraje, sistema agroforestales, fijación de nitrógeno, alimento humano, melífera y abono verde (CATIE, 1984; MARENA, 1996; Salas, J.1993).

2.7.3 *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

Esta especie pertenece a la familia Boraginaceae, conocido como Laurel macho. Su distribución abarca desde México a través de Centro América, América del Sur y las Antillas. Es un árbol que alcanza hasta 25 metros de altura, con diámetros de 50 a 60 centímetros; corteza fisurada, grisácea o café oscura; hojas simples alternas, oblongas; inflorescencia en panícula terminales grandes, flores blancas numerosas y fragantes; el fruto es una drupa, seca ovoide.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: se adapta a un rango amplio de temperaturas, altitudes hasta 1500 msnm, precipitación de 1000-4000 mm/año. Se desarrolla en una gran variedad de suelos siempre y cuando estén bien drenados.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: madera, obtención de miel, sistemas agroforestales, ebanistería, construcción general, durmientes de ferrocarril y medicinal (Geilfus, 1994; MARENA, 1996; IRENA, 1993).

2.7.4 *Cassia siamea* (Lam.) Irwin & Barneby.

Esta especie pertenece a la familia Caesalpinaceae, conocido como Casia amarilla. Su distribución abarca desde Guatemala hasta el Norte de Sur América incluyendo las Antillas. Es un árbol de 15 a 18 metros de altura, con diámetros de 30 a 60 centímetros; fuste recto; copa densa; corteza gris; hojas lanceoladas de color verde; flores en panículas terminales de color amarillo intenso; el fruto es una vaina larga.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son : temperatura promedio anual de 18°C-26°C, altitud hasta 1500 msnm, precipitaciones mayores de 1000mm/año, se adapta a una gran variedad de suelo, pero crece mejor en suelos profundos y bien drenados, no se desarrolla en suelos muy arcillosos.

La propagación de esta especie es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: ornamentación, sistemas agroforestales, postes y ebanistería. (MARENA, 1996; IRENA, 1992).

2.7.5 *Azadirachta indica* A. Juss.

Esta especie pertenece a la familia Meliaceae, conocido como Nim. Su distribución abarca el bosque seco de la India, Pakistán, Indonesia, Malasia y Myanmar. Es un árbol de 10 a 15 metros de altura, con diámetros de 25 centímetros; tronco

normalmente recto; corteza gris; copa redonda y densa; las hojas están agrupadas en las extremidades de las ramas; flores pequeñas blancas, fragantes, inflorescencia en racimos, fruto en drupa.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura promedio anual de 20°C-35°C; altitud hasta los 1000-1500msnm, precipitación de 500-1200mm/año; se desarrolla en suelos con buen drenaje, desde franco arenoso a franco arcilloso.

La propagación de ésta es a través de semillas y pseudoestacas. La especie puede ser utilizada para : Madera, sistemas agroforestales, ornamentación, leña, muebles, vigas y puentes (IRENA, 1993).

2.7.6 *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae, conocido como Guanacaste de oreja. Su distribución abarca desde el Sur de México hasta Colombia. Es un árbol de 30 metros de altura, con diámetro de 40 a 50 centímetros; copa muy ancha; hojas compuestas; flores blancas; el fruto es una vaina enrollada como el aspecto de una oreja color café y leñosa.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura promedio anual mayor de 24°C; altitudes hasta los 1200 msnm; precipitación 760-3000 mm/año, se puede encontrar en suelos de textura arenosa, franco-arenosa y arcillosa.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: Forraje, sistemas agroforestales, ebanistería, construcciones y medicinal (IRENA, 1993).

2.7.7 *Gmelina arborea* Roxb.

Esta especie pertenece a la familia Verbenaceae, conocido como Melina. Se encuentra distribuida como especie introducida y exótica en varios países del Caribe y Centro América. Es un árbol de 12 a 30 metros de altura, con diámetros de 60 centímetros; de copa ancha; corteza lisa de color gris; hojas

grandes acorazonadas; flores amarillas, anaranjadas en racimos; fruto con apariencia de una aceituna, verde amarillento cuando madura.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura mínima de 10°C-16°C y máxima de 38°C-48°C, altitud de 1200-1500 msnm, precipitación 1800-2300 mm/año, los mejores crecimiento se dan en suelos profundos bien drenados y pobre en suelos compactados.

La propagación de esta especie es a través de semillas, estacas y pseudoestacas. La especie puede ser utilizada para: madera, pulpa para papel, leña, carpintería y sistemas agroforestales (IRENA, 1993; MARENA, 1996).

2.7.8 *Tectona grandis* L.F.

Esta especie pertenece a la familia Verbenaceae, conocido como Teca. Su distribución abarca la India, Birmania y Tailandia. Es un árbol que alcanza 60 metros de altura y más de 200 centímetros de diámetro; corteza áspera y delgada color café claro; hojas opuestas grandes; flores en panículas; fruto subgloboso y muy duro.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura promedio anual de 23°C-28°C, altitud hasta los 600 msnm, precipitación de 1250-2500 mm/año; prefiere suelos francos arenosos o ligeramente arcillosos, fértiles y profundos, con buen drenaje.

La propagación de esta especie es a través de semillas y pseudoestacas. La especie puede ser utilizada para: construcciones pesadas, sistemas agroforestales, leña y cortinas rompevientos (CATIE, 1991; CATIE, 1997; MARENA, 1996).

2.7.9 *Caesalpinia velutina* (Britton & Rose) Standley.

Esta especie pertenece a la familia Leguminosae, conocido como Aripín. Su distribución abarca desde México hasta Centro América. Es un árbol que alcanza hasta 20 metros de altura y 40 centímetros de diámetro; copa ancha; hojas

densamente terciopeladas; flores en racimos mas cortas que las hojas; el fruto es una legumbre, oblonga.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura mayor de 24°C, altitud hasta 500 msnm, precipitación de 1000-2000 mm/año, prefiere suelos franco-arenosos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: leña, mueblería rústica, carpintería y ornamentación (Salas, 1993; CATIE, 1991).

2.7.10 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Esta especie pertenece a la familia Myrtaceae, conocido como Eucalipto. Se encuentra distribuido en toda Australia y plantada en todo el mundo. Es un árbol de 25 a 40 metros de altura, con diámetros de 60-100 centímetros; fuste recto; copa abierta irregular; hojas lanceoladas, delgadas; corteza lisa gris clara; flores agrupadas en racimos; fruto cápsula en ramillete color marrón.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son :temperatura promedio anual de 20°C-29°C, altitud 1200 msnm, precipitación de 620-1700 mm/año; se adapta a un amplio rango suelos desde pobres a periodicamente inundados. Esta especie no prospera en suelos calcáreos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: madera, medicinal, leña, industrial, carbón y cortinas rompevientos (Geilfus, 1989 ; MARENA, 1996).

2.7.11 *Eucalyptus citriodora* Hook.

Esta especie pertenece a la familia Myrtaceae, conocido como Eucalipto. Su distribución abarca desde la región Central y Noreste de Queensland. Es un árbol de 25 a 40 metros de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 60-100 centímetros; hojas opuestas pecioladas; corteza blancuzca; copa rala; follaje con olor característico a limón; el fruto es una cápsula.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura promedio anual hasta 29°C, altitud de 100-800 msnm, precipitación de 1000-1500 mm/año; no tolera los suelos arcillosos pesados y suelos mal drenados.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para : madera, leña, melífera, sistemas agroforestales, carbón y aceite.(MARENA, 1996; Geilfus, 1989).

2.7.12 *Eucalyptus tereticornis* Sm.

Esta especie pertenece a la familia Myrtaceae, conocido como Eucalipto. Se encuentra distribuido en toda la costa Este de Australia. Es un árbol de 30 a 45 metros de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 100-200 centímetros; fuste cilíndrico; corteza lisa blanquecina; hojas lanceoladas, estrechas, puntiagudas; inflorescencia en umbela; fruto en cápsulas.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la especie son: temperatura promedio anual 21°C-28°C, altitud hasta 1200 msnm, precipitación de 700-1400 mm/año; se desarrolla bien en suelos profundos de textura liviana, bien drenados. La propagación de esta especie es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: leña, pulpa para papel, medicinal, melífera y sistemas agroforestales (Geilfus, F.1989; MARENA, 1996).

2.7.13 *Dalbergia retusa* Hemsl.

Esta especie pertenece a la familia Fabaceae, conocido como Nambur. Su distribución abarca desde México hasta Panamá. Es un árbol pequeño a mediano, de 15 a 20 metros de altura y 40 centímetros de diámetro a la altura del pecho; copa muy abierta; fuste negruzco; hojas alternas imparipinnadas; flores blancas en panículas, axilares terminales.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la especie son : clima seco caliente a muy caliente, altitud entre los 50-300 msnm, precipitación inferior a los 2000 mm/año; se adapta a suelos secos y rocosos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: muebles, artesanía, ruedas y mangos de herramientas (IRENA, 1992; Jiménez, M. 1993).

2.7.14 *Platymiscium pleiostachyum* J.D.Smith.

Esta especie pertenece a la familia Fabaceae, conocido como Coyote. Esta especie es observada en Nicaragua en los departamentos de Matagalpa, Estelí y Jinotega. Es un árbol de tamaño mediano a grande con alturas entre 8 y 25 metros, con diámetro entre 25-100 centímetros; copa amplia, con corteza fisurada de color gris oscuro; hojas compuestas; flores amariposadas; fruto una vaina oblongas, aplanadas indehiscentes.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la especie son: climas secos y húmedos; temperatura entre 18°C-24°C, altitudes entre 850-1500 msnm.

La propagación es por semillas. La especie puede ser utilizada para: pisos, muebles y construcción (IRENA, 1992).

2.7.15 *Swietenia humilis* Zucc.

Esta especie pertenece a la familia Meliaceae, conocido como Caoba del Pacífico. Su distribución abarca desde México hasta Costa Rica y las islas del Caribe. Es un árbol de 25 a 40 metros de altura y de 40 a 60 centímetros de diámetro; copa ancha y densa; fuste corto; corteza fisurada, pardo oscuro; hojas paripinnadas, alternas; inflorescencia blanca axilar y a veces subterminal; el fruto es una cápsula erecta, ovoide.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la especie son: temperatura promedio anual mayor de 24°C, altitud hasta 750 msnm, precipitación 1100-1400mm/año; se desarrolla mejor en suelos profundos ricos en materia orgánica y bien drenados.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: construcciones rurales, melífera, medicinal, muebles finos, artesanías, decoración de interiores y ebanistería (MARENA, 1996; IRENA, 1992).

2.7.16 *Cassia grandis* L.F.

Esta especie pertenece a la familia Caesalpinaceae, conocido como Carao. Su distribución abarca desde el sur de México, Centro América, Norte de América del Sur y las Antillas. Es un árbol mediano a grande hasta 18 metros de altura y 100 centímetros de diámetro; corteza gris lisa; hojas compuestas alternas, paripinnadas; flores irregulares, vistosas, de colores rosados, dispuestas en grandes racimos; el fruto es una vaina muy grande casi cilíndrica, leñosa y muy pesada.

La propagación de ésta es a través de semillas. la especie puede ser utilizada para: ebanistería, construcciones, leña y cercas vivas (IRENA, 1992).

2.7.17 *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand.

Esta especie pertenece a la familia Bombacaceae, conocido como Pochote. Su distribución abarca desde Centro América hasta Colombia y Venezuela. Es un árbol de tamaño pequeño, mediano y grande, con alturas comprendidas entre 30-35 metros, diámetro entre 100 y 200 centímetros a la altura del pecho. La corteza es de color gris oscuro gruesa; copa extendida; hojas compuestas, alternas, digitadas; flores grandes color blanca a rosada; el fruto es una cápsula parda.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la especie son: temperatura promedio anual entre 20°C-27°C, altitud hasta 900 msnm, precipitación entre 800-2200 mm/año; suelos de textura arenosa, franco-arenosa, arcillosa y de buen drenaje. La propagación de ésta es a través de semillas, estacas y pseudoestacas.

La especie puede ser utilizada para: Madera, sistemas agroforestales construcción y uso medicinal (MARENA, 1996; IRENA, 1992).

2.7.18 *Guazuma ulmifolia* Lam.

Esta especie pertenece a la familia Sterculiaceae, conocido como Guácimo de ternero. Su distribución abarca desde el Sur de México, hasta Argentina y Brasil.

Es un árbol de 12-20 metros de altura y con un diámetro hasta de 70 centímetros a la altura del pecho. La corteza es ligeramente fisurada, castaño grisácea; hojas alternas simples; flores en racimos amarillas; fruto es una cápsula.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la especie son : temperatura promedio anual mayores de 24°C; altitud hasta 1200 msnm; precipitación entre 700-1500 mm/año; se adapta a un amplio rango de suelos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: Madera, medicinal, cercos vivos, sombra, leña y forraje (MARENA, 1996).

2.7.19 *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.

Esta especie pertenece a la familia Bignoniaceae, conocido como Roble sabanero. Su distribución abarca desde el Sur de México a través de Centro América hasta Venezuela, Colombia y Ecuador. Es un árbol que alcanza hasta 20 metros de altura y un diámetro entre 27-30 centímetros; corteza gris oscura a negrusca; hojas compuestas y digitadas; flores grandes, campanuladas de color rosadas; el fruto es una cápsula.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son : Temperatura promedio anual mayor de 26°C, altitud hasta los 1000 msnm, precipitación de 1500-2500mm/año; se adapta a una gran variedad de suelos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: Madera, carpintería en general, leña, ornamental, medicinal y ebanistería (MARENA, 1996; IRENA, 1992).

2.7.20 *Cedrela odorata* L.

Esta especie pertenece a la familia Meliaceae, conocido como Cedro real. Su distribución abarca desde México hasta Argentina, encontrándose también en las Antillas. Es un árbol que alcanza hasta 12-30 metros de altura y hasta 60 centímetros de diámetro. La corteza de color gris claro; hojas paripinnadas; flores masculinas y femeninas color crema verdoso; el fruto es una cápsula dehiscente.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son : temperatura promedio anual de 24°C, altitud hasta 800 msnm, precipitación de 1200-3000 mm/año; se adapta a una gran variedad de suelos principalmente bien drenados.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: Madera, fabricación de muebles, medicinal, melífera, ornamental, construcción y ebanistería (MARENA, 1996; IRENA, 1992).

2.7.21 *Albizia saman* (Urban) Britt & Rose.

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae, conocido como Genízaro. Su distribución abarca desde México hasta Bolivia y Brasil. Es un árbol que alcanza altura hasta 30 metros y diámetro hasta 120 centímetros, copa densa y extendida, corteza gris negrusca con grietas verticales y hendiduras horizontales; hojas compuestas bipinnadas, alternas; inflorescencia en umbeladas con flores blancas rosadas; el fruto es una vaina.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: altitud menor de 500 msnm, precipitación de 760-3000 mm/año, se puede encontrar en suelos de textura arenosa, franco-arenosa y arcillosa.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: madera, forraje, sistemas agroforestales, medicinal y ornamental (MARENA, 1996; Geilfus, 1989).

2.7.22 *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae, conocido como leucaena. Su distribución abarca desde México hasta América Central. Es un árbol de tamaño pequeño, a veces mediano y rara vez grande, alcanza alturas comprendidas entre 5 y 20 metros, con diámetros entre 12 y 40 centímetros. La corteza es lisa a generalmente fisurada, gris pardusca; hojas compuestas, bipinnadas, alternas; flores pequeñas blancas; el fruto es una vaina aplanada dehiscente.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura promedio anual entre 22°C-29°C, altitud debajo de los 500 msnm; precipitación de 600-1700 mm/año; tolera un amplio rango de suelos desde rocosos hasta arcillosos pesados y coralinos.

La propagación de ésta es a través de semillas, raíz desnuda y pseudoestacas. La especie puede ser utilizada para: madera, leña, forraje, sistemas agroforestales, fijación de nitrógeno, ornamental y sombra (MARENA, 1996; CATIE, 1986).

2.7.23 *Albixia guachapele* (H.B.K) Dugand.

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae, conocido como Gavilán. Su distribución abarca desde México a Colombia, Ecuador y Venezuela. Es un árbol que alcanza altura de 27 metros y diámetro de 100 centímetros, copa ancha y extendida; corteza de color pardo claro tiene grietas profundas verticales; hojas alternas bipinnadas inflorescencia en umbela; el fruto es una vaina aplanada.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura de hasta 36°C, altitud menor de los 1300 msnm, precipitación de 1000 mm/año; ocurre en forma natural en suelos pobres pedregosos y arenosos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: ornamentación, leña, carbón y control de erosión (CATIE, 1984; IRENA, 1992).

2.7.26 *Leucaena salvadorensis* Standl.

Esta especie pertenece a la familia Leguminosae, conocido como frijolillo. Su distribución abarca todo Centro América. Es un árbol de 15 metros de altura y 30 centímetros de diámetro; flores color blancas; el fruto es una vaina.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura de 26°C-29°C, altitud de 150-1000 msnm, precipitación entre 800-1500 mm/año; se desarrolla en suelos poco profundos y rocosos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: leña y sistemas agroforestales (OXFORD, 1993).

2.7.27 *Caesalpinia exostemona*.

Esta especie pertenece a la familia Caesalpinaceae, conocido como Gallito. Se encuentra distribuido en los bosques secos de América Central. Es un árbol de 6 metros de altura; crece en zonas de bosques secos; con precipitaciones entre 750-1250 mm/año, prefiere suelos con buen drenaje, arena arcillosos; es resistente a la sequía y al fuego. La propagación de ésta es a través de semillas y estacas (Ravensbeck, 1992).

2.7.28 *Caesalpinia vesicaria*.

Esta especie pertenece a la familia Caesalpinaceae, conocido como Carbón. Su distribución abarca los bosques secos de Nicaragua. Es un árbol de poca talla; silvestre en las

sabanas y colinas próximas a las costas; el tronco y las ramas son espinosas; las hojas son compuestas; el fruto es una vaina, crece en suelos pesados y arcillosos.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: leña y cercas vivas (Ravenbeck, 1992).

2.7.29 *Albizia caribaea* (Urban) Britt & Rose.

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae, conocido como Guanacaste blanco. Su distribución abarca desde Guatemala hasta Venezuela. Es un árbol con alturas comprendidas entre 12 y 20 metros, con diámetros de 20-35 centímetros a la altura del pecho, tiene una copa amplia, extendida y redonda, corteza color gris claro a amarillento; hojas alternas, bipinnadas; el fruto es una vainita recta y plana cuando madura.

La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: construcciones rústicas, carpintería en general, colorantes y contrachapados (Ramos, 1988; IRENA, 1992).

2.7.30 *Lysiloma kellermanni* B & R.

Esta especie pertenece a la familia Mimosaceae, conocido como Quebracho. Su distribución abarca desde México hasta América Central. Es un árbol que alcanza altura hasta 15 metros y diámetro de 80 centímetros, corteza en placas, rugosa de color gris-café; hoja compuestas, bipinnadas y alternas; flores de color crema con inflorescencia en cabezuela en corimbo; el fruto es una vaina de color café claro.

Los requerimientos ambientales para el desarrollo de la misma son: temperatura promedio anual entre 24°C-30°C, precipitación de 800-1800 mm/año, con estaciones secas definidas de 4-6 meses. La propagación de ésta es a través de semillas. La especie puede ser utilizada para: leña, carbón, tintorería, medicinal y sistemas agroforestales (MARENA, 1996).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Descripción del sitio experimental.

El ensayo se encuentra localizado en el sitio Azul-La Leona, kilómetro 79 Carretera Managua-León bajo las coordenadas geográficas de los 12° 21' latitud Norte y 86° 39' longitud Oeste (Figura 1 y 2). El sitio presenta una altura de 100 msnm, con temperaturas promedios anuales de 27°C y una precipitación promedio anual de 1350 mm, caracterizada por una estación lluviosa de seis meses Mayo-Octubre. Según la clasificación de zonas de vida de Holdrige, el sitio Azul pertenece a la Zona de Vida de Bosque Seco Tropical (Centro de Mejoramiento Genético, 1996).

3.1.1: Uso anterior del suelo.

El área donde se encuentra localizado el ensayo, fue utilizado como la mayoría de los suelos de Occidente, al monocultivo de Algodón, el cual tuvo su auge desde los años 50 hasta los 80. Posteriormente en los años 90 se utilizó para el cultivo de Soya y Maíz (Centro de Mejoramiento Genético, 1996).

3.2 Suelo.

El sitio Azul-La Leona, pertenece a la zona de vida del bosque seco tropical diferenciándose dos tipos de suelos: la serie Amatitán; con suelos profundo, casi planos, levemente erosionados, bien drenados, franco arcilloso en la superficie y con subsuelo generalmente arcilloso, bien estructurado de permeabilidad lenta y moderada retención de humedad disponible. El contenido de materia orgánica es moderada en la superficie y parte del subsuelo, de bajo a medio en fósforo y medio en potasio, reacción ligeramente ácido.

El otro grupo de suelo lo constituyen los vertisoles ; son suelos profundos o moderadamente profundos, casi planos o ligeramente inclinados, imperfectamente drenados o pobremente drenados, arcillas negras pesadas (sonsocuite), tiene contenido moderado de materia orgánica, bajo en fósforo y de bajo a mediano en potasio. En estos tipos de suelos se encuentran los ensayos formales (Otarola et al.,1983)

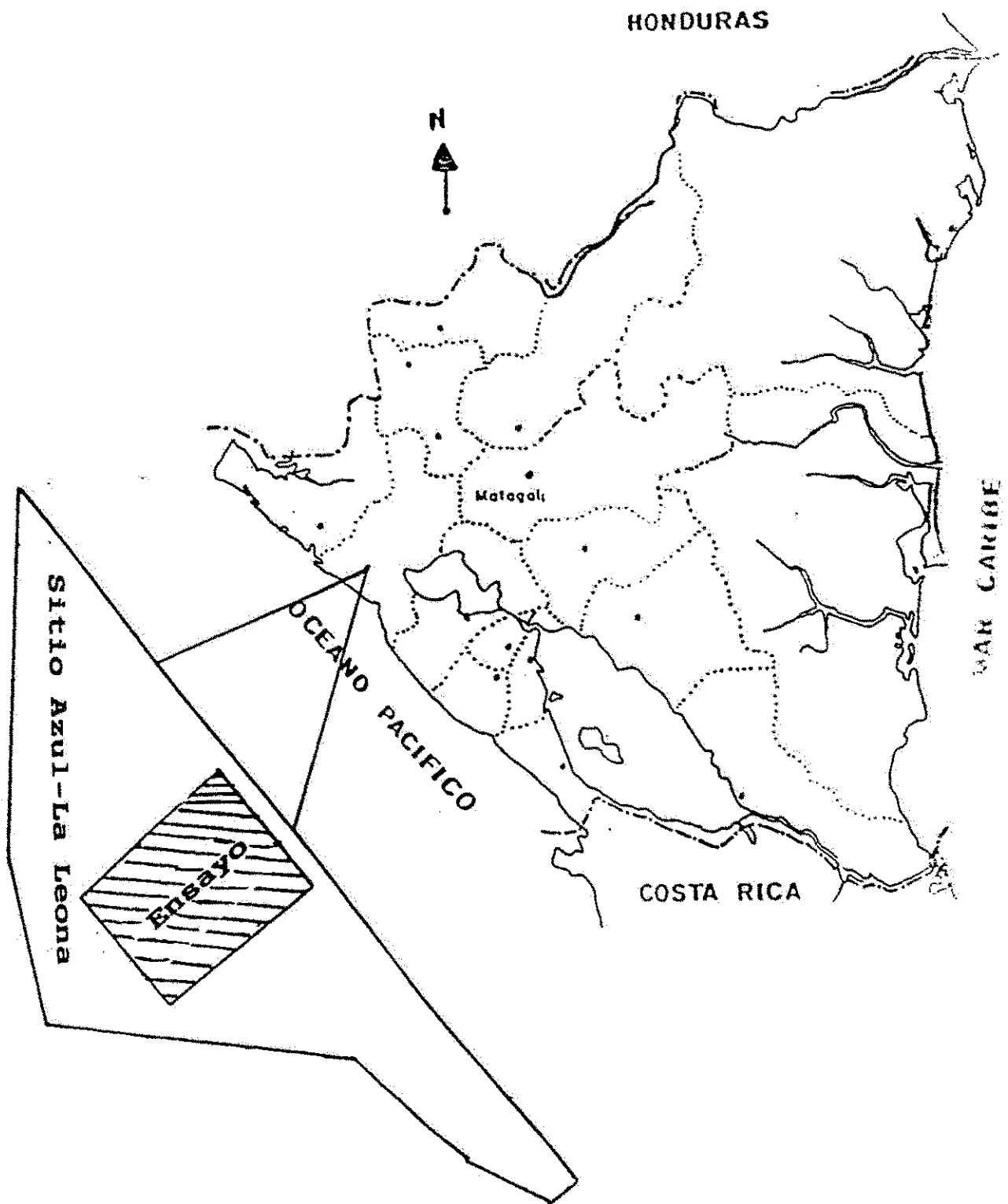
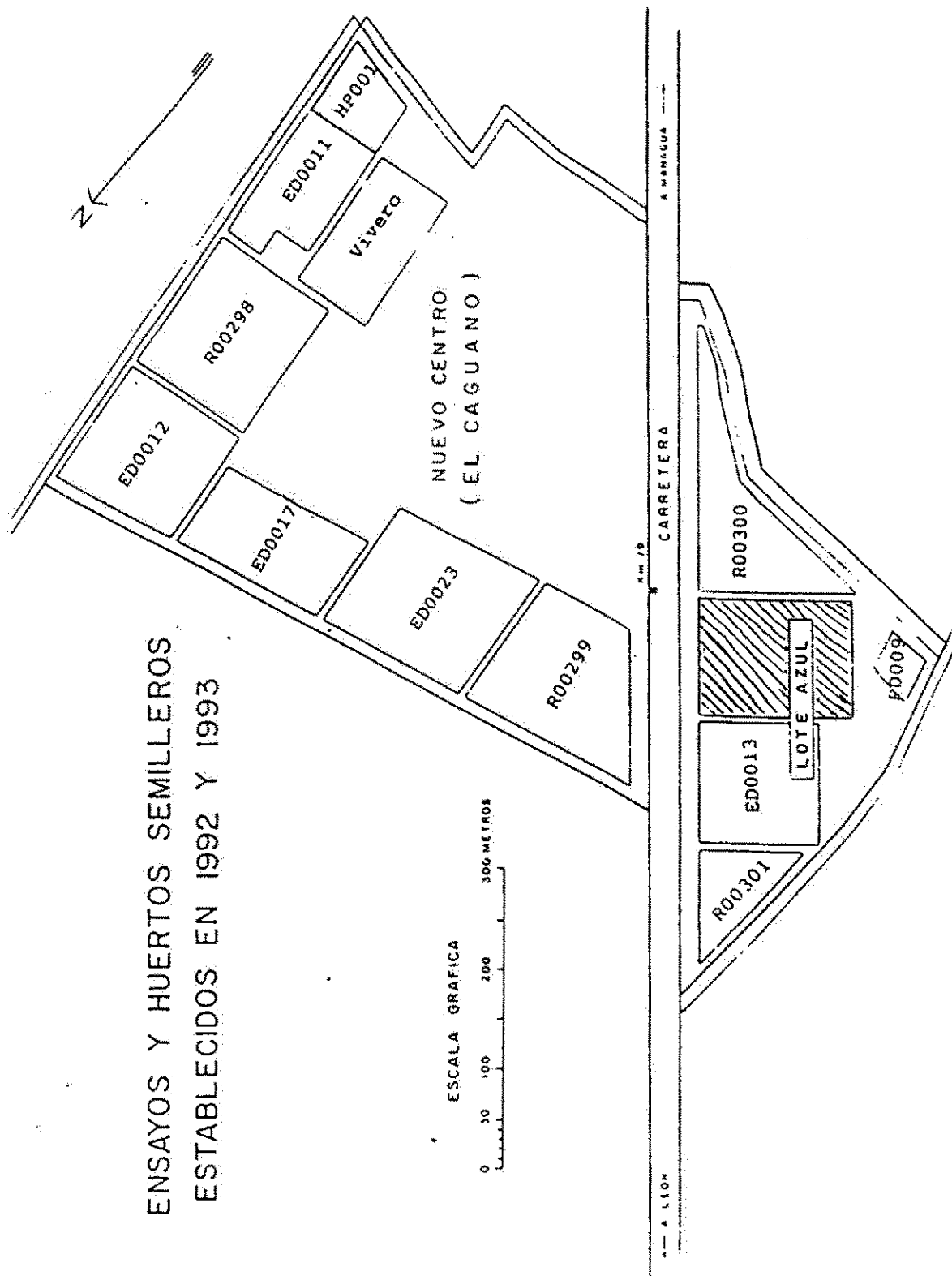


Figura 1. Mapa de ubicación del sitio Azul, La Leona.



ENSAYOS Y HUERTOS SEMILLEROS
ESTABLECIDOS EN 1992 Y 1993

Figura 2. Mapa de ubicación del ensayo.

3.3 Origen del material experimental.

El origen del material experimental utilizado en el presente estudio, proviene de recolecciones realizadas por el Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG&BSF), en diferentes puntos del país Cuadro 1.

Cuadro 1. Lista de especies y fuentes de semillas utilizadas en el ensayo Azul, La Leona, León, 1992.

Especies	Fuentes
<i>Albizia caribaea</i>	San Gabriel, León
<i>Albizia guachapele</i>	Chiriquí, León
<i>Albizia saman</i>	Las Playitas, León
<i>Azadirachta indica</i>	La Leona, León
<i>Bombacopsis quinata</i>	SanJuan, Matagalpa.
<i>Caesalpinia exostemona</i>	Limay, Estelí
<i>Caesalpinia velutina</i>	Limay, Estelí
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	Tecolostote, Boaco
<i>Cassia grandis</i>	Mina Limón, León
<i>Cassia siamea</i>	Momotombo, León
<i>Cedrela odorata</i>	Bella Vista, Chinandega.
<i>Cordia alliodora</i>	Chacara seca, León

<i>Dalbergia retusa</i>	Cosigüina, Chinandega
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	La Chibola, León
<i>Eucalyptus citriodora</i>	*****
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	*****
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	*****
<i>Gliricidia sepium</i>	La Larga, Matagalpa.
<i>Gmelina arborea</i>	El Gúru, León
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Chibola, Chontales
<i>Leucaena leucocephala</i>	Sta. Lucía, León
<i>Leucaena salvadorensis</i>	Limay, Estelí
<i>Lysiloma kellermannii</i>	Las Brisas, Boaco
<i>Moringa oleifera</i>	Cofradía, Managua
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Posada del Sol, León
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	San Luis, Somoto
<i>Simarouba glauca</i>	Los Arcos, León
<i>Swietenia humilis</i>	C. Fonseca, Managua
<i>Tabebuia rosea</i>	Fundeci, León
<i>Tectona grandis</i>	Sta Teresa, Chinandega.

Ver el Anexo 1A

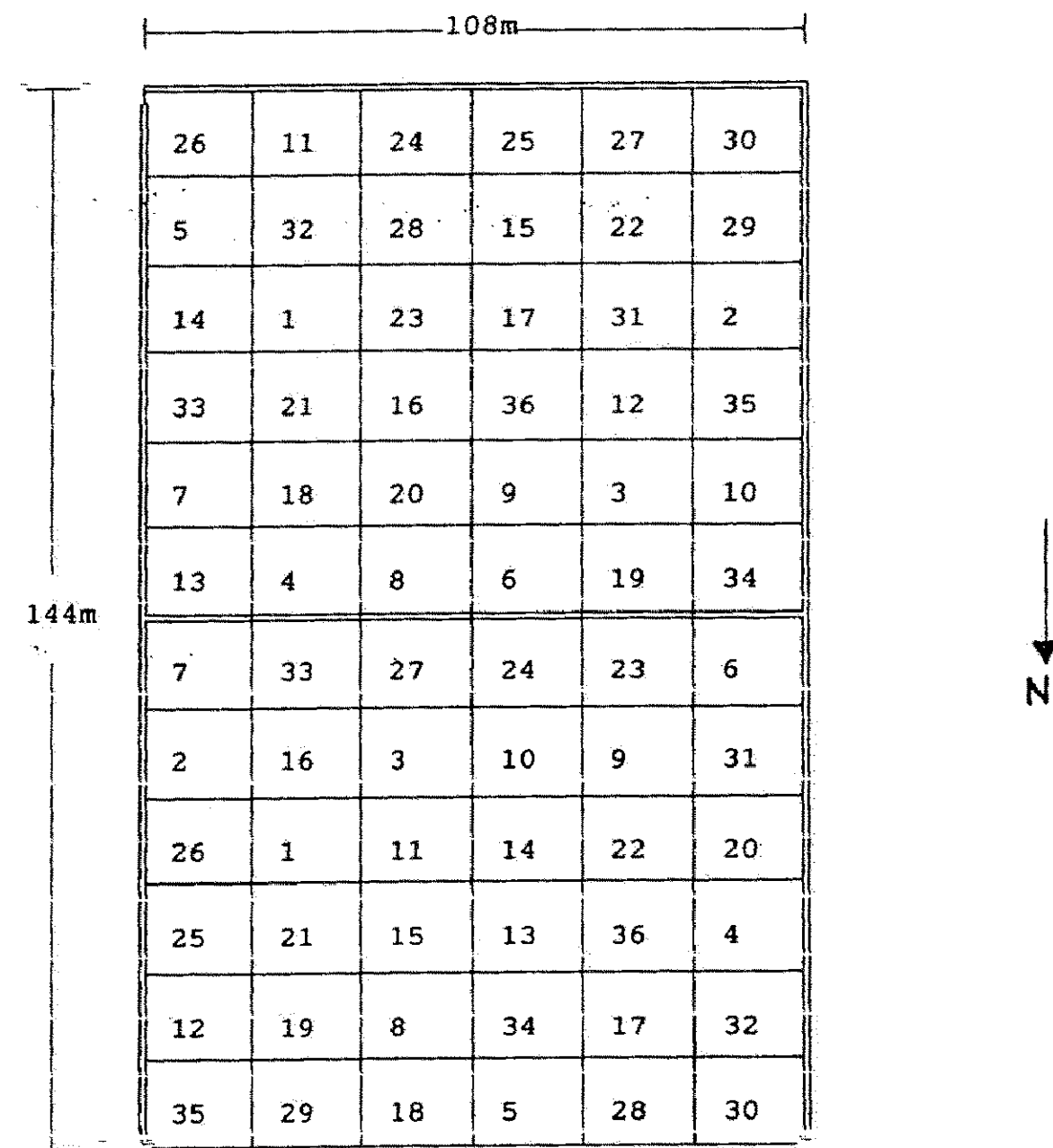
**** Lotes extraviados

3.4 Diseño experimental.

El ensayo experimental fue establecido en Junio de 1992, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), compuesto de 2 bloques con 36 parcelas cuadradas cada uno, para un área total de 1,55 hectáreas.

Las parcelas individuales contienen 36 árboles con un espaciamiento de 2 metros entre árboles y 3 metros entre hileras, para un área total de la parcela de 216 m^2 , siendo el área total de la parcela útil 96 m^2 , compuesta por 16 árboles centrales (figura 3).

El ensayo esta rodeado de dos líneas de borde a fin de protegerlo del viento (Centro de Mejoramiento Genético, 1996)



Especies

- | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1- <i>A. mangium</i> | 7- <i>C. exostemona</i> | 13- <i>C. siamea</i> | 19- <i>B. canaldulensis</i> | 25- <i>G. ulmifolia</i> | 31- <i>P. pleiostachyum</i> |
| 2- <i>A. caribaea</i> | 8- <i>C. velutina</i> | 14- <i>C. equisetifolia</i> | 20- <i>E. citriodora</i> | 26- <i>L. leucocephala</i> | 32- <i>S. glauca</i> |
| 3- <i>A. guachapele</i> | 9- <i>C. vesicaria</i> | 15- <i>C. odorata</i> | 21- <i>E. tereticornis</i> | 27- <i>L. salvadorensis</i> | 33- <i>S. humilis</i> |
| 4- <i>A. saman</i> | 10- <i>C. calothyrsus</i> | 16- <i>C. alliodora</i> | 22- <i>G. sepium</i> | 28- <i>L. kellermannii</i> | 34- <i>F. rosea</i> |
| 5- <i>A. indica</i> | 11- <i>C. candidissimum</i> | 17- <i>D. retusa</i> | 23- <i>G. arborea</i> | 29- <i>N. oleifera</i> | 35- <i>F. stans</i> |
| 6- <i>B. quinata</i> | 12- <i>C. grandis</i> | 18- <i>E. cyclocarpum</i> | 24- <i>G. sanctum</i> | 30- <i>P. aculeata</i> | 36- <i>F. grandis</i> |

Figura 3. Diseño del ensayo.

3.5 Variables evaluadas.

3.5.1 Supervivencia.

Siguiendo la metodología del Danida Forest Seed Center la evaluación de esta variable se estimó para toda la parcela de 36 árboles, como la relación porcentual del número de plantas vivas y muertas (Wellendorf, 1987).

3.5.2 Altura total.

Según metodología del Oxford Forestry Institute para árboles rectos con tallos bien definidos la medición de la altura se realizó utilizando un hipsómetro sunnto, la cual abarcaba desde la base del suelo hasta el ápice del eje vertical del tallo más largo. En especies con crecimiento arbustivo e inclinado la altura total se obtuvo midiendo el tallo más largo desde la base del suelo por medio de una vara graduada en metros. La medición de altura se realizó solamente para la parcela central de 16 árboles.

3.5.3 Medición del diámetro.

Para la medición de esta variable se utilizó la metodología del Oxford Forestry Institute. Para todas las especies presentes en el ensayo, el diámetro se obtuvo midiendo los 16 árboles de la parcela central a una altura de 30 centímetros sobre la base del suelo, utilizando una forcípula graduada en centímetros. Para especies que presentaron ejes múltiples, el diámetro se midió de forma individual para estimar el diámetro basal por medio de la fórmula:

$$d: \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}$$

3.5.4 Estimación de biomasa seca.

Para la estimación de biomasa seca solamente se tomó en cuenta el material leñoso aéreo, Siguiendo la metodología del Oxford Forestry Institute para la estimación de ésta, se seleccionaron y muestrearon 6 árboles de cada especie dentro de la parcela central de cada uno de los bloques, tomando como parámetro el rango de distribución de diámetros cuadráticos (d^2) obtenidos de la medición del diámetro a la altura de 30 cms. sobre la base del suelo.

Los árboles seleccionados fueron tumbados, donde cada árbol se dividió en tres secciones diámetricas, una primera sección menor de un centímetro de diámetro la que fue recolectada en todas las partes leñosas del árbol que se encontraban en ese rango, una segunda sección fueron aquellas partes leñosas del árbol que estaban en un rango de 1 a 5 centímetros y una tercera sección que fue extraída de las partes leñosas más gruesa del árbol mayores de 5 centímetros de diámetro a fin de estimar su peso verde total directamente en el campo.

A cada árbol muestreado se le tomó muestras de material verde por sección, para estimar su peso verde en gramos a través de una balanza digital en laboratorio.

Pesadas las muestras en gramos, se realizó un proceso de secado al horno a una temperatura de 105°C , por un período de 24 horas para obtener el peso seco en gramos y calcular así su contenido de humedad, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{CH: } \frac{P_v - P_s}{P_v} \times 100$$

PV

CH: Porcentaje de Contenido de humedad de la muestra.

Pv: Peso verde de la muestra.

Ps: Peso seco de la muestra.

Con los resultados obtenidos del porcentaje de contenido de humedad de la muestra, se estimó el peso seco total por sección a través de la siguiente fórmula:

$$Psts : Pvts \times 1 - \frac{CH}{100}$$

Psts: Peso seco total sección.

Pvts: Peso verde total sección medida en el campo.

CH : Porcentaje de contenido de humedad de la sección en base a la muestra.

Obtenidos los pesos secos individuales por sección, se estimó el peso seco total del árbol a través de la siguiente fórmula

$$PSTA: PSS1 + PSS2 + PSS3$$

PSTA: Peso seco total del árbol.

PSS1: Peso seco total sección 1.

PSS2: Peso seco total sección 2.

PSS3: Peso seco total sección 3.

3.5.5 Análisis Estadísticos:

3.5.5.1 Análisis de varianza.

Utilizando los valores promedio de cada una de las variables evaluadas (sobrevivencia, altura, diámetro y producción de biomasa seca) de ambos bloques, se elaboró una base de datos la cual fue incorporada al programa GENSTAT, facilitando el ANOVA para cada una de las variables.

También con la misma base de dato se realizó una prueba de rangos múltiples (Duncan), a aquellas que presentaron diferencias significativas, con ayuda del programa SYSTAT.

3.5.5.2 Análisis de regresión.

Utilizando los diámetros cuadráticos (d^2) y el peso seco total de los 12 árboles muestreados por especie, se realizó un análisis de regresión con ayuda del programa MINITAB, con el objetivo de obtener una ecuación que ayudara a estimar la producción de biomasa seca total para los 16 árboles dentro de la parcela útil (96 m^2) para un diámetro cuadrático específico, sumándose el resultado y extrapolándose a la producción de una hectárea (10000 m^2).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 SOBREVIVENCIA.

El anexo 1B. muestra el análisis de varianza realizado a la variable sobrevivencia a un nivel de significancia del 5%, el cual indica que no existe diferencia significativa entre bloques, pero sí entre especies influenciada principalmente por los bajos resultados obtenidos en las especies; *Eucalyptus citriodora* y *Cedrela odorata*.

La separación de medias a través de la prueba de DUNCAN, con ($P < 0.05$), detectó 2 categorías diferentes para la variable sobrevivencia (Anexo 2B).

Los rangos porcentuales promedios de sobrevivencia alcanzados por todas las especies se muestran en el Cuadro 2 y figura 4. A los 4 años de establecido el ensayo el comportamiento en sobrevivencia osciló entre 100% y 51%.

Los máximos valores promedios (100%) fueron obtenidos por las especies : *Tabebuia rosea*, *Albizia saman*, *Caesalpinia vesicaria*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*.

Resultados obtenidos en un ensayo de especies establecido en el sitio de las Colinas, León indican que la especie *Tabebuia rosea* obtuvo 100% de sobrevivencia a los 3.7 años con un espaciamento de 3 m x 1.5 m (MARENA, 1996), siendo éste igual al obtenido en el sitio de Azul.

En la Estación Experimental de Sébaco la especie *Gmelina arborea* alcanzó a los 4.8 años de edad con un espaciamento de 2 m x 2 m un porcentaje de sobrevivencia de 96% (MARENA 1996), similar al obtenido en el sitio de Azul. *Eucalyptus camaldulensis* registró en el sitio Las Colinas, León a los 4.1 años y espaciamentos de 3 m x 1.5 m una sobrevivencia de 86%, inferior al alcanzado en Azul.

Las especies que presentaron porcentajes de sobrevivencia menores al 80% son: *Platymiscium pleiostachyum*, *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata*. (MARENA, 1996), reporta datos de sobrevivencia de 82 % para *Tectona grandis*.

Datos de *Platymiscium pleiostachyum* no estan reportados. *Eucalyptus citriodora* y *Cedrela odorata* mostraron los promedios de sobrevivencia más bajos 54% y 51% respectivamente, lo cual indica que estas especies presentan una interacción biológica negativa de sobrevivencia para sitios con características similares al sitio Azul.

Resultados del sitio Experimental de Sébaco registran para *Eucalyptus citriodora* 81% de sobrevivencia, bastante superior al obtenido en el estudio.

Cuadro 2. Porcentajes promedios de sobrevivencia por especie a los 4 años de establecido el ensayo, sitio Azul, León, 1996.

Especies	Sobrevivencia (%)
<i>Tabebuia rosea</i>	100
<i>Albizia saman</i>	100
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	100
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	100
<i>Azadirachta indica</i>	100
<i>Gliricidia sepium</i>	100
<i>Gmelina arborea</i>	100
<i>Cassia siamea</i>	99
<i>Guazuma ulmifolia</i>	99
<i>Lysiloma kellermannii</i>	99
<i>Albizia guachapele</i>	99
<i>Swietenia humilis</i>	97
<i>Cassia grandis</i>	97
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	97
<i>Leucaena leucocephala</i>	97
<i>Moringa oleifera</i>	95
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	95
<i>Cordia alliodora</i>	92
<i>Caesalpinia velutina</i>	88
<i>Leucaena salvadorensis</i>	87
<i>Albizia caribaea</i>	85
<i>Parkinsonia aculeata</i>	85
<i>Caesalpinia exostemona</i>	83
<i>Dalbergia retusa</i>	83
<i>Simarouba glauca</i>	81
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	78
<i>Tectona grandis</i>	78
<i>Bombacopsis quinata</i>	78
<i>Eucalyptus citriodora</i>	54
<i>Cedrela odorata</i>	51

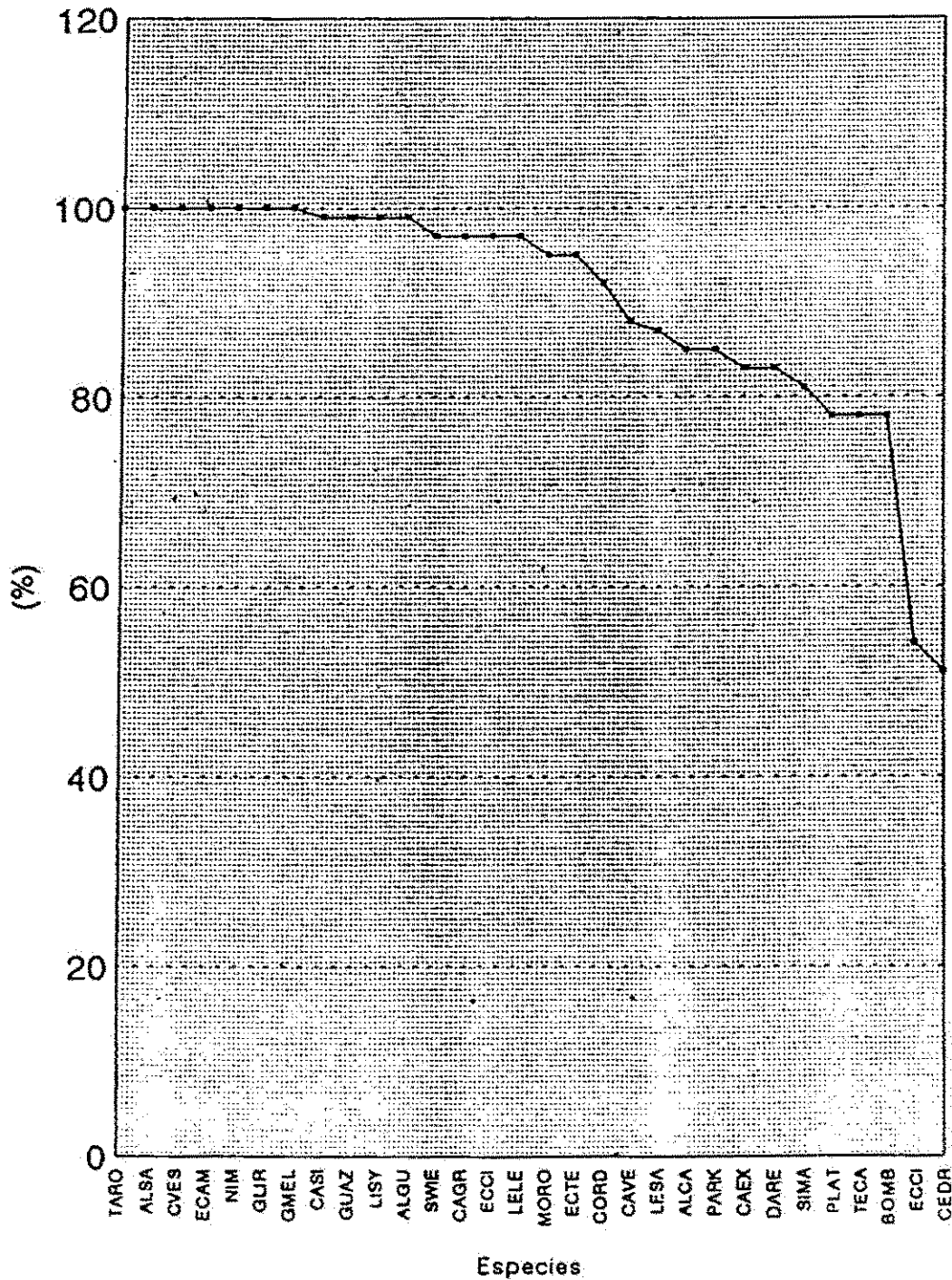


Figura 4. Porcentajes promedios de sobrevivencia por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

4.2 ALTURA.

En el anexo 3B. se observa el resultado del análisis de varianza realizado a la variable altura a un nivel de significancia del 5% el cual demostró que existen diferencias significativas entre bloques y especies, significa que la variable esta influenciada por el ambiente y la naturaleza biológica de cada una de las especies. Zobel y Talbert (1988) citado por (Varela, 1990), mencionan que las fuerzas ambientales son una de las causas de la variabilidad en las características en especies forestales especialmente las relacionadas con el crecimiento.

El Cuadro 3. Resume los valores promedios alcanzados en altura para las 30 especies y La figura 5. ilustra el comportamiento en crecimiento en altura de las especies en el sitio de Azul- La Leona.

Cuadro 3. Valores promedios de Altura en metros alcanzados por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Especies	Altura (mts)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	9.59
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	8.96
<i>Gmelina arborea</i>	7.85
<i>Eucalyptus citriodora</i>	7.78
<i>Leucaena leucocephala</i>	7.67
<i>Leucaena salvadorensis</i>	7.16
<i>Moringa oleifera</i>	6.82
<i>Caesalpinia velutina</i>	6.41
<i>Azadirachta indica</i>	6.25
<i>Caesalpinia exostemona</i>	6.04
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.98
<i>Cassia siamea</i>	5.94
<i>Gliricidia sepium</i>	5.59
<i>Albizia guachapele</i>	5.23
<i>Tectona grandis</i>	5.11
<i>Cassia grandis</i>	4.81
<i>Lysiloma kellermannii</i>	4.78
<i>Dalbergia retusa</i>	4.52
<i>Cordia alliodora</i>	4.49
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	4.37
<i>Albizia caribaea</i>	4.20
<i>Cedrela odorata</i>	3.97
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3.93
<i>Swietenia humilis</i>	3.84
<i>Albizia saman</i>	3.73
<i>Tabebuia rosea</i>	3.36
<i>Bombacopsis quinata</i>	3.01
<i>Simarouba glauca</i>	2.89
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	2.70
<i>Parkinsonia aculeata</i>	2.42

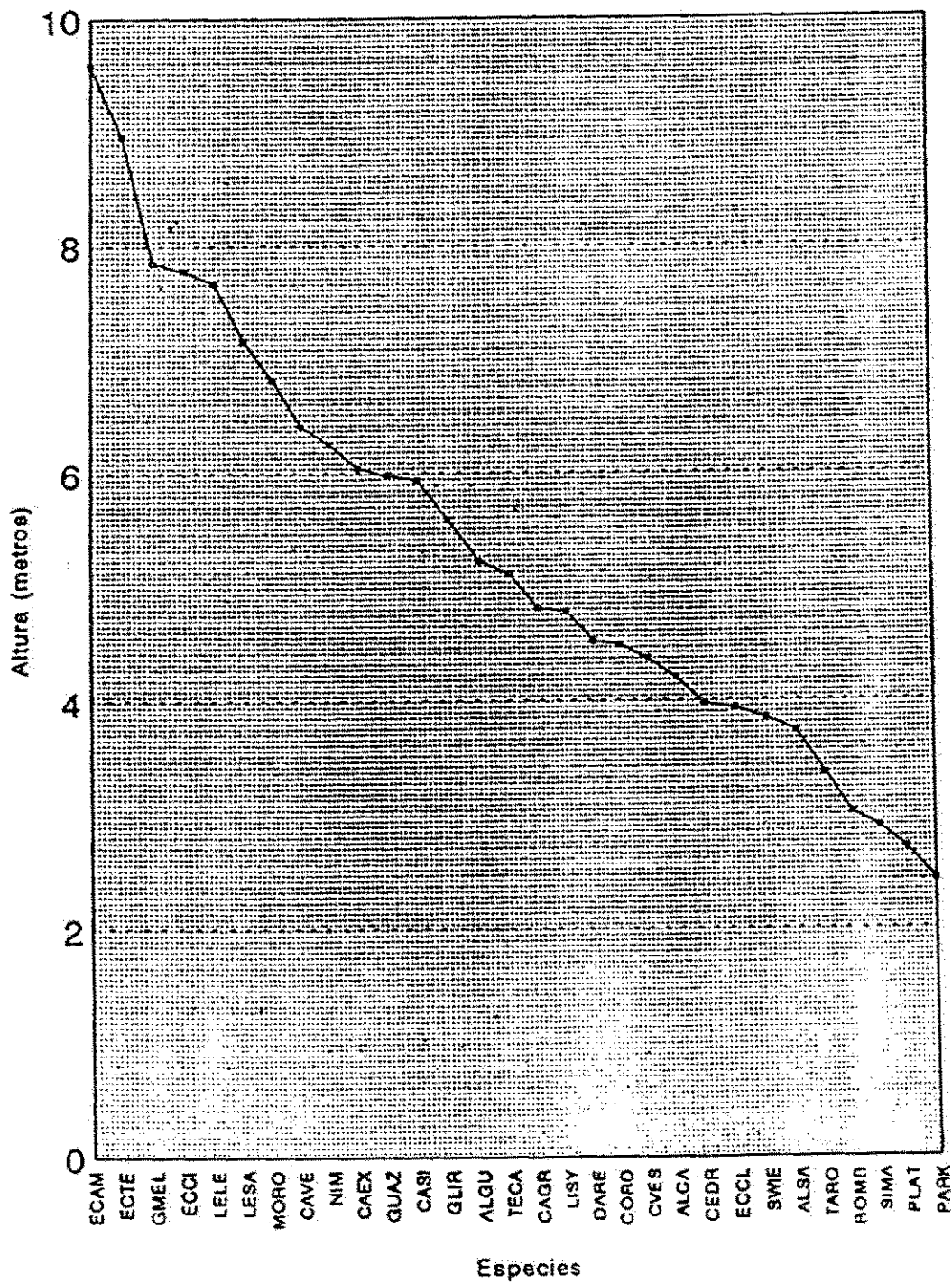


Figura 5. Promedios de altura por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Los valores de crecimiento en altura presentados en el Cuadro 4, muestran gran similitud entre la altura alcanzada en Azul y otros sitios, cuando éstos se relacionan al incremento medio anual (IMA).

Cuadro 4. Comparación de resultados de crecimiento en altura (mts) obtenidos en el sitio Azul-La Leona a los 4 años de edad para algunas especies respecto a otros sitios de Nicaragua.

Especie	Altura Azul	Otros Sitios	Altura	Edad (años)
<i>E. camaldulensis</i>	9.59	Gurú, León	12.20	5.3
<i>L. leucocephala</i>	7.67	Gurú, León	10.80	4.6
<i>A. indica</i>	6.25	Colinas, León	7.00	3.7
<i>C. velutina</i>	6.41	Malacatoya	6.97	4.5
<i>C. siamea</i>	5.94	Malacatoya	6.40	4.5
<i>G. sepium</i>	5.59	Gurú, León	6.30	4.7
<i>G. arborea</i>	7.85	Malacatoya	8.00	4.2
<i>L. kellermannii</i>	4.78	Malacatoya	4.80	4.2
<i>T. rosea</i>	3.36	Mateare	6.00	6.9
<i>T. grandis</i>	5.11	Gurú, León	7.20	5.7

Fuente: MARENA, 1996
 CATIE, 1986 y 1991

La categorización de crecimiento en altura se expresan en el cuadro 5., y la cual se determinó utilizando la separación de medias (prueba Duncan) con ($P < 0.05$), Anexo 4B.

Cuadro 5. Categorías de crecimiento en altura a los 4 años de establecido el ensayo, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

CATEGORIAS	Rango de altura (mts)
<p>Crecimiento rápido</p> <p><i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Eucalyptus tereticornis</i> <i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Leucaena salvadorensis</i> <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Caesalpinia velutina</i> <i>Azadirachta indica</i> <i>Moringa oleifera</i> <i>Gmelina arborea</i></p>	<p>6.25- 9.59</p>
<p>Crecimiento medio</p> <p><i>Caesalpinia exostemona</i> <i>Lysiloma kellermannii</i> <i>Caesalpinia vesicaria</i> <i>Albizia guachapele</i> <i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Gliricidia sepium</i> <i>Dalbergia retusa</i> <i>(Cordia alliodora</i> <i>Albizia caribaea</i> <i>Tectona grandis</i> <i>Cassia siamea</i> <i>Cassia grandis</i></p>	<p>4.20-6.04</p>
<p>Crecimiento lento</p> <p><i>Platymiscium pleiostachyum</i> <i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Parkinsonia aculeata</i> <i>Bombacopsis quinata</i> <i>Swietenia humilis</i> <i>Simarouba glauca</i> <i>Cedrela odorata</i> <i>Albizia saman</i> <i>Tabebuia rosea</i></p>	<p>2.42-3.97</p>

4.3 DIAMETRO BASAL.

El anexo 5B, muestra el resultado del análisis de varianza realizado a la variable diámetro basal a un nivel de significancia de 5%, el cual demostró que existen diferencias significativas entre bloques y especies, ya que la variable está influenciada por el ambiente y la naturaleza biológica de cada una de las especies. Zobel y Talbert (1988) mencionan que las fuerzas ambientales son una de las causas de la variabilidad de las características en especies forestales especialmente las relacionadas con el crecimiento.

El Cuadro 6, resume los valores promedios alcanzados en diámetro de las 30 especies.

La figura 6, ilustra el comportamiento del crecimiento en diámetro basal de las especies en el sitio de Azul- La Leona.

Datos de diámetros basales a la altura de 30 cms no han sido reportados para las especies presentes en el ensayo.

Cuadro 6. Valores promedios de diámetro basal alcanzado por especie a 30 centímetros de altura sobre el suelo, a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Especies	Diámetro (30 cms)
<i>Moringa oleifera</i>	15.39
<i>Albizia guachapele</i>	14.87
<i>Gmelina arborea</i>	14.23
<i>Cedrela odorata</i>	14.00
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	11.89
<i>Guazuma ulmifolia</i>	11.76
<i>Azadirachta indica</i>	11.64
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	11.60
<i>Bombacopsis quinata</i>	11.22
<i>Leucaena salvadorensis</i>	10.47
<i>Tectona grandis</i>	10.35
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10.29
<i>Cassia siamea</i>	10.26
<i>Caesalpinia exostemona</i>	10.07
<i>Gliricidia sepium</i>	9.84
<i>Eucalyptus citriodora</i>	9.59
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.57
<i>Dalbergia retusa</i>	9.46
<i>Caesalpinia velutina</i>	9.22
<i>Cordia alliodora</i>	9.07
<i>Lysiloma kellermannii</i>	9.00
<i>Cassia grandis</i>	8.41
<i>Swietenia humilis</i>	8.14
<i>Albizia saman</i>	7.81
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	7.40
<i>Tabebuia rosea</i>	7.39
<i>Albizia caribaea</i>	6.77
<i>Simarouba glauca</i>	6.44
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	5.63
<i>Parkinsonia aculeata</i>	5.54

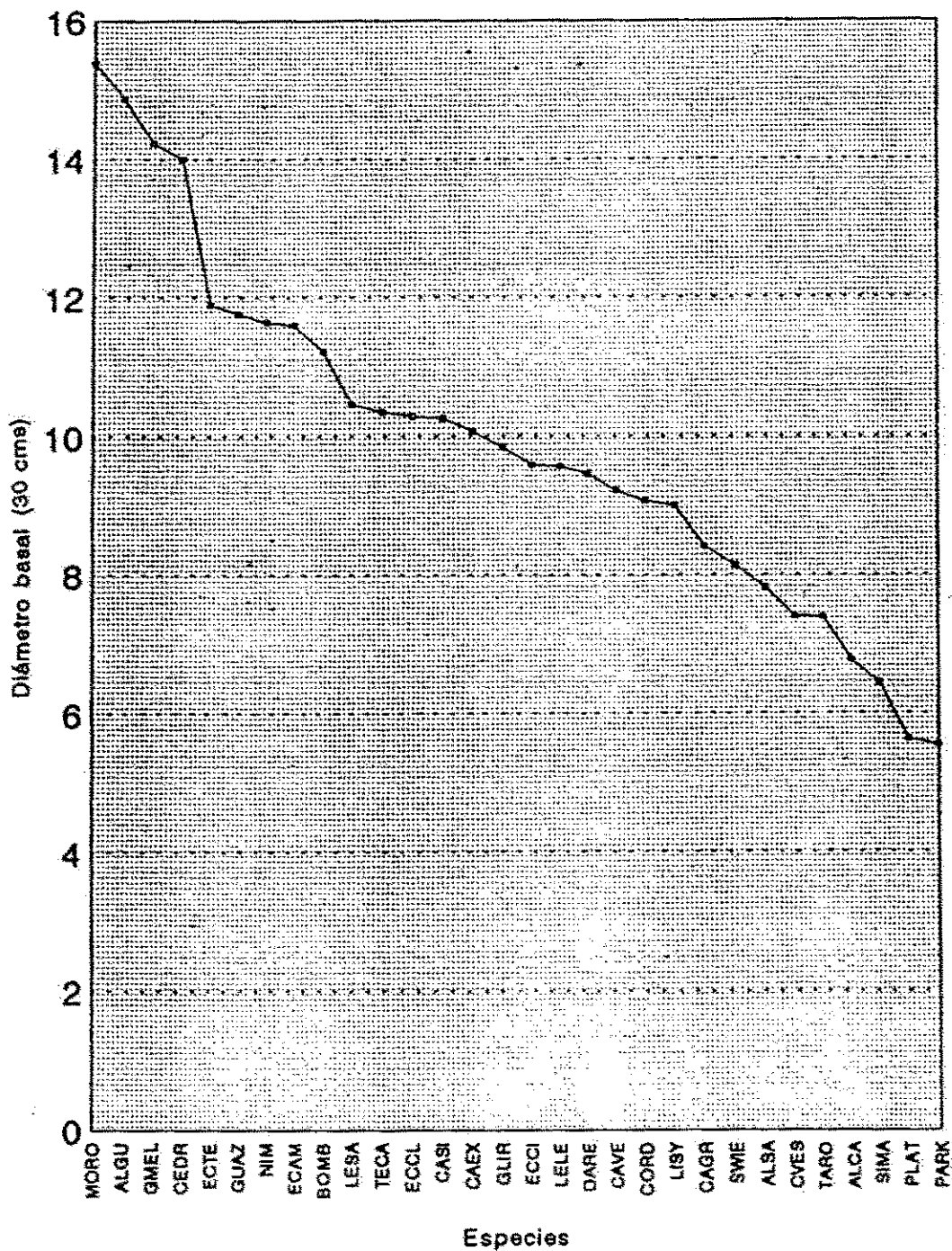


Figura 6. Promedios de diámetro basal por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

La categorización de crecimiento en diámetro se expresan en el cuadro 7., y la cual se determinó utilizando la separación de medias (prueba Duncan) con ($P < 0.05$), Anexo 6B.

Cuadro 7. Categorías de crecimiento en diámetro a los 4 años de establecido el ensayo, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

CATEGORIAS	Rango diámetro (cms)
<p>Crecimiento rápido</p> <p><i>Eucalyptus tereticornis</i> <i>Albizia guachapele</i> <i>Moringa oleifera</i> <i>Gmelina arborea</i> <i>Cedrela odorata</i></p>	<p>11.89-15.39</p>
<p>Crecimiento medio</p> <p><i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Leucaena salvadorensis</i> <i>Caesalpinia exostemona</i> <i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Lysiloma kellermannii</i> <i>Caesalpinia vesicaria</i> <i>Caesalpinia velutina</i> <i>Bombacopsis quinata</i> <i>Azadirachta indica</i> <i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Gliricidia sepium</i> <i>Swietenia humilis</i> <i>Dalbergia retusa</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Albizia caribaea</i> <i>Tectona grandis</i> <i>Cassia grandis</i> <i>Tabebuia rosea</i> <i>Cassia siamea</i> <i>Albizia saman</i></p>	<p>6.77-11.76</p>
<p>Crecimiento lento</p> <p><i>Platymiscium pleiostachyum</i> <i>Parkinsonia aculeata</i> <i>Simarouba glauca</i></p>	<p>5.54-6.44</p>

4.4 PRODUCCION DE BIOMASA SECA DEL ARBOL PROMEDIO.

El anexo 7B, muestra el resultado del análisis de varianza realizado a la variable de producción de biomasa seca del árbol promedio, demostró que existen diferencias significativas entre bloques y especies a un nivel de significancia de 5%.

La separación de medias a través de la prueba de DUNCAN, con ($P < 0.05$), detectó 26 categorías diferentes para la variable producción de biomasa seca del árbol promedio (Anexo 8B).

El Cuadro 8, muestra los rendimientos de biomasa seca del árbol promedio alcanzados por las 30 especies.

Las especies que lograron obtener un alto rendimiento en biomasa seca por árbol promedio son: *Moringa oleifera*, *Leucaena salvadorensis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Caesalpinia exostemona* y *Eucalyptus tereticornis*.

El grupo de especies que registró el nivel más bajo de producción en biomasa seca están: *Parkinsonia aculeata*, *Platymiscium pleiostachyum* y *Simarouba glauca*.

La figura 7, ilustra el rendimiento de biomasa seca del árbol promedio de las especies en el sitio de Azul- La Leona.

Estos resultados son indicadores representativos del comportamiento de cada especie dentro del ensayo, para posteriormente ser utilizado en el cálculo de biomasa seca total. En la actualidad no se reportan datos que reflejen este tipo de variable.

Cuadro 8. Valores promedios de producción de biomasa seca del árbol promedio en kilogramos por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Especies	Biomasa seca (Kgs)
<i>Moringa oleifera</i>	48.58
<i>Leucaena salvadorensis</i>	32.90
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	30.19
<i>Caesalpinia exostemona</i>	29.77
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	28.14
<i>Azadirachta indica</i>	26.32
<i>Gmelina arborea</i>	24.84
<i>Cassia siamea</i>	24.54
<i>Lysiloma kellermannii</i>	23.38
<i>Leucaena leucocephala</i>	22.35
<i>Caesalpinia velutina</i>	21.78
<i>Gliricidia sepium</i>	21.05
<i>Eucalyptus citriodora</i>	20.34
<i>Guazuma ulmifolia</i>	18.35
<i>Albizia guachapele</i>	18.30
<i>Dalbergia retusa</i>	18.28
<i>Cassia grandis</i>	16.99
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	15.93
<i>Cedrela odorata</i>	15.69
<i>Bombacopsis quinata</i>	10.99
<i>Tectona grandis</i>	10.55
<i>Albizia caribaea</i>	9.97
<i>Albizia saman</i>	9.45
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	9.21
<i>Swietenia humilis</i>	9.10
<i>Tabebuia rosea</i>	7.23
<i>Cordia alliodora</i>	6.57
<i>Parkinsonia aculeata</i>	5.85
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	5.64
<i>Simarouba glauca</i>	4.58

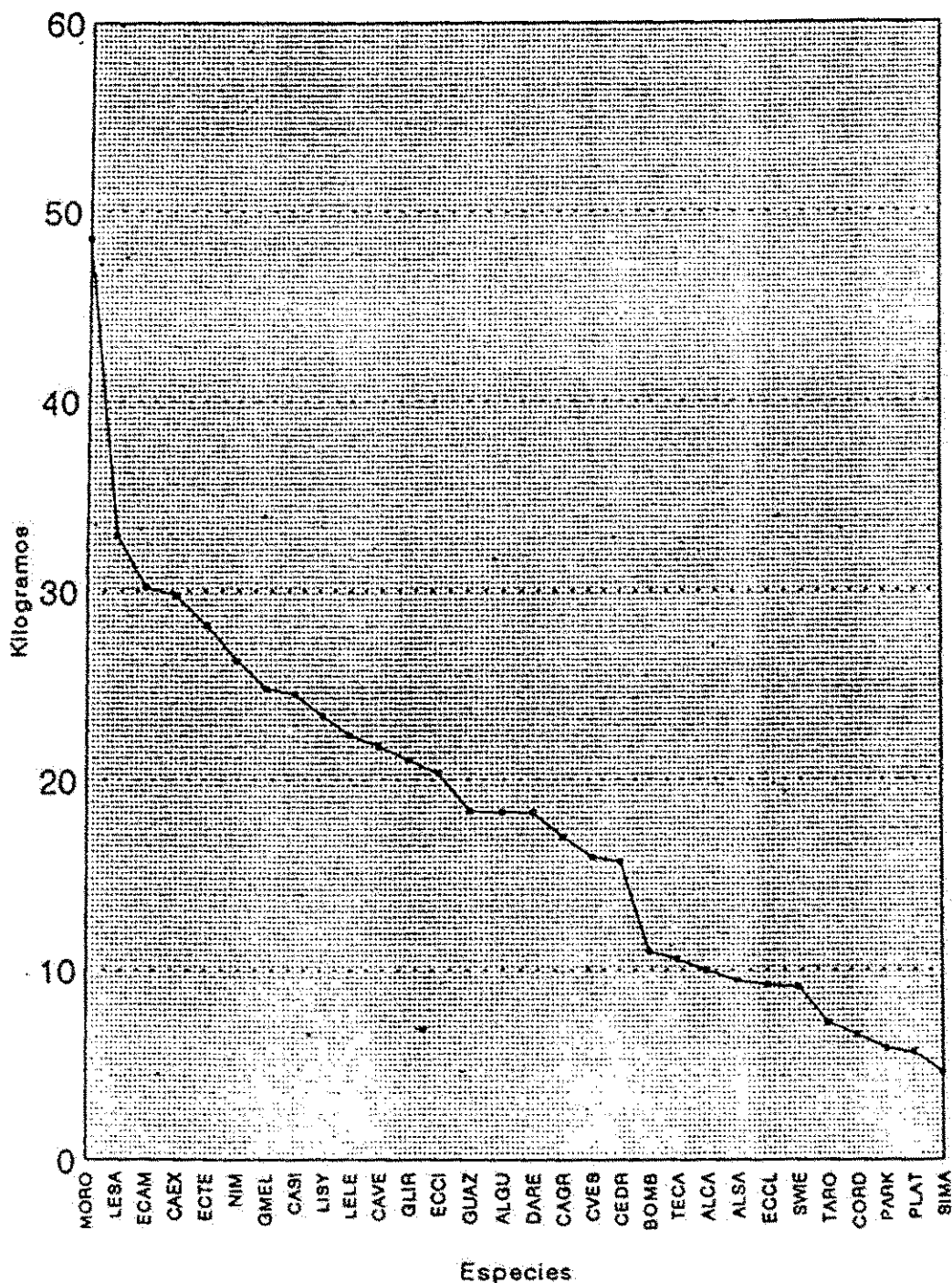


Figura 7. Promedios de biomasa seca del árbol promedio por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

4.5 PRODUCCION DE BIOMASA SECA TOTAL.

El anexo 9B, muestra el resultado del análisis de varianza realizado a la variable de producción de biomasa seca total, demostró que existen diferencias significativas entre bloques y especies a un nivel de significancia de 5%.

La separación de medias a través de la prueba de DUNCAN, con ($P < 0.05$) detectó 20 categorías diferentes para la variable producción de biomasa seca total (Anexo 10B).

La especie que obtuvo la mayor tasa de rendimiento en biomasa seca total acumulada a los 4 años de edad fue; *Moringa oleifera* con 78,845 kg/ha, para una producción promedio anual de 19,711kg/ha (Cuadro 9, Figura 8). A pesar de ser la especie de mayor productividad en biomasa seca, ésta no es apta para su uso energético, debido a su alto contenido de agua en sus tejidos, pero sí representa un potencial alternativo para otros usos como : forraje, abono orgánico, floculante y alimento humano. En orden sucesivo se encuentran las especies exóticas: *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus tereticornis*, así como las especies nativas: *Leucaena salvadorensis* y *Caesalpinia exostemona*.

Exceptuando a la especie *Moringa oleifera* de las comparaciones en producción de biomasa seca total, se tiene que la especie nativa; *Leucaena salvadorensis* es más productiva que *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis* y *Azadirachta indica* en un orden del 6, 15, y 18 % respectivamente, respecto a la *Leucaena leucocephala*, ésta produce un 30 % más biomasa seca.

Otra especie nativa que sobresale en los resultados es *Caesalpinia exostemona* que obtuvo rendimiento similares a las especies de *Eucalyptus* y superior a las especies de *Azadirachta indica* y *Leucaena leucocephala*.

Tradicionalmente los proyectos de reforestación en Nicaragua han promovido y utilizado las especies de *Eucalyptus*, *Leucaena leucocephala* y *Azadirachta indica* desde la década de los 80 para la producción de leña dentro de los productores por su rápido crecimiento y cortos turnos de aprovechamiento.

Sin embargo en el estudio se muestra el potencial que tienen las especies nativas para satisfacer estas necesidades dentro de los proyectos rurales.

Según estadísticas del CMG&SF, la demanda promedio anual de semillas de estas especies es alrededor de 250 kgs para *Azadirachta indica*, 150 kgs para *Eucalyptus* y 133 kgs para *Leucaena* (Anexo 1C).

Resultados obtenidos de un ensayo de especies y procedencias de *Leucaena* establecido en Honduras por el Instituto Forestal de Oxford, Inglaterra, *Leucaena salvadorensis* mostró ser una especie de alto rendimiento de biomasa en comparación con las otras variedades de *Leucaena* (Oxford Forestry Institute, 1993), reafirmado nuestros resultados obtenidos de ser una especie productiva y de alto potencial para utilizarse en proyectos forestales y agroforestales.

El grupo de especies que registró el nivel más bajo de producción en biomasa seca total están: *Parkinsonia aculeata*, *Simarouba glauca*, *Platymiscium pleiostachyum*, *Tabebuia rosea*, *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora* y *Tectona grandis*.

El Anexo 1D, presenta ecuaciones de regresión lineal de la forma $W = a + b Ed^2$ y su respectivo R^2 obtenidas por especies que permiten pronosticar la producción de biomasa seca para árboles con un diámetro cuadrático específico.

Estimación de biomasa seca utilizando diámetros cuadráticos mayores a los presentado en la tabla no reflejarían resultados confiables y no se recomendaría usarlos (Oxford Forestry Institute, 1992).

Cuadro 9. Valores promedios de producción de biomasa seca total en kilogramos por hectárea y especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Especies	Biomasa seca total (Kg/ha)
<i>Moringa oleifera</i>	78845
<i>Leucaena salvadorensis</i>	53335
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	50310
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	45300
<i>Caesalpinia exostemona</i>	45005
<i>Azadirachta indica</i>	43864
<i>Gmelina arborea</i>	41398
<i>Cassia siamea</i>	40890
<i>Lysiloma kellermannii</i>	38957
<i>Leucaena leucocephala</i>	37262
<i>Caesalpinia velutina</i>	36309
<i>Gliricidia sepium</i>	35077
<i>Albizia guachapele</i>	30492
<i>Guazuma ulmifolia</i>	30214
<i>Dalbergia retusa</i>	28565
<i>Cassia grandis</i>	27607
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	26557
<i>Eucalyptus citriodora</i>	16946
<i>Albizia saman</i>	15750
<i>Albizia caribaea</i>	15450
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	14889
<i>Swietenia humilis</i>	14600
<i>Tectona grandis</i>	12009
<i>Bombacopsis quinata</i>	11985
<i>Tabebuia rosea</i>	11748
<i>Cordia alliodora</i>	9615
<i>Parkinsonia aculeata</i>	8880
<i>Cedrela odorata</i>	8165
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	6604
<i>Simarouba glauca</i>	6275

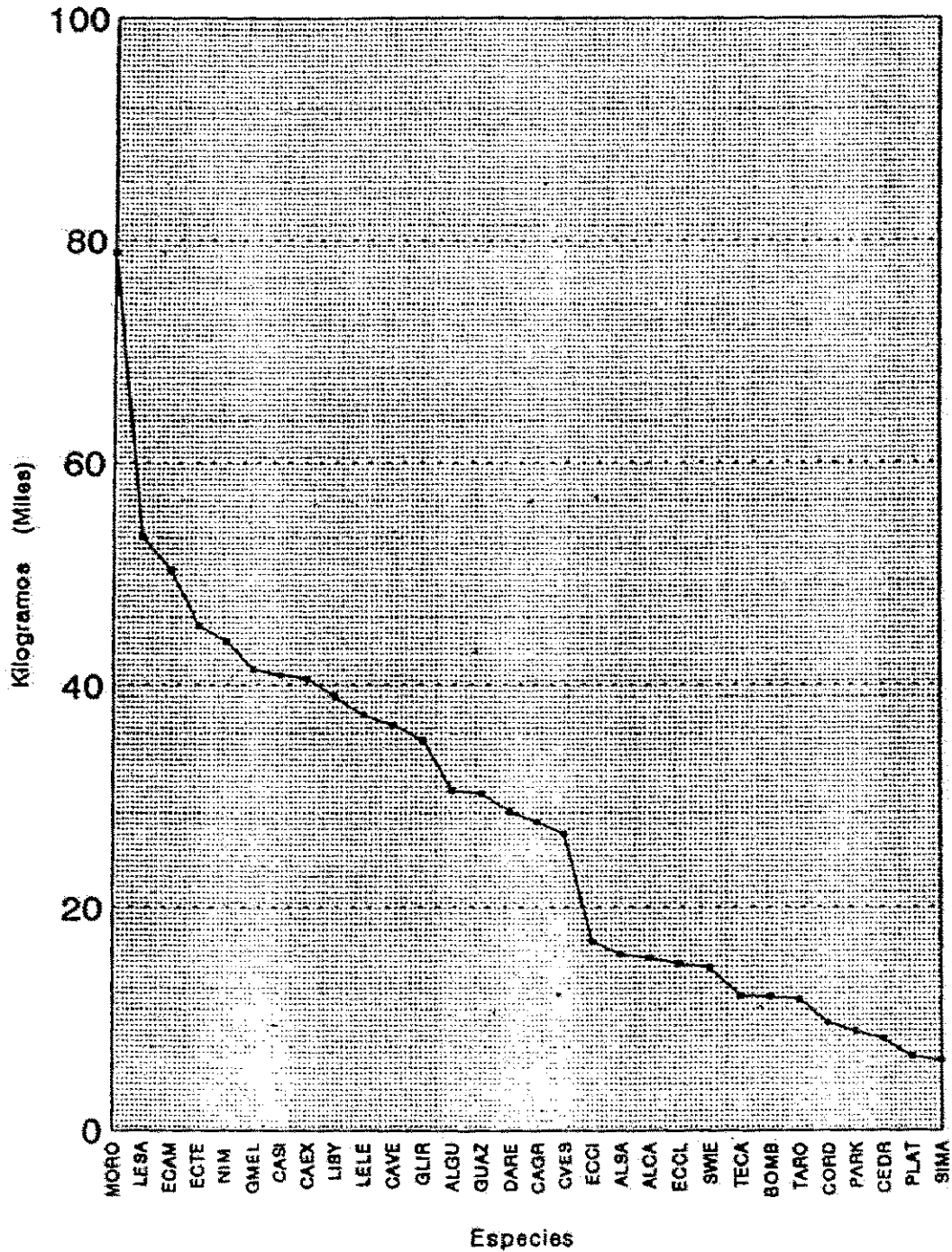


Figura 8. Promedios de biomasa seca total por especie a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

V. CONCLUSIONES.

1. El máximo porcentaje (100%) de sobrevivencia promedio a los 4 años de establecido el ensayo lo presentaron las especies: *Tabebuia rosea*, *Albizia saman*, *Caesalpinia vesicaria*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*.
2. El estrato más alto alcanzado en altura dentro del ensayo a los 4 años de edad corresponden a las especies exóticas: *Eucalyptus camaldulensis* (9,59 m), *Eucalyptus tereticornis* (8.96 m), *Gmelina arborea* (7.85 m), *Eucalyptus citriodora* (7.78 m) y *Leucaena leucocephala* (7.67 m).
3. Algunas especies caracterizadas como maderables: *Dalbergia retusa*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia rosea*, *Albizia saman*, *Bombacopsis quinata* y *Cedrela odorata*, incluidas en el ensayo presentaron bajos valores de crecimiento en altura, pero no así en diámetro que se obtuvieron valores relativamente más altos.
4. *Moringa oleifera*, obtuvo el mayor incremento en diámetro basal promedio con 15.39 cms a una altura de 30cm sobre la base del suelo.
5. Se determinó que *Moringa oleifera* fue la especie que mostró la mayor producción de biomasa seca total con 78,845kg/ha.
6. La especie nativa; *Leucaena salvadorensis* obtuvo una producción de biomasa seca total de 53,335 kg/ha superando en 6, 15, 18 y 30% en producción de biomasa seca a las especies exóticas: *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Azadirachta indica* y *Leucaena leucocephala*, tradicionalmente utilizadas en programas de reforestación.

VI. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados y conclusiones del presente trabajo, se proponen las siguientes recomendaciones.

1. Conservar y proteger dentro de su rango de distribución natural los recursos genéticos forestales de las especies nativas: *Leucaena salvadorensis*, *Caesalpinia exostemona*, *Caesalpinia velutina* y *Lysiloma kellermannii*; para la realización de recolecciones de material para investigación y conservación ex-situ en un banco de semillas.
2. Solicitar a otras Instituciones de investigación forestal sean éstas nacionales o regionales que incluyan dentro de sus estudios de selección de especies a las especies nativas arriba señaladas.
3. Utilizar y Promover dentro de los proyectos forestales y agroforestales el uso de especies nativas como : *Leucaena salvadorensis*, *Caesalpinia exostemona*, *Caesalpinia velutina* y *Lysiloma kellermannii*, además de las exóticas *Moringa oleifera*, *Eucalypts camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Azadirachta indica*, *Gmelina arborea* y *Cassia siamea*.
4. Establecer ensayos de selección de especies con al menos dos procedencias en 2 o más sitios representativos , para la reforestación dentro de la zona del trópico seco con aquellas especies que obtuvieron excelentes y buenos rendimientos en biomasa seca.
5. Establecer en la medida de lo posible ensayo de procedencia para las especies nativas versus especies exótica de procedencia comprobada en 2 o más sitios representativos para la reforestación dentro de la zona del trópico seco.

VII. BIBLIOGRAFÍAS.

- ARCHER, E. 1982. Arboles del Parque Deininger. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 320 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 342 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA/DANIDA. 1995. Curso Nacional sobre Identificación, Selección y Manejo de fuente semilleras. La Leona, León, Nicaragua. 110 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central. Turrialba, Costa Rica. 219 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Teca. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. 46 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA/DANIDA. 1995. Curso Nacional sobre Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. La Leona, León, Nicaragua. 110 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Aripín. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. 46 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1997. Teca. Nota Técnica. Turrialba, Costa Rica.
- CENTRO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BANCO DE SEMILLAS FORESTALES. 1994. Pinus de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 60 p.
- CENTRO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BANCO DE SEMILLAS FORESTALES. 1994. Estrategia de Mejoramiento Genético y Conservación Forestal. León, Nicaragua. 47 p.
- CENTRO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BANCO DE SEMILLAS FORESTALES. 1996. Informe de establecimiento de ensayo de 36 especies forestales en Azul, La Leona; León. 10 p.
- GEIFUS, F. 1989. El árbol al servicio del agricultor: Manual Agroforestería para el desarrollo rural. Vol. I- Santo Domingo, República Dominicana. 778 p.
- GEIFUS, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: Manual Agroforestería para el desarrollo rural. Vol. II- Turrialba, Costa Rica. 778 p.

- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José Costa Rica: IICA, 216 p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1992. Árboles forestales útiles para su propagación. Managua, Nicaragua. 262 p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1992. Servicio Forestal. *Cassia siamea*. Nota técnica. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1993. Servicio Forestal. *Cordia alliodora*. Nota técnica. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1993. Servicio Forestal. *Azadirachata indica*. Nota técnica. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1993. Servicio Forestal. *Enterolobium cyclocarpum*. Nota técnica. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. 1993. Servicio Forestal. *Gmelina arborea*. Nota técnica. Managua, Nicaragua.
- INSTITUTO TECNICO FORESTAL. 1993. Manual Técnico Forestal/INTECFOR IRENA, UNA - Managua, INTECFOR/INATEC. 250 p.
- JIMENEZ, Q. 1993. Árboles maderables en peligro de extinción en Costa Rica. INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad) San José, Costa Rica. 216p.
- MENBREÑO J. 1996. Tesis "Evaluación de 11 especies y 24 variedades de *Leucaena* a los 12 y 18 meses de establecidas, en cuatro sitios de Nicaragua". 73 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. 1996. Especies para reforestación en Nicaragua. Editorial Hispamer. Managua, Nicaragua. 185 p.
- OXFORD FOREST INSTITUTE. 1992. Wood Biomass Estimation of Central American Dry Zone Species. Gran Bretaña, Inglaterra. 83 p.
- OXFORD FOREST INSTITUTE. 1993. The OFI *Leucaena* Seed Collections and a Synopsis of Especies Characteristics. 117 p.
- OTAROLA, A. 1983. Energía renovable: Guía de la Investigación Forestal en Nicaragua. Managua, Instituto Nicaraguense de recursos Naturales y el Ambiente. 141 p.

- RAVENSBECK, L. 1992. Informe de recolección de semillas del bosque seco, León, Nicaragua. 3 p.
- RAMOS, R. 1988. Catálogo de 100 especies forestales de Honduras. Primera Edición. Siguatepeque, Honduras. 216 p.
- SALAS, J. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), Managua, Nicaragua. 388 p.
- VARELA, D. 1990. Tesis "Comportamiento de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* bajo el sistema de cultivo en callejones en condiciones el Recreo". Bosque Tropical Húmedo. 57 p.
- WELLENBORN, H. 1987. Evaluation of an international series of *Gmelina* provenance trial. Danida Forest Seed Center. 110 p

VIII. ANEXOS

Anexo 1A. CODIGOS DE ESPECIES

	NOMBRES DE ESPECIES	CODIGOS
1-	<i>Albizia saman</i>	ALSA
2-	<i>Azadirachta indica</i>	NIM
3-	<i>Albizia guachapele</i>	ALGU
4-	<i>Albizia caribaea</i>	ALCA
5-	<i>Bombacopsis quinata</i>	BOMB
6-	<i>Caesalpinia vesicaria</i>	CVES
7-	<i>Cassia siamea</i>	CASI
8-	<i>Cassia grandis</i>	CAGR
9-	<i>Cordia alliodora</i>	CORD
10-	<i>Caesalpinia velutina</i>	CAVE
11-	<i>Caesalpinia exostemona</i>	CAEX
12-	<i>Cedrela odorata</i>	CEDR
13-	<i>Dalbergia retusa</i>	DARE
14-	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	ECAM
15-	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	ECCL
16-	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	ECTE
17-	<i>Eucalyptus citriodora</i>	ECCI
18-	<i>Gliricidia sepium</i>	GLIR
19-	<i>Gmelina arborea</i>	GMEL
20-	<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUAZ
21-	<i>Lysiloma kellermannii</i>	LISY
22-	<i>Leucaena leucocephala</i>	LELE
23-	<i>Leucaena salvadorensis</i>	LESA
24-	<i>Moringa oleifera</i>	MORO
25-	<i>Parkinsonia aculeata</i>	PARK
26-	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	PLAT
27-	<i>Swietenia humilis</i>	SWIE
28-	<i>Simarouba glauca</i>	SIMA
29-	<i>Tabebuia rosea</i>	TARO
30-	<i>Tectona grandis</i>	TECA

Anexo 1B. Analisis de Varianza para la variable sobrevivencia a los 4 años de edad, sitio Azul-La Leona.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Bloque	1	224.27	224.27	2.53 NS
Especie	29	9548.33	329.25	3.72 *
Error	29	2568.73	88.58	
Total	59	12341.33		

NS: no significativo al 5%.

Anexo 2B. Porcentajes Promedios de sobrevivencia por especie, a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Especies	Sobrevivencia (%)	Categoría
<i>Tabebuia rosea</i>	100	a
<i>Albizia saman</i>	100	a
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	100	a
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	100	a
<i>Azadirachta indica</i>	100	a
<i>Glinicidia sepium</i>	100	a
<i>Gmelina arborea</i>	100	a
<i>Cassia siamea</i>	99	a
<i>Guazuma ulmifolia</i>	99	a
<i>Lysitoma kellermannii</i>	99	a
<i>Albizia guachapote</i>	99	a
<i>Swietenia humilis</i>	97	a
<i>Cassia grandis</i>	97	a
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	97	a
<i>Leucaena leucocephala</i>	97	a
<i>Moringa oleifera</i>	95	a
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	95	a
<i>Cordia alliodora</i>	92	a
<i>Caesalpinia velutina</i>	88	a
<i>Leucaena salvadorensis</i>	87	a
<i>Albizia caribaea</i>	85	a
<i>Parkinsonia aculeata</i>	85	a
<i>Caesalpinia exostemona</i>	83	a
<i>Delbergia retusa</i>	83	a
<i>Simarouba glauca</i>	81	a
<i>Platymiscium plerostachyum</i>	78	a
<i>Tectona grandis</i>	78	a
<i>Bombacopsis quinata</i>	78	a
<i>Eucalyptus citriodora</i>	54	b
<i>Cedrela odorata</i>	51	b

Medias con la misma letra no son, significativamente diferente al 5% prueba Duncan.

Anexo 5B. Análisis de Varianza para la variable diámetro basal a 30 cms de altura a los 4 años de edad, sitio Azul-La Leona.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Bloque	1	43.622	43.622	14.51*
Especie	29	379.801	13.097	4.36*
Error	29	87.159	3.005	
Total	59	510.583		

Estadísticamente significativo al 5%.

Anexo 6B. Promedios de diámetro por especie, a los 4 años de edad, sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Especies	Diámetro (30cm).	Categoría
<i>Moringa oleifera</i>	15.39	a
<i>Albizia guachapele</i>	14.87	ab
<i>Gmelina arborea</i>	14.23	abc
<i>Cedrela odorata</i>	14.00	abcd
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	11.89	abcde
<i>Guazuma ulmitolia</i>	11.76	abcdef
<i>Azadirachta indica</i>	11.64	abcdefg
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	11.60	abcdefgh
<i>Bombacopsis quinata</i>	11.22	abcdefghi
<i>Leucaena salvadorensis</i>	10.47	abcdefghij
<i>Tectona grandis</i>	10.35	bcdefghij
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10.29	bcdefghij
<i>Cassia siamea</i>	10.26	bcdefghij
<i>Caesalpinia exostemona</i>	10.07	bcdefghij
<i>Gliricidia sepium</i>	9.84	bcdefghij
<i>Eucalyptus citriodora</i>	9.59	cdefghij
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.57	cdefghij
<i>Dalbergia retusa</i>	9.46	cdefghij
<i>caesalpinia velutina</i>	9.22	cdefghij
<i>Cordia alliodora</i>	9.07	defghij
<i>Lysiloma kellerianii</i>	9.00	defghij
<i>Cassia grandis</i>	8.41	efghij
<i>Smilax humilis</i>	8.14	efghij
<i>Albizia saman</i>	7.81	efghij
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	7.40	efghij
<i>Tabebuia rosea</i>	7.39	efghij
<i>Albizia caribaea</i>	6.77	efghij
<i>Simarouba glauca</i>	6.44	ij
<i>Playmisiacium plerostachyum</i>	5.63	j
<i>Parkinsonia aculeata</i>	5.54	j

Medias con la misma letra no son, significativamente diferente al 5% prueba Duncan.

Anexo 7B. Análisis de Varianza para la variable producción de biomasa seca del árbol promedio a los 4 años de edad sitio Azul-La Leona.

fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Bloque	1	135.33	135.33	7.82*
Especie	29	4813.41	165.98	9.59*
Error	29	502.04	17.31	
Total	59	5450.78		

Estadísticamente significativo al 5%.

Anexo 8B. Promedios de biomasa seca del árbol promedio por especie, a los 4 años de edad sitio Azul, La Leona, León, 1996.

Especies	Biomasa seca Kgs.	Categoría
<i>Moringa oleifera</i>	48.58	a
<i>Leucaena salvadorensis</i>	32.90	ab
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	30.19	abc
<i>Caesalpinia exostemona</i>	29.77	abcd
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	28.14	abcde
<i>Azadirachta indica</i>	26.32	bcdef
<i>Gmelina arborea</i>	24.84	bcdefg
<i>Cassia siamea</i>	24.54	cdefgh
<i>Lysitoma kellermannii</i>	23.38	cdefghi
<i>Leucaena leucocephala</i>	22.35	cdefgij
<i>Caesalpinia velutina</i>	21.78	cdefghijk
<i>Glicidía sepium</i>	21.05	cdefghijkl
<i>Eucalyptus citriodora</i>	20.34	cdefghijklm
<i>Guazuma ulmifolia</i>	18.35	efghijklmn
<i>Albizia guachapala</i>	18.30	efghijklmno
<i>Dalbergia retusa</i>	18.28	efghijklmnop
<i>Cassia grandis</i>	16.99	efghijklmnopq
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	15.93	fghijklmnopq
<i>Cedrela odorata</i>	15.69	fghijklmnopqr
<i>Bombacopsis quinata</i>	10.99	klmnopqr
<i>Tectona grandis</i>	10.55	lmnopqr
<i>Albizia caribaea</i>	9.97	mnpopqr
<i>Albizia saman</i>	9.45	nnpopqr
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	9.21	nnpopqr
<i>Swietenia humilis</i>	9.10	nnpopqr
<i>Tabebuia rosea</i>	7.23	nnpopqr
<i>Cordia alliodora</i>	6.57	pqr
<i>Parkinsonia aculeata</i>	5.85	qr
<i>Platymiscium plerostachyum</i>	5.64	qr
<i>Simarouba glauca</i>	4.58	r

Medias con la misma letra no son, significativamente diferente al 5%.

prueba Duncan