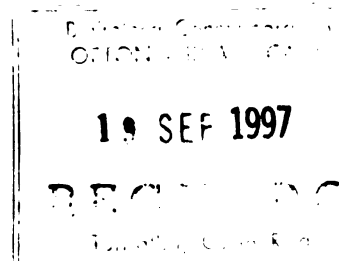


Serie Técnica
Informe Técnico No 292



**“ RESULTADOS DE 10 AÑOS DE INVESTIGACION
SILVICULTURAL DEL PROYECTO MADELEÑA EN
NICARAGUA**

Editor:
Luis A. Ugalde Arias

Redactores:
Augusto Otárola Toscano
Alejandro Sequeira Mondragón
Nicolás Díaz Alvarado
Bernardo Lanuza Rodríguez
Fátima Calero Sequeira

CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Turrialba, Costa Rica, 1997

CATIE
ST
IT-292

El CATIE es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de postgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

MADELEÑA fue un proyecto de investigación, capacitación y diseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Fue financiado por AID/ROCAP y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador y DIGEBOS de Guatemala, con la coordinación regional del CATIE.

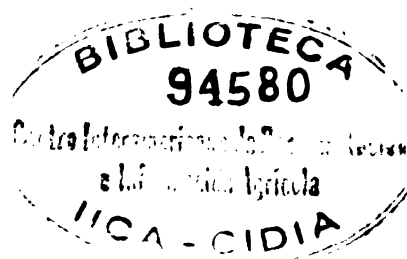
© 1997 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

634.95097285

R436 Resultados de 10 años de investigación silvicultural del Proyecto MADELEÑA en Nicaragua / redactores : Otárola Toscano, Augusto ... [et al.] ; ed. : Luis A. Ugalde Arias. -- Turrialba, C. R. : CATIE : Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 1997
158 p. ; 27 cm. -- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 292)

ISBN 9977-57-279-8

1. Silvicultura - Investigación - Nicaragua 2. Proyecto MADELEÑA - Investigación - Nicaragua I. Otárola Toscano, Augusto. II. Ugalde Arias, Luis A., ed. III. CATIE IV. Nicaragua. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales V. Título VI. Serie



CONTENIDO

	Página.
Presentación	vii
Agradecimiento	viii
INTRODUCCION	1
Antecedentes.....	1
Situación Forestal de Nicaragua	1
Objetivo del documento	2
Selección de Sitios para la Investigación.....	3
Ensayos y Parcelas Establecidas	5
Especies Ensayadas	5
Análisis de la Información	7
Bibliografía.....	8
Especies prioritarias	9
<i>Leucaena leucocephala</i>	9
Descripción botánica y ecológica	9
Requerimientos ambientales.....	9
Características y usos de la especie	10
Silvicultura	11
Sitios y experimentos analizados.....	13
Resultados y discusión	17
Experiencia en espaciamientos.....	25
Conclusiones	26
Recomendaciones	26
Bibliografía.....	27
Anexo	29
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	33
Descripción botánica y ecológica	33
Requerimientos ambientales.....	33
Características y usos de la especie	35
Silvicultura	36
Sitios y experimentos analizados.....	39
Resultados y discusión	42
Parcelas de crecimiento	49
Conclusiones.....	56
Recomendaciones	57
Bibliografía.....	58
Anexo	59
<i>Gliricidia sepium</i>	63
Descripción botánica y ecológica.....	63
Requerimientos ambientales.....	63
Características y usos de la especie	64
Silvicultura	64
Sitios y experimentos analizados.....	69
Ensayos de manejo de rebrotes.....	69
Ensayos de espaciamientos.....	71
Ensayos de tipo de corte	72
Ensayos de tipos de planta.....	73
Conclusiones	75
Recomendaciones	75
Bibliografía.....	75
Anexo	77

<i>Lysiloma seemannii</i>	81
Descripción botánica y ecológica.....	81
Requerimientos ambientales.....	81
Características y usos de la especie.....	81
Silvicultura.....	82
Sitios y experimentos establecidos.....	82
Resultados de crecimiento.....	84
Conclusiones.....	86
Recomendaciones.....	86
Bibliografía.....	86
Anexo.....	87
<i>Eucalyptus urophylla</i>	91
Descripción botánica y ecológica.....	91
Requerimientos ambientales.....	91
Características y usos de la especie.....	92
Silvicultura.....	92
Sitios y experimentos analizados.....	92
Resultados de crecimiento.....	92
Conclusiones.....	95
Recomendaciones.....	95
Bibliografía.....	95
<i>Cassia siamea</i>	96
Descripción botánica y ecológica.....	96
Requerimientos ambientales.....	96
Características y usos de la especie.....	96
Silvicultura.....	97
Sitios y experimentos analizados.....	98
Resultados de crecimiento.....	99
Conclusiones.....	101
Recomendaciones.....	101
Bibliografía.....	101
<i>Azadirachta indica</i>	103
Descripción botánica y ecológica.....	103
Requerimientos ambientales.....	103
Características y usos de la especie.....	104
Silvicultura.....	105
Sitios y ensayos analizados.....	107
Resultados de crecimiento.....	108
Conclusiones y recomendaciones.....	111
Bibliografía.....	112
<i>Gmelina arborea</i>	113
Descripción botánica y ecológica.....	113
Requerimientos ambientales.....	113
Características y usos de la especie.....	114
Silvicultura.....	115
Sitios y ensayos analizados.....	117
Resultados de crecimiento.....	118
Conclusiones y recomendaciones.....	121
Bibliografía.....	122

<i>Simaruba glauca</i>	123
Descripción botánica y ecológica	123
Requerimientos ambientales.....	123
Características y usos de la especie	124
Silvicultura	124
Sitios y experimentos analizados.....	125
Resultados de crecimiento	126
Conclusiones	128
Recomendaciones	128
Bibliografía	129
Anexo.....	131
<i>Tectona grandis</i>	135
Descripción botánica y ecológica	135
Requerimientos ambientales.....	135
Características y usos de la especie	136
Silvicultura	137
Sitios y experimentos analizados.....	139
Resultados de crecimiento	140
Conclusiones y recomendaciones.....	142
Bibliografía	143
Especies con Potencial	145
<i>Casuarina equisetifolia</i>	145
Descripción botánica y ecológica	145
Requerimientos ambientales.....	146
Características y usos	146
Sitios ensayados.....	147
<i>Caesalpinia velutinas</i>	149
Descripción botánica y ecológica	149
Requerimientos ambientales.....	149
Características y usos	150
Plagas y enfermedades.....	150
Sitios ensayados.....	151
<i>Calliandra calothyrsus</i>	153
Descripción botánica y ecológica	153
Requerimientos ambientales.....	153
Características y usos de la especie	153
Sitios ensayados.....	154
<i>Delonix regia</i>	155
Descripción botánica y ecológica	155
Características y usos	155
Sitios ensayados.....	155
<i>Tecoma stans</i>	157
Descripción botánica y ecológica	157
<i>Pithecellobium saman</i>	159
Descripción botánica y ecológica	159
Requerimientos ambientales.....	159
Características y usos de la especie	159
Sitios analizados	160
<i>Tabebuia rosea</i>	161
Descripción botánica y ecológica	161
Requerimientos ambientales.....	161

Características y usos de la especie	161
Sitios ensayados.....	162
<i>Eucalyptus citriodora</i>	163
Descripción botánica y ecológica	163
Requerimientos ambientales.....	163
Características y usos de la especie	164
Sitios ensayados.....	164
<i>Eucalyptus deglupta</i>	165
Descripción botánica y ecológica	165
Requerimientos ambientales.....	165
Sitios ensayados.....	166
<i>Eucalyptus pellita</i>	167
Descripción botánica y ecológica.....	167
Requerimientos ambientales.....	167
Características y usos de la especie	168
Sitios ensayados.....	168
<i>Eucalyptus robusta</i>	169
Descripción botánica y ecológica.....	169
Requerimientos ambientales.....	169
Sitios ensayados.....	169
<i>Eucalyptus torreliana</i>	170
Descripción botánica y ecológica.....	170
Requerimientos ambientales.....	170
Sitios ensayados.....	170
Resultados de otras evaluaciones	171
Conclusiones	173
Bibliografía	174

PRESENTACION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en conjunto con las instituciones forestales y de recursos naturales de los países de América Central, y con el apoyo financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), implementó entre los años 1980 y 1995 el proyecto conocido como LEÑA y luego como MADELEÑA.

Durante este periodo se trabajó ampliamente en la investigación silvicultural de especies de rápido crecimiento y su adaptación a diferentes ecosistemas, donde fueron establecidos a lo largo de la región. Se conoció el comportamiento inicial, las posibilidades de adopción masiva de su cultivo, la satisfacción de múltiples necesidades de productos forestales a nivel rural y los aspectos socio-económicos claves para propiciar la cultura de plantaciones en el istmo.

Este documento presenta un resumen de los resultados más sobresalientes de las investigaciones realizadas por el Proyecto Madeleña en cada uno de los países donde desarrolló sus actividades. La presentación de este resumen incluye las principales especies ensayadas en cada país, que difieren según su adaptación y la aceptación por parte de los finqueros y agricultores, y aquellas especies que ofrecieron mejores resultados y que fueron las mejor aceptadas. En algunos casos, la información silvicultural sistematizada corresponde a especies introducidas pero que se desconocían sus patrones de crecimiento y adaptación en América Central. Por otro lado, se presentan datos sobre especies nativas a las que se les ha dado el seguimiento y con las que se han podido construir modelos de crecimiento muy útiles para su cultivo a nivel industrial.

La mayoría de la información aquí presentada se pueden encontrar en la base de datos del sistema MIRA (Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos) en el CATIE y en las instituciones nacionales forestales en los respectivos países.

Este documento pone al servicio de los técnicos, extensionistas, reforestadores e investigadores de los países miembros, los conocimientos generados por la investigación, contribuyendo de esta manera al desarrollo agropecuario y forestal sostenido de la Región.



Rubén Guevara Moncada
Director General

Agradecimiento

Para la realización de este estudio, se contó con la colaboración de varias personas. El editor y los redactores de este documento desean reconocer y agradecer el apoyo, en especial al coordinador del Proyecto MADELEÑA en Nicaragua M.Sc. Augusto Otárola, por su interés en el trabajo y su cooperación en la coordinación para realizar los talleres de trabajo, que permitieron el análisis y la redacción del documento; a las licenciadas Carolina Fuentes y Ana Lucía Pacheco; a la señorita Xochil Lanuza por su colaboración en la digitalización de la información. Al Proyecto de Investigación Agroforestal (MARENA-SAREC) por haber permitido que los ingenieros Bernardo Lanuza y Fátima Calero, personal que actualmente trabaja para ese proyecto, participaran en la redacción de este documento.

También, un agradecimiento muy especial, a todas aquellas personas que desde 1980 laboraron, apoyaron o participaron en el Proyecto Leña y Madeleña, quienes se esforzaron en el establecimiento de los ensayos y las parcelas. Principalmente a las siguientes personas: Miguel Reyes, Juan Francisco Delgadillo, Roberto Araquistain, Raquel Chavarría, Magaly Urbina, Humberto Bejarano, César Córdoba, Ramón Fonseca, José Miguel Montiel, Francisco Venegas, Edith Mendoza, Bernardo Lanuza, Roberto Obando y Gustavo Sandoval. Se agradece el apoyo de William Vásquez, Luis Meléndez y José Miguel Méndez por la revisión final del documento, así como a Elí Rodríguez por el apoyo en la edición.

Además, se extiende un especial agradecimiento, para todos aquellos agricultores dueños de los terrenos, que apoyaron y permitieron que el Proyecto Madeleña estableciera los ensayos y parcelas en sus propias fincas.

INTRODUCCION

Antecedentes

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con el apoyo financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), por medio de la Oficina Regional para Proyectos en América Central (ROCAP), inició desde 1980 la implementación del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía conocido como Proyecto LEÑA; a partir de 1985, se continuó con una segunda fase Cultivo de Árboles de Uso Múltiple conocida como MADELEÑA; a partir de 1986, se inició la tercera fase, Diseminación del Cultivo de Árboles de Uso Múltiple, conocida como proyecto MADELEÑA-3.

Durante las dos primeras fases de este Proyecto el enfoque principal fue la investigación silvicultural con especies de árboles de rápido crecimiento, en especial para producción de leña y otros usos, en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. El objetivo fue conocer el comportamiento inicial y posibilidades de adaptación de las especies en diferentes sitios en cada país, para incorporarlas a los sistemas de finca de los pequeños y medianos productores. Las actividades de investigación durante esas dos fases fueron ejecutadas mediante convenios de cooperación entre el CATIE y las instituciones nacionales de investigación forestal en cada uno de esos países. En el caso de Nicaragua, la investigación silvicultural se realizó con el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), que hoy es el Ministerio Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA), con apoyo del personal destacado en las oficinas regionales.

Situación forestal de Nicaragua

Los países de América Central han sufrido y siguen experimentando una alta tasa de deforestación. Entre los años 1963 y 1985, hubo una baja del 31,3% en el área boscosa, que fue considerada la mayor en la región de América Latina y el Caribe, que experimentó una baja global de 11,4%, en el mismo período (FAO, 1988). Según el "World Resources Report" de 1986, los bosques cerrados de América Central han tenido una tasa de deforestación de 2,2% (IIED/WRI, 1986). Este proceso de deforestación ha generado una serie de problemas en la región vinculados con el deterioro ambiental y la erosión de suelos, y ha provocado mayor escasez de los productos derivados de los árboles.

Nicaragua aún posee recursos forestales considerables, según el Plan de Acción Forestal (1991), 4.3 millones de hectáreas de la superficie total estaba cubierta de bosques en 1992, tanto de latifoliadas como de coníferas. Según Salas (1993), existen aproximadamente 4,500 especies de árboles y arbustos en la flora nicaragüense, de los cuales poco se sabe. Sin embargo, la situación actual del sector forestal de Nicaragua no guarda relación con su potencial verdadero. Según el PAF/NIC (1992), en las últimas décadas la cobertura boscosa se ha reducido de una manera alarmante. De las 8 millones de hectáreas de bosques que existieron en 1950, en la actualidad sólo queda un 50%. Esto ha ocurrido con una tasa de deforestación de alrededor de 100 000 ha por año. Con esta tendencia y si no se toman

medidas urgentes, se estima que los bosques productivos de latifoliadas remanentes pueden desaparecer dentro de los próximos 10 a 15 años.

La leña es un recurso energético de mucha importancia en Nicaragua. Según INE (1993), el 58.4% del consumo total de energía proviene de esa fuente, que a su vez, es obtenida de los bosques naturales. Ese alto consumo, ha provocado la degradación del recurso forestal. ECOTPAF (1991) estima que anualmente 100 000 ha de bosques se talan. El tipo de aprovechamiento en especial de los bosques secos, para la extracción de leña y el cambio de uso de la tierra, no asegura una producción forestal sostenible, provocando como resultado de esto, es crítica la situación de suministro de leña y otros productos forestales en la región del Pacífico, donde gran parte de la leña proviene de los bosques naturales secundarios. Varios estudios demuestran la importancia de la leña en Nicaragua (Van Buren, 1984; PAF-NIC, 1991-1992; MARENA/SFD/ASDI, 1994); esas investigaciones han puesto énfasis en el elevado valor económico de la leña como parte de la matriz energética del país y su incidencia en la balanza de pagos. Se estima que el consumo anual de leña en el país es de aproximadamente 1 800 000 tm

Según el Plan de Desarrollo Forestal de Nicaragua (SFN/IRENA, 1993), para 1995 se estima un consumo doméstico de leña equivalente de 2 503 000 a 2 878 000 tm; el consumo en las industrias alcanzaría 620 000 tm. Además, se ha estimado que las necesidades de madera con fines energéticos en el año 2000 serán, como mínimo, de 5 millones de m³, lo que sin duda revela la importancia de la leña a nivel nacional. A corto plazo, no se vislumbra una solución al alto consumo de leña, por lo que es necesario aumentar la disponibilidad de ella, vía plantaciones artificiales, que a la vez disminuirán la presión sobre los bosques naturales remanentes. Es necesario lograr el conocimiento y la tecnología apropiada sobre el cultivo y manejo de especies que reúnan excelentes cualidades para este fin y detectar los sitios apropiados para plantar las especies.

Los primeros esfuerzos por encontrar opciones viables para aumentar la disponibilidad de leña en Nicaragua, se iniciaron en 1980 con la implementación del proyecto LEÑA, cuyo objetivo fue la investigación silvicultural de especies de rápido crecimiento en diferentes condiciones de clima y suelo, especialmente en áreas críticas en cuanto a la demanda y el abastecimiento de leña. Entre 1980 y 1987 se establecen cerca de 215 experimentos, tanto con diseño estadístico como de parcelas individuales de crecimiento entre los cuales sobresalen los ensayos de espaciamiento, selección de especies, parcelas de crecimiento, rebrotes, fertilización, tipo de planta y control de maleza.

Objetivo de este documento

El objetivo principal de este documento es dar a conocer los resultados más sobresalientes de la investigación silvicultural realizada por el proyecto MADELEÑA en Nicaragua, durante los primeros 10 años de investigación. Se incluye información sobre las especies ensayadas y analizadas. La determinación de especies seleccionadas y consideradas como “principales” se hizo con base en la mayor cantidad de información disponible, en los experimentos establecidos y con base en los sitios estudiados. Para estas

especies seleccionadas como principales (primer grupo), la información se presenta en forma más detallada por especie. Un segundo grupo lo conforman aquellas especies con las que se han tenido buenos resultados en algunos sitios, según la investigación realizada por MADELEÑA u otros proyectos, pero requieren mayor investigación para su comprobación. Estas especies se presentan agrupadas en una sección separada, como especies “con potencial”.

Las restantes especies ensayadas no fueron incluidas en este trabajo, debido a que la información es muy escasa y requieren de mayor investigación para su comprobación y recomendación. Estas especies, al igual que otras no probadas, pero que tienen cierta importancia con base en otras experiencias en la región, se incluyen como “otras especies”. Debido a que para las especies más importantes hay bastante información y documentos individuales producidos por el Proyecto, la metodología seleccionada consistió en mostrar los resultados y conclusiones en forma resumida, como una compilación de toda la información generada por el Proyecto y disponible en las guías silviculturales, tesis, informes técnicos, informes internos, artículos del Boletín Silvoenergía, entre otras fuentes. Para la elaboración de rangos de crecimiento para las especies, se analizó toda la información almacenada en el Sistema de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos, conocido como sistema MIRA (Ugalde, 1988), el cual se encuentra operando en el Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente.

Como complemento a los resultados de la investigación de los proyectos LEÑA y MADELEÑA, se incluyen en este trabajo resultados y conclusiones interesantes de otros proyectos en Nicaragua, así como también experiencias de los técnicos que han trabajado con el proyecto, ejemplos de transferencia y adopción por productores, otros Proyectos y zonas donde se está reforestando a nivel de comunidad, cooperativas o en forma comercial. El presente trabajo se estructuró por secciones; los cuadros y figuras se enumeraron en forma serial en cada sección. El contenido y la interpretación de los resultados es responsabilidad de cada uno de los redactores que participaron en la elaboración de este documento.

Selección de sitios para la investigación

La selección de las áreas de trabajo se basó, principalmente, en el diagnóstico socioeconómico sobre el consumo de leña en fincas pequeñas de Nicaragua, que realizó el proyecto LEÑA (Jones y Otárola, 1981) y en las observaciones de campo de los técnicos, la disponibilidad de área para el establecimiento de los experimentos (en su mayoría en fincas privadas de productores y en menor número en estaciones experimentales), además de las posibilidades de apoyo por parte del personal en las oficinas regionales de IRENA. El estudio socioeconómico mostró que había finqueros interesados en plantar árboles en sus propias fincas, con varias finalidades; aunque éstos recolectan su propia leña, la presión del mercado se reflejó en una restricción del consumo familiar. El Cuadro 1 muestra los sitios de trabajo dentro de las regiones forestales de Nicaragua.

Un aspecto de mucha importancia, durante este proceso de la investigación, fue haber selección de productores denominados líderes por su interés y liderazgo en sus comunidades o grupos aledaños de productores, en relación con el interés de plantar árboles y dar mantenimiento a los experimentos con el apoyo del Proyecto. Con base en los estudios mencionados, está claro que el área más crítica en el abastecimiento de leña y otros productos forestales fue la Región Pacífica, en comparación con la zona Atlántica del país. Como en la mayoría de los países de América Central, esto coincide con las zonas de mayor presión demográfica, altos índices de deforestación y serios problemas de erosión, destrucción de las cuencas hidrográficas y contaminación del medio ambiente.

El Cuadro 1 muestra los 32 sitios experimentales donde se establecieron los diferentes tipos de experimentos; también presenta la localización y las características climáticas de los sitios seleccionados. La caracterización más detallada de las áreas seleccionadas, se hizo con el apoyo del estudio sobre áreas climáticas de América Central Dulin (1984).

Cuadro 1. Datos climáticos y de ubicación de los sitios de trabajo del Proyecto MADELEÑA-3 en Nicaragua.

Sitio	Nombre del sitio	Departamento	Altura (msnm)	Temperatura (°c)	Precipitación (mm)	Zona de vida
101	Acosasco	León	110	27.2	1541	bs-T
105	Manisa	León	98	27.9	2463	bh-T
109	El Gurú	León	40	27.9	1625	bs-T
110	La Chibola	León	40	26.7	1584	bs-T
111	Los Portillos	León	160	28.2	1641	bs-T
113	Tepealtepe	León	50	29.4	1640	bs-T
114	Inst. Vocacional	León	110	27.4	1559	bs-T
115	Col. E. Pérez	León	110	27.4	1559	bs-T
116	Sta Gertrudis		110	27.4	1559	bs-T
204	UCA	Managua	100	28.4	1261	bs-T
205	Sn Fco Libre	Managua	50	29.1	1143	bs-T
206	San Ramón	Managua	50	29.1	1143	bs-T
207	La Curva	Managua	250	24.8	785	bms-PT
209	DEAZUCAR	Managua	70	27.7	1131	bs-T
210	Km 17 UCA	Managua	215	26.8	1438	bs-T
301	Masaya	Rivas	40	28.3	1644	bs-T
302	Montemar	Rivas	70	26.9	1648	bs-T
303	El Amparo	Rivas	70	26.9	1648	bs-T
304	El Sesteo		70	26.9	1648	bs-T
504	Las Lajas	Matagalpa	640	25.5	1338	bs-T
506	Waswalí	Matagalpa	480	25.5	889	bms-PT
507	Proy. Semillero	Sébaco, Mtgp	420	27.6	886	bms-PT
508	El Naranjo	Sébaco, Mtgp	480	25.2	876	bms-PT
513	Granero Reg. M.	Sébaco, Mtgp	480	25.7	889	bms-PT
515	Las Vegas	Sébaco, Mtgp	480	25.7	889	bms-PT
516	Chagütillo	Sébaco, Mtgp	457	24.9	905	bms-PT
517	Est. Experiment	Sébaco, Mtgp	480	25.7	889	bms-PT
519	El Valle	Sébaco, Mtgp	480	25.7	889	bms-PT
520	El Zanjón	Sébaco, Mtgp	480	25.7	889	bms-PT
521	La Concepción	Matagalpa	480	24.9	905	bms-PT
522	San Isidro	Matagalpa	457	24.9	905	bms-PT
524	Carreta Quebrada San Roque	Sébaco, Mtgp	480	25.7	889	bms-PT

Ensayos y parcelas establecidos

Una vez seleccionados los sitios de trabajo, se procedió al establecimiento de los experimentos o ensayos. Se definieron dos tipos de experimentos, que tuvieron diseño estadístico (tratamientos y repeticiones), en su mayoría estos experimentos fueron establecidos con diseño experimental de bloques completos al azar o incompletos, con tres a cinco repeticiones, estos son conocidos como experimentos tipo D; los experimentos formados por una o un conjunto de parcelas permanentes de crecimiento, en muchos casos de diferentes edades, diferentes especies y sin repeticiones, son conocidos como experimentos tipo P.

El Cuadro 2 presenta en detalle la matriz de investigación forestal en Nicaragua. Se establecieron en total 245 experimentos con y sin diseño estadístico, incluyen 855 parcelas, con un total de 3423 mediciones de parcelas.

Especies ensayadas

La selección de las especies a ensayar se basó en varios aspectos, se realizaron (inventarios) en cada país sobre plantaciones existentes, en las que el Proyecto estableció parcelas temporales y en algunos casos permanentes, para evaluar el crecimiento de las especies, en el caso de Nicaragua esto se hizo a través del estudio de Gómez (1981). Esto permitió tener información básica sobre las experiencias en reforestación en el país, en relación a sitios y especies potenciales. Además, los estudios socioeconómicos en cada país identificaron una larga lista de especies más utilizadas y preferidas para leña y otros usos. La mayoría de las especies más utilizadas fueron especies nativas, como era de esperar, debido a que en su mayoría la leña se extraía de los bosques naturales primarios o secundarios.

Al inicio de este proceso de investigación en 1980, en los países de la región, las experiencias de reforestación eran escasas, básicamente existían solo pequeñas parcelas de reforestación y la investigación era mínima.

Debido a la necesidad urgente de producir leña en turnos cortos, se decidió comenzar con el establecimiento de experimentos y parcelas con especies de rápido crecimiento tanto nativas como exóticas. Durante el transcurso de la investigación se fueron incorporando otras especies de interés, con buena aceptabilidad por parte de los productores y con potencial de mercado para otros tipos de productos, adicionales a la leña. De acuerdo con la disponibilidad de semillas se establecieron ensayos con diseño estadístico o únicamente parcelas individuales de crecimiento.

En el caso de Nicaragua, se ensayaron alrededor de 35 especies en parcelas y ensayos. El Cuadro 2 muestra las 26 especies incluídas en este trabajo. Para la presentación de los resultados en este documento, se seleccionó un primer grupo de 10 especies consideradas como prioritarias, con base en la mayor cantidad de parcelas, ensayos y sitios estudiados (marcadas con asterisco en el cuadro). Un segundo grupo incluye las 16 especies con potencial, pero con menor investigación. En un tercer grupo (que no aparece en el cuadro), se

mencionan las especies con muy poca información pero que, con base en las pocas parcelas observadas en el campo, merecen ser consideradas en un programa futuro de investigación. Entre las especies más ensayadas dentro del primer grupo, destacan *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Gliricidia sepium*.

Cuadro 2. Matriz de investigación silvicultural en Nicaragua.

ESPECIES	PARCELAS			EXPERIMENTOS			TOTAL MEDICIONES
	P	D	TOTAL	P	D	TOTAL	
* <i>Leucaena leucocephala</i>	53	183	236	45	15	60	879
* <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	49	165	214	38	12	50	885
* <i>Gliricidia sepium</i>	18	109	127	14	12	26	568
* <i>Lysiloma seemanii</i>	4	35	39	4	9	13	146
* <i>Eucalyptus urophylla</i>	2	30	32	2	5	7	126
* <i>Cassia siamea</i>	2	22	24	2	6	8	85
* <i>Azadirachta indica</i>	15	4	19	13	1	14	68
* <i>Gmelina. arborea</i>	10	7	17	7	2	9	87
* <i>Simaruba glauca</i>	8	7	15	5	2	7	51
* <i>Tectona grandis</i>	4	9	13	4	2	6	58
<i>Casuarina equisetifolia</i>	4	19	23	4	5	9	87
<i>Calliandra calothyrsus</i>	1	14	15	1	4	5	72
<i>Delonix regia</i>	-	13	13	-	3	3	64
<i>Caesalpinia velutina</i>	-	12	12	-	3	3	56
<i>Tecoma stans</i>	2	10	12	2	3	5	45
<i>Pithecellobium saman</i>	2	-	2	2	-	2	5
<i>Tabebuia rosea</i>	4	5	9	3	1	4	23
<i>Colubrina ferruginosa</i>	1	-	1	1	-	1	1
<i>Pinus caribaea</i>	1	-	1	1	-	1	1
<i>Dalbergia retusa</i>	1	-	1	1	-	1	1
<i>Eucalyptus citriodora</i>	1	4	5	1	1	2	25
<i>Eucalyptus deglupta</i>	1	-	1	1	-	1	1
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	5	-	5	5	-	2	28
<i>Eucalyptus pellita</i>	-	16	16	-	1	1	48
<i>Eucalyptus robusta</i>	1	-	1	1	-	1	1
<i>Eucalyptus torreliana</i>	2	-	2	1	-	1	12
TOTAL	191	664	855	158	87	245	3423

P - Ensayos de parcelas sin diseño estadístico

D - Ensayos con diseño estadístico

* Especies principales

Análisis de la información

La información utilizada se obtuvo del sistema MIRA y se transfirió al programa estadístico SYSTAT, con el que se hicieron los cálculos de incrementos medios anuales para una fecha de medición seleccionada, que normalmente coincidió con la última o penúltima medición almacenada en MIRA. Con la elaboración de gráficos, se preparó una tabla de rangos de crecimiento por especie, con base en promedios por parcela utilizando el crecimiento medio anual en altura total (IMA-Altot) en metros. Esto permitió clasificar y comparar las parcelas con diferentes edades de medición.

Aunque, lógicamente, hay una tendencia del IMA en altura a reducirse a edades mayores, se utilizó esta variable como patrón de comparación debido a que la mayoría de las parcelas y experimentos se analizaron en los primeros años de crecimiento, en su mayoría con edades no mayores a los cinco años, grupo donde por lo general que crece más rápido, sin una disminución significativa del crecimiento. Además, se considera que la altura total tiende a estar, por lo general, menos afectada por la densidad y el espaciamiento inicial de la plantación, en comparación con el diámetro.

Se debe considerar que ésta es una clasificación preliminar por rangos de crecimiento, aplicable únicamente para plantaciones jóvenes, pero que proporciona una herramienta sencilla y práctica de comparación entre parcelas de diferentes edades. Esto podría ser útil para promotores o extensionistas, con el fin de evaluar sitios con base en el crecimiento inicial en altura de las plantaciones existentes. Es necesario reconocer que esto puede no ser lo más apropiado cuando no existe un buen manejo o en plantaciones de especies en las que se manejan las copas de los árboles. Por ejemplo, para regular la sombra con podas secuenciales o para aprovechar el follaje y ramas, la altura del árbol no sería la más apropiada para evaluar su tasa de crecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE-IRENA. 1990. Guía de visita a unidades demostrativas y unidades de investigación de especies de árboles de uso múltiple en Nicaragua. Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA). 33 p.
- DULIN, P.A. 1984. Areas climáticas análogas para especies productoras de leña en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 50. 41 p.
- GOMEZ LAZO, D.A. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 166 p.
- INE. 1993. Boletín del Balance Energético de Nicaragua. Departamento de Administración de la Demanda. Managua, Nicaragua.
- IRENA/ECOT/-PAF. 1992. Plan de Acción Forestal Nicaragua. Resumen Ejecutivo. Managua, Nicaragua. 20 p.
- IRENA/INE/ECOT-PAF. 1991. Programa Leña y Energía. Documento Base. Plan de Acción Forestal de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 228 p.
- JONES, J.R; OTAROLA T., A. 1981. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 69 p.
- MARENA/SFN/ASDI. 1994. Situación de leña en Nicaragua. Serie Aprovechamiento Forestal. Nota técnica No. 44. 12 p.
- OTAROLA, A.; DELGADILLO, F.J.; REYES, M. 1983. Energía Renovable: Guía de la investigación forestal en Nicaragua. Managua, Nicaragua. CATIE-IRENA. 143 p.
- SALAS, J. 1993. Árboles de Nicaragua. Servicio Forestal Nacional. IRENA. Managua, Nicaragua. 388 p.
- UGALDE, A.L. 1988. The MIRA management information system for fuelwood and multi-purpose tree species research in tropical areas. Presented at Workshop on Database Management Applications in Forestry Research. CATIE, Turrialba, Costa Rica, June 20-25, 1988. pp. 86-103.
- UGALDE, A.L., 1993. Manejo y análisis de información forestal con el Programa estadístico SYSTAT. Proyecto Diseminación del Cultivo de Árboles de Uso de Múltiple. MADELEÑA-3. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 51 p.
- VAN BUREN. 1984. El comercio de la leña en Nicaragua. IIED/CATIE/IRENA. p.

ESPECIES PRIORITARIAS

ESPECIE: *Leucaena leucocephala*

Redactor: Nicolás Díaz A.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit

Familia: Leguminosae (Mimosaceae)

Nombres comunes: leucaena, guaje

Origen y distribución natural

La leucaena es originaria de América Central, desde el Sur de México hasta Nicaragua. Ha sido introducida en las Antillas, las Islas Filipinas, Indonesia, Nueva Guinea, Malasia, Africa Oriental y Occidental (Pound y Martínez, 1983). En América Central se encuentran distintas variedades, clasificadas en tres tipos según su ámbito de crecimiento:

- La Hawaiana pequeña (5 metros de altura), originaria de Yucatán, México.
- La Salvadoreña, planta tipo árbol hasta 20 m, originaria de América Central.
- La Peruana, árboles que alcanzan hasta 15 m, de tronco corto y con bastantes ramas. El origen no está claramente definido.

Descripción de la especie

La Leucaena es una especie de crecimiento rápido y de uso múltiple; en términos generales es un árbol perenne, de copa ligeramente abierta y rala, con muchas ramas finas cuando crece aislado (Figura 1). Alcanza alturas diferentes de acuerdo a la variedad, así, es posible encontrar árboles desde 5 hasta 20 m. El diámetro puede alcanzar hasta 20 cm; el fuste usualmente es torcido y se bifurca a diferentes alturas. Las hojas son alternas, bipinadas, de 10 a 20 cm de largo, con cuatro a nueve pares de pinas y con una glándula al final del último par de pinas. Las flores son blancas y en forma de capítulos, con 100 a 180 flores. Los frutos son vainas de 2 cm de ancho y hasta 20 cm de largo de color verde cuando están tiernas y se tornan color café cuando maduran, usualmente poseen de 15 a 20 semillas (Juárez *et al*, 1993).

Las semillas son ligeramente elípticas, de 3 a 4 mm de ancho de color café brillante, según la variedad. El número de semillas puede variar de 18 000 a 26 000 por kilogramo (Lam. de Witt, 1961, citado por CATIE, 1991).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Es originaria de las tierras del interior del sur de México. En Nicaragua se encuentra mayormente en las tierras de la región del pacífico y de la región central en altitudes

comprendidas entre 5 y 1000 msnm. Se ha plantado para cortinas rompevientos, plantaciones energéticas, cultivo en callejones, bancos forrajeros y barreras vivas.

La temperatura óptima para el buen establecimiento de esta especie está entre 22 y 29°C.

La especie crece mejor en áreas cuya precipitación anual varía entre 600 y 2300 mm, con un período seco de 4 a 6 meses y en tierras bajas, principalmente por debajo de los 900 msnm (Juárez *et al*, 1993).

La mayoría de los investigadores concuerdan en que el pH debe estar por encima de 5.5 y el drenaje de moderado a bueno. La leucaena es tolerante a una amplia variedad de tipos de suelos y condiciones (Gray, 1965; Skerman, 1977; Hill, 1971). Tolerancia 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.

No tolera encharcamiento de agua, ni las temperaturas menores de 10°C y mayores de 40°C. Soporta escarcha ligera, pero no alta presencia de malezas ni suelos muy arcillosos (Pound y Martínez, 1983).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La leucaena es una especie que por su facilidad de manejo y diversidad de productos, puede ser utilizada para diferentes fines.

Produce leña y carbón, con un poder calórico de 18,600 KJ/kg. La madera tiene una densidad básica de 0.59 gr/cm³ y es difícil de secar (CATIE, 1984). Su albura es de color amarillo pálido, duramen amarillo, textura media, grano recto a entre cruzado, superficie poco lustrosa, olor poco característico, sabor no característico y de poco diámetro. Esta madera se puede utilizar para construcción rural, palos para escobas, mangos de herramientas, palas, picos, martillos, tableros de partículas y de fibras, puntales para minas, postes para cercas, pulpa para papel.

La especie se utiliza como sombra de cafetales nuevos, en las regiones de Granada y Carazo de Nicaragua, donde se plantan a 4 m x 4 m ó 5 m x 5 m, debido a su facilidad de fijar nitrógeno, fácil manejo y alta capacidad de rebrote.

Se utiliza como tutor para cultivos agrícolas, abonos verdes, cortinas rompevientos, cultivo en callejones, protección de suelos, sistemas silvopastoriles (banco de proteínas) y reforestación (Herrera y Morales, 1993).

Produce follaje de alta digestibilidad (60 a 70%) y contenido proteico entre 20 y 27 % para hojas y tallos tiernos. Se debe utilizar en una proporción no mayor del 30 al 40%, para evitar problemas de toxicidad (Medge, 1983; Patha y Patil, 1983 citadas en CATIE, 1991).

SILVICULTURA

Regeneración Natural

Es una planta que puede reproducirse fácilmente por regeneración natural cuando la semilla dispone de terrenos libres de competencia de malezas a plena exposición o con poca sombra lateral y sobre suelos no endurecidos. Las semillas germinan pocos días después de la apertura de los frutos, en presencia de humedad (lluvias, rocío, riego). En algunas plantaciones de esta especie es común encontrar abundante regeneración al inicio de la época de lluvias, la cual puede desaparecer por efecto de la sombra de las plantas adultas (CATIE, 1986).

Recolección de Semillas

En Centro América la época de floración se extiende desde agosto a octubre y la recolección puede realizarse desde finales de Noviembre, siendo más uniforme la producción en los meses de diciembre y enero. La recolección de semillas es relativamente fácil. Los frutos listos para cosechar, presentan una coloración café y el secado se realiza al sol, hasta que se abren y se desprenden las semilla. El número de semilla por Kg es de 18,000 (CATIE, 1984).

Producción en Viveros

Las semillas frescas no requieren de tratamientos pregerminativos, pero cuando se almacenan por más de un año, se sumergen por dos a tres minutos en agua 80°C y luego en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Luego se depositan de 1 a 2 semillas en bolsas de polietileno. El tiempo de germinación varía entre 7 y 15 días. Cuando las plantas alcanzan un tamaño de 30 a 40 cm de altura en 12 a 15 semanas, están listas para ser llevadas al campo. El riego se debe disminuir durante 2 ó 3 semanas antes del traslado para favorecer la rusticación de las plantas. Es conveniente realizar en el vivero una buena remoción de plantas, poda de raíces y una buena selección de las mejores (CATIE, 1991).

Establecimiento de la Plantación

Las labores que se realizan antes de establecer una plantación son: eliminación de maleza 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.

Preparación del suelo

Cuando hay problemas con suelos compactos o se quiere usar siembra directa, el terreno debe prepararse dependiendo de las posibilidades económicas. Un suelo bien labrado ayudará a la penetración de las raíces, filtración de agua, aireación del suelo antes de plantar, permitirá un semillero libre de malezas y le dará a las plantas un buen crecimiento.

Se recomiendan de 50 a 100 gramos de NPK (10-30-10) al momento de la plantación. Debido a que la *Leucaena* fija nitrógeno del aire a través de una relación simbiótica con hongos micorrizantes del suelo, no requiere gran demanda de fertilizante.

Se recomienda hacer dos aradas profundas, seguidas de un rastreo con disco para restringir el crecimiento de malezas. En terreno pedregoso o escarpado, los herbicidas o la quema son aconsejables para reducir la maleza. En todo caso se debe tener cuidado para evitar la erosión del suelo y si es necesario, se deben dejar la hierba o franjas de barbechos para aminorar cualquier arrastre del suelo.

Control de malezas

La especie es sensible a la competencia de malezas en las primeras etapas de desarrollo, por lo que es necesario dos o tres limpiezas por año, hasta cuando cierren las copas y haya control por efecto de la sombra. Las medidas para control de malezas se pueden agrupar de acuerdo a los siguiente clasificación:

- . **Deshierbe manual:** el deshierbe manual de un terreno, se puede justificar si hay una fuente de mano de obra barata y disponible.
- . **Control mecánico:** por medio de equipos mecánicos (chapodadora, gradas, etc.) puede ser un método efectivo particularmente para extensiones mayores de *Leucaena* como único cultivo.
- . **Control químico:** los herbicidas se pueden usar con malezas agresivas como algunas gramíneas, siempre que exista control, porque puede ser peligroso para los árboles y para las plantas.

Sistemas Agroforestales

Se asocia en cultivos en callejones, sistemas silvopastoriles, huertos caseros, bancos forrajeros, tutores y cercas vivas, cortinas rompevientos, etc. En Nicaragua hay experiencias interesantes a nivel experimental en Sistemas Agroforestales.

La *Leucaena* se promueve como una fuente de fertilizantes para los sistemas de abono verde y de cultivos de protección. Por otra parte, es un cultivo de alto rendimiento y cuando se cosecha, una gran cantidad de nutrientes se remueven (el follaje, contiene de 2.4 a 4.3 % de N; 0.2 a 0.4 % de P; 1.3 a 4.0 % de K; 0.8 a 2 % de Ca y 0.4 a 1.0 % de Mg) (Pound y Martínez, 1985). Bajo este sistema de cosecha acelerado, puede ser necesaria la fertilización posterior.

En bancos forrajeros necesita podarse a partir del segundo año de haberse plantado a una altura de 0,5 a 1,0 m.

Manejo del rodal

Cuando el objetivo es la producción de leña, se deja crecer hasta una altura aproximada de 8 a 10 m, de 3,5 a 4 años. El método recomendable de aprovechamiento es tala rasa y posteriormente realizar manejo de rebrotes. La *Leucaena* tiene excelente capacidad de rebrotes y pueden manejarse con 1, 2 y 3 rebrotes por tocón, con turnos de corta de 4 a 5 años.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En Nicaragua, se establecieron 60 experimentos en 21 sitios de estudio y se ubicaron en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya y Matagalpa. En Managua y León se presentaron los mayores desarrollos en altura con 13 m y 10.8 m a los 7 y 4.6 años. Igual para diámetro 9.6 cm y 9.3 cm, para Managua y León, entre los 5.7 y 4.6 años.

Las parcelas fueron establecidas a partir del año 1980 y evaluados para determinar el potencial de la especie en proyectos de investigación y forestación con fines energéticos.

La *Leucaena leucocephala* se ha plantado en muchos sitios de Nicaragua, con el objetivo de producir leña y forraje principalmente, además en cultivos en callejones, cortinas rompevientos, tutores, cercas vivas, huertos caseros y sistemas silvopastoriles.

Gómez (1981), en un estudio realizado en Nicaragua, confirma que es una de las especies que mejor comportamiento muestran en la zona del Pacífico (estación seca pronunciada).

La descripción del clima y otras variables de los sitios ensayados se presentan en el Cuadro 1. La Figura 1, muestra la localización de los sitios donde se establecieron ensayos y parcelas de *Leucaena leucocephala* en Nicaragua.

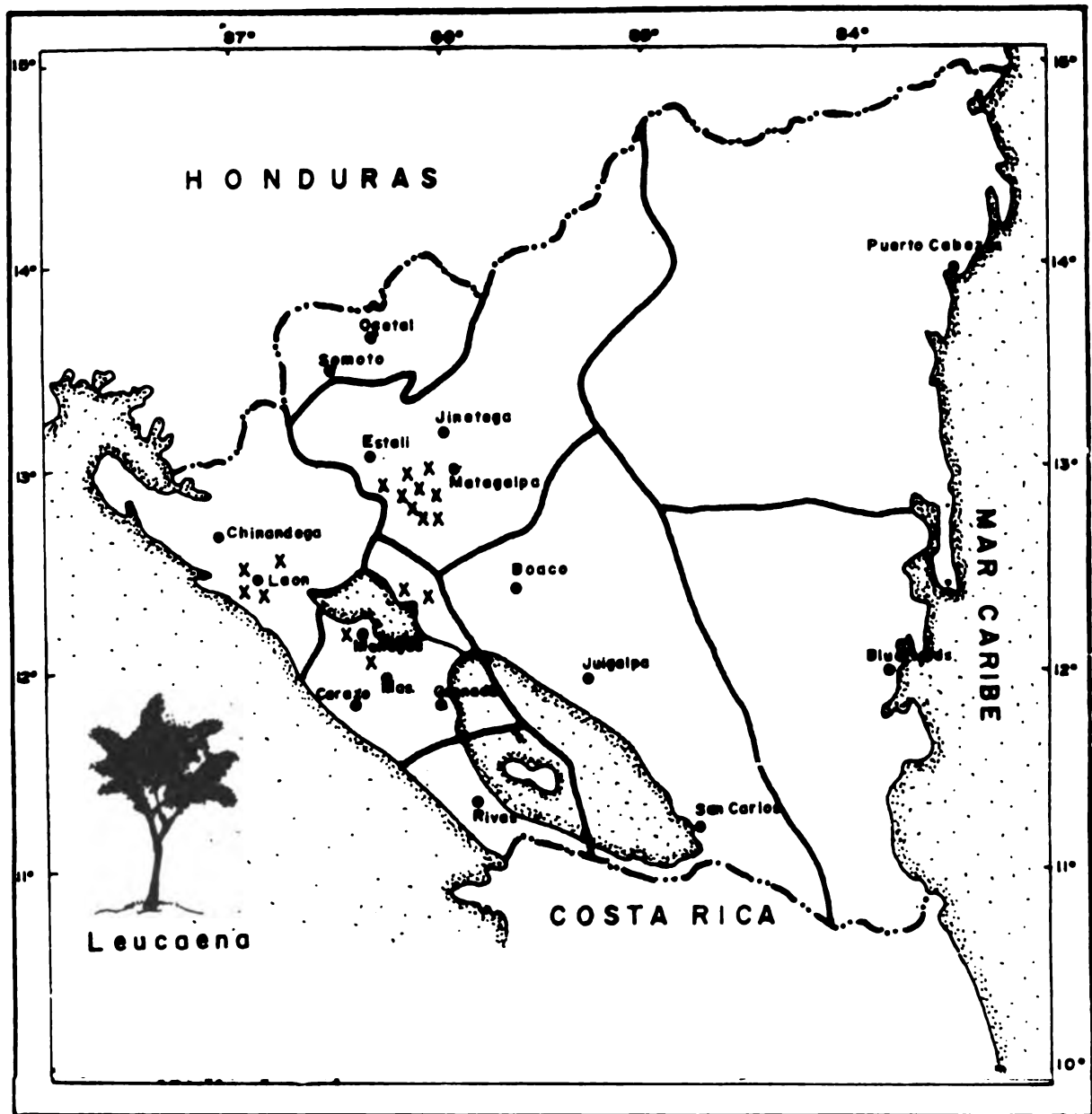


Figura 1. Sitios donde se ha ensayado con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) en Nicaragua.

Cuadro 1. Características climáticas de los sitios donde se establecieron los experimentos con *Leucaena leucocephala* en las regiones Pacífico y Central de Nicaragua.

SITIO	ALTITUD (msnm)	ZONA DE VIDA	PENDIENTE (%)	PRECIPITACION (mm)	UBICACION	TEMP. MEDIA ANUAL (°C)
109	40	bs-T	3	1623	Km. 76, carretera Managua, León.	27.9
110	110	bs-T	0	1584	Km. 20,5 La Paz Centro, La chibola, León.	26.7
113	50	bs-T	4	1640	1 Km antes del balneario Jiquilillo, Potosí, Chinandega.	29.4
114	110	bs-T	0	1559	León, Colegio Calasanz, camino a Poneloya.	27.4
115	110	bs-T	2	1559	Cementerio Guadalupe, León.	27.4
116	110	bs-T	1	1559	Santa Gertrudis, León.	27.4
204	100	bs-T	1	1261	Mateare, Km 22 carretera, Managua, León.	28.4
205	50	bs-T	< 15 >	1143	San Francisco Libre, Km 41 carretera Panamericana norte .	29.1
206	50	bs-T	4	1143	San Ramón.	29.1
209	70	bs-T	0	1131	Deazucar, Km 14 carretera Panamericana Norte, Tipitapa, Managua.	27.7
513	480	bms-PT	0	889	Sébaco, Las Vegas, Matagalpa.	25.7
515	480	bms-PT	0	889	Chagütillo, Sébaco, Matagalpa.	25.7
516	475	bms-PT	0	889	Empalme San Isidro, León - Matagalpa, Sébaco (Estación Experimental).	25.7
517	480	bms-PT	0	889	El Valle, Sébaco, Matagalpa.	25.7
519	480	bms-PT	0	889	El Zanjón, Comunidad Indígena de Matagalpa, Sébaco.	25.7
520	480	bms-PT	3	889	La Concepción, Sébaco, Matagalpa.	25.7
521	480	bms-PT	0	905	San Isidro, Sébaco, Matagalpa.	24.9
522	475	bms-PT	0	905	Carreta Quebrada, Sébaco, Matagalpa.	24.9
526	500	bs-ST	1	889	Chaguitillo 2, Sébaco, Matagalpa.	25.7

Los sitios son de bosques seco tropical, bosques muy seco premontano y bosques seco sub tropical. La precipitación varía entre 889 mm en Sébaco y 1240 mm en Chinandega. Durante el período lluvioso, hace presencia la canícula (sequía por un mes aproximadamente). La temperatura media anual varía entre 24.9°C y 29.1°C y la altitud va de 40 msnm a 500 msnm.

El cuadro 2, presenta los datos de las características generales de suelos en los diferentes sitios estudiados para leucaena en Nicaragua.

Cuadro 2. Características de los suelos donde se establecieron los experimentos con *Leucaena leucocephala* en Nicaragua.

NOMBRE DEL SITIO	TEXTURA	pH	M.O (%)	Ca (meq/100 ml suelos)	Mg(meq/ 100 ml suelos)	K (meq/100 ml suelos)	CIC (meq/100 ml suelos)
El Gurú (109)	FL	7.3 alto	6.1 alto	15.5 ópt.	5.8 ópt.	1.2 ópt.	37.5
	F	7.3 alto	4.7 ópt.	13.0 ópt.	3.8 ópt.	1.7 alto	29.5
La Chibola (110)	F	6.8 ópt.	2.2 bajo	14.0 ópt.	3.5 ópt.	1.8 alto	25.7
	Fa	6.6 ópt.	5.7 alto	13.0 ópt.	3.0 ópt.	1.5 alto	26.2
Sta Gertrudis (116)	F	7.0 alto	4.7 ópt.	13.0 ópt.	3.6 ópt.	1.7 alto	26.8
UCA-Mateare (204)	F	7.0 alto	3.8 ópt.	20.0 alto	5.3 ópt.	2.1 alto	37.5
Sn Fco Libre (205)	Fa	7.5 alto	3.6 ópt.	32.5 alto	6.8 ópt.	0.6 ópt.	47.1
Sn Ramón-SFLib(206)	AL	6.8 ópt.	3.7 ópt.	37.5 alto	12.3 alto	1.1 ópt.	61.0
Deazúcar (209)	FA	6.2 ópt.	4.1 ópt.	21.0 alto	5.3 ópt.	9.0 alto	43.3
	FAL	6.3 ópt.	3.2 ópt.	20.5 alto	8.3 ópt.	0.5 ópt.	45.5
Las Vegas, Séb(513)	FL	7.0 alto	3.2 ópt.	22.0 alto	6.8 ópt.	2.1 alto	48.2
Est.Exper.(516)	Fa	7.2 alto	0.5 bajo	13.0 ópt.	5.5 ópt.	0.7 ópt.	37.5
El Valle, Séb.(517)	F	8.0 alto	2.1 bajo	16.5 ópt.	5.2 ópt.	0.3 ópt.	49.2
La Concepción, Séb (520)	FA	6.5 ópt.	2.7 ópt.	18.5 ópt.	7.7 ópt.	1.2 ópt.	46.9
Sn Isidro, Séb (521)	FA	7.4 alto	4.1 ópt.	25.0 alto	7.4 ópt.	1.1 ópt.	42.3
Carreta Quebrada, Séb (522)	A	7.6 alto	2.2 bajo	26.5 alto	11.5 alto	0.8 ópt.	53.5
Chagüitillo, Séb (526)	FA	7.1 alto	3.2 ópt.	35.0 alto	10.4 alto	1.3 ópt.	57.3
Proy. Semillero, Séb (506)	FAL	7.2 alto	3.3 ópt.	16.0 ópt.	7.7 ópt.	1.0 ópt.	42.8

Ca : calcio

Mg : magnesio

K : potasio

CIC : capacidad intercambio catiónico

F: franco

L: limoso

A: arcilloso

a: arenoso

Suelos francos (F): los sitios El Gurú, La Chibola, Santa Gertrudis, UCA-Mateare y el Valle de Sébaco son suelos de textura franca, con pH de alto a óptimo, porcentaje de materia orgánica, de alto a óptimo con excepción del sitio el Valle de Sébaco que presenta baja presencia de materia orgánica, la presencia del Calcio va de alto a óptimo, el Magnesio es óptimo y el Potasio va de alto a óptimo en todos los suelos de esta textura.

Suelos franco arcillosos (FA): Los sitios San Francisco Libre, Deazúcar, San Isidro y La Concepción presentan textura franco arcillosa, alto a óptimo en pH, porcentaje de materia orgánica, Calcio, Magnesio y Potasio.

Suelos franco limosos (FL): el sitio (# 513) Las Vegas, Sébaco con textura franco limosos fue Las Vegas con pH alto, bajo porcentaje de materia orgánica, alto contenido para Calcio y Potasio, Magnesio óptimo.

Suelos franco arcilloso limoso (FAL): sólo dos sitios presentan esta textura, proyecto semillero en Sébaco y Deazúcar (este último presenta suelo muy heterogéneo entre rojo y negro), el pH es entre óptimo a alto, porcentaje de materia orgánica óptimo, contenido Calcio de alto-óptimo, Magnesio y Potasio óptimo solamente.

Suelos franco arenosos (Fa): dos sitios presentan esta textura (La Chibola en León y Estación Experimental en Sébaco). Las características de pH va de alto a óptimo, porcentaje de materia orgánica de alto a bajo, los elementos Calcio, Magnesio y Potasio son óptimos.

Suelos arcillosos (A): solamente un sitio presenta esta textura (Carreta Quebrada en Sébaco) con pH alto, porcentaje de materia orgánica óptimo, Calcio, Magnesio ambos altos y Potasio óptimo.

Suelos arcillosos limosos (AL): el sitio San Ramón de San Francisco Libre único con esta textura, pH óptimo, porcentaje de materia orgánica Potasio es óptima, Calcio y Magnesio de alto contenido.

Por naturaleza *Leucaena leucocephala* se enraiza profundamente. La mayoría de los suelos donde se plantó son profundos (>100 cm) a excepción de los sitios Deazúcar, Proyecto Semillero y San Francisco Libre (<40 cm) que presentan texturas franco arcilloso y arcilloso (A), las que podrían limitar el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

En Nicaragua se establecieron 60 experimentos de *Leucaena leucocephala* incluyendo 45 parcelas de crecimiento y 15 con diseño estadístico. En total se plantaron 236 parcelas en 21 sitios de la región del Pacífico y Central. En el Cuadro 3, se presentan los datos de crecimiento de esta especie en los sitios ensayados en Nicaragua.

Cuadro 3. Promedios de crecimiento de *Leucaena leucocephala* en diferentes sitios de la Región Pacífico y Central de Nicaragua.

NOMBRE	No. Sitio	No EXP	Tratamiento	Edad en (Meses)	Espaciamiento inicial (m)	Densidad Inicial (arb/ha)	Supervivencia (%)	Altura (m)		DCM (cm)	
								\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA
El Gurú	109	013L	E100x075	56	1.0x0.75	13333	81	6.7	1.45	4.9	1.06
	109	013L	E100X100	56	1.0x1.0	10000	95	8.3	1.80	5.9	1.28
	109	013L	E100X150	56	1.0x1.5	6666	89	8.4	1.80	6.7	1.45
	109	013L	E100X200	56	1.0x2.0	5000	76	8.8	1.91	6.6	1.43
	109	013L	E100X250	56	1.0x2.5	4000	94	6.2	1.34	5.3	1.15
	109	013L	E100X300	56	1.0x3.0	3472	61	8.0	1.73	8.1	1.76
Vivero Forestal, Sébaco, Matagalpa	506	017L	Crec.002	54	2.5x2.5	1600	31	1.5	0.33	-	-
UCA-Mateare, Managua	204	019L	Crec.001	95	2.0x1.0	5000	84	9.6	1.21	7.5	0.94
	204	019L	Crec.002	95	2.0x1.0	5000	88	9.8	1.20	6.9	0.87
	204	019L	Crec.003	95	2.0x2.0	2500	64	6.3	0.79	9.3	1.17
Las Vegas, Sébaco, Matagalpa	513	022L	Crec.001	53	2.0x1.0	5000	92	5.1	1.15	5.1	1.15
Las Vegas, Sébaco, Matagalpa	513	023L	Crec.001	53	2.0x1.0	5000	88	6.0	1.36	4.7	1.06
Instituto Vocacional, León	114	025L	Crec.001	6	2.0x2.0	2500	97	0.5	1.0	-	-
El Gurú, León	109	026L	Crec.005	56	2.0x2.0	2500	100	10.8	2.37	9.3	2.02
UCA-Mateare, Managua	204	027L	Crec.006	57	2.0x2.0	2500	82	7.4	1.57	7.9	1.68
Deazúcar, Managua	209	028L	E100X100	55	1.0X1.0	10000	89	7.2	1.60	4.4	0.97
	209	028L	E100X150	55	1.0X1.5	6666	89	7.9	1.75	5.3	1.17
	209	028L	E100X200	55	1.0X2.0	5000	88	7.5	1.66	5.7	1.26
	209	028L	E150X200	55	1.5X2.0	3333	97	8.3	1.84	6.8	1.51
	209	028L	E200X200	55	2.0X2.0	2500	100	8.9	1.97	7.7	1.71
Deazúcar, Managua	209	032L	E200x200	54	2.0x2.0	2500	97	8.8	1.95	8.5	1.88
Est. Exper. Sébaco, Matagalpa	516	033L	Crec.006	55	2.0x2.0	2500	47	5.5	1.22	7.5	1.66
La Chibola, León	110	037L	E100X050	40	1.0X0.50	20000	75	5.3	1.60	3.4	1.03
	110	037L	E100X100	40	1.0X1.0	10000	83	5.3	1.60	3.7	1.12
	110	037L	E100X150	40	1.0X1.50	6666	84	5.8	1.75	4.2	1.27
	110	037L	E200X200	40	2.0X2.0	2500	91	5.8	1.75	5.	1.51
La Chibola, León	110	038L	E100X033	32	1.0X0.33	30303	91	6.2	2.18	3.6	1.38
	110	038L	E100X050	32	1.0X0.50	20000	77	6.7	2.57	4.5	1.73
	110	038L	E100X100	32	1.0X1.0	10000	93	7.1	2.73	4.9	1.88
	110	038L	E100X200	32	1.0X2.0	5000	78	7.7	2.97	6.2	2.38
Deazúcar, Managua	209	039L	Crec.001	82	2.0x2.0	2500	71	8.8	1.29	7.6	1.11
Deazúcar, Managua	209	040L	Crec.001	82	2.0x2.0	2500	79	9.8	1.44	8.5	1.25
Deazúcar, Managua	209	041L	Crec.001	69	2.0x2.0	2500	54	6.6	1.15	7.0	1.22
Deazúcar, Managua	209	042L	Crec.001	82	2.0x2.0	2500	92	8.4	1.23	8.3	1.22
Deazúcar, Managua	209	043L	Crec.001	69	2.0x2.0	2500	71	5.4	0.94	6.7	1.17
Deazúcar, Managua	209	044L	Crec.001	82	2.0x2.0	2500	96	6.9	1.01	7.5	1.10
Deazúcar, Managua	209	045L	Crec.001	39	1.6x2.0	3125	24	6.0	1.87	7.0	2.18
Deazúcar, Managua	209	046L	Crec.001	82	1.6x2.0	3125	72	9.5	1.39	9.6	1.41
Deazúcar, Managua	209	047L	Crec.001	82	1.6x2.0	3125	96	9.3	1.36	8.1	1.19

Continúa Cuadro 3.

Deazúcar, Managua	209	048L	Crec.001	82	1.6x2.0	3125	72	7.1	1.04	6.2	0.91
Deazúcar, Managua	209	049L	Crec.001	69	1.6x2.0	3125	56	8.0	1.40	9.5	1.66
Deazúcar, Managua	209	050L	Crec.001	69	1.6x2.0	3125	40	8.1	1.42	8.8	1.54
Deazúcar, Managua	209	053L	E160X050	51	1.6X0.50	12500	72	6.3	1.50	4.5	1.07
	209	053L	E160X100	51	1.6X1.0	6250	72	5.3	1.26	4.4	1.04
	209	053L	E160X150	51	1.6X1.5	4166	75	5.5	1.30	4.9	1.16
	209	053L	E160X200	51	1.6X2.0	3125	71	6.5	1.54	6.0	1.42
	209	053L	E160X250	51	1.6X2.5	2500	72	6.6	1.57	6.4	1.52
UCA-Masaya	210	058L	Crec.001	57	2.0x1.0	5000	100	5.1	1.08	5.0	1.06
UCA, Mateare, Managua	204	062L	Crec.001	84	2.0x1.0	5000	80	13.1	1.87	9.4	1.34
	204	062L	Crec.002	56	2.0x1.0	5000	92	8.0	1.73	6.4	1.39
	204	062L	Crec.003	84	2.0x1.0	5000	84	9.6	1.37	7.	1.12
San Francisco Libre, Managua	205	070L	Crec.001	66	2.0x1.0	5000	66	5.4	0.98	5.9	1.07
	205	070L	Crec.002	66	2.0x1.0	5000	66	8.3	1.50	5.6	1.01
San Francisco Libre, Managua	205	075L	Crec.001	58	2.0x1.0	5000	58	5.1	1.06	4.1	0.85
San Ramón, San Francisco Libre, Managua	206	083L	Crec.001	53	2.0x1.0	5000	76	5.5	1.25	4.1	0.93
		083L	Crec.002	53	2.0x1.0	5000	100	7.2	1.63	5.2	1.18
San Ramón, San Francisco Libre, Managua	206	086L	Crec.001	17	1.5x3.0	2222	100	4.2	3.0	3.9	2.78
Colonia E. Pérez	115	105L	Crec.001	44	2.0x1.0	5000	92	9.0	2.5	6.7	1.86
Santa Gertrudis, León	116	107L	Crec.001	31	2.0x1.0	5000	100	6.9	2.76	5.5	2.2
Santa Gertrudis, León	116	108L	Crec.001	39	2.0x1.0	5000	80	4.6	1.43	4.2	1.31
Chagüitillo, Sébaco, Matagalpa	515	110L	Crec.001	63	2.0x1.0	5000	56	2.6	0.59	2.8	0.63
Chagüitillo, Sébaco, Matagalpa	515	114L	Crec.001	53	2.0x1.0	5000	80	2.0	0.45	-	-
Chagüitillo, Sébaco, Matagalpa	515	115L	Crec.001	53	2.0x1.0	5000	80	2.10	0.47	-	-
Est. Exp. Sébaco, Matagalpa	516	120L	Crec.001	58	2.0x1.0	5000	96	6.2	1.29	4.8	1.09
Est. Exp. Sébaco, Matagalpa	516	121L	Crec.001	58	2.0x1.0	5000	72	6.4	1.33	5.4	1.12
Est. Exp. Sébaco, Matagalpa	516	122L	Crec.001	58	2.0x1.0	5000	52	6.1	1.27	6.0	1.25
Est. Exp. Sébaco, Matagalpa	516	123L	Crec.001	33	2.0x1.0	5000	96	4.9	1.81	3.9	1.44
Est. Exp. Sébaco, Matagalpa	516	124L	Crec.001	58	2.0x1.0	5000	52	5.9	1.22	6.0	1.25
Carreta Quebrada, Matagalpa	522	135L	Crec.001	16	2.0x1.0	5000	48	1.1	0.84	-	-
La Concepción, Sébaco, Matagalpa	520	141L	Crec.001	45	2.0x1.0	5000	56	1.4	0.37	-	-
San Isidro, Sébaco, Matagalpa	521	145L	Crec.001	9	2.0x1.0	5000	92	0.2	0.28	-	-
El Zanjón, Sébaco, Matagalpa	519	150L	Crec.001	58	2.0x1.0	5000	100	1.9	0.39	4.4	0.91

Continúa Cuadro 3.

El Valle, Sébaco, Matagalpa	517	156L	Crec.001	9	1.0x1.0	10000	100	0.5	0.71	-	-
Tepecaltepe, Chinandega	113	158L	Crec.001	9	2.0x2.0	2500	96	2.3	3.28	-	-
UCA-Mateare, Managua	204	159L	Apro.003	71	1.0x1.0	10000	84	8.6	1.45	6.4	1.08
UCA-Mateare, Managua	204	160L	Crec.004	95	2.0x2.0	2500	76	9.8	1.24	8.3	1.05
UCA-Mateare, Managua	204	161L	Apro.005	24	2.0x2.0	2500	81	-	-	5.6	2.8
Deazúcar, Managua	209	164L	testigo	7	1.6x0.30	20833	59	2.4	4.0	1.6	2.6
	209	164L	1.04-G/P	7	1.6x0.30	20833	62	2.6	4.33	1.7	2.83
	209	164L	2.08-G/P	7	1.6x0.30	20833	50	2.4	4.0	1.6	2.6
	209	164L	4.16-G/P	7	1.6x0.30	20833	60	2.3	3.83	1.5	2.5
	209	164L	6.25-G/P	7	1.6x0.30	20833	60	2.5	4.16	1.7	2.83
El Gurú	109	173L	R0.5L/HA	7	2.0x2.0	2500	72	1.3	2.16	1.9	3.16
	109	173L	R1.0L/HA	7	2.0x2.0	2500	73	1.6	2.6	1.5	2.5
	109	173L	R1.5L/HA	7	2.0x2.0	2500	69	1.7	4.16	1.7	4.16
	109	173L	R2.0L/HA	7	2.0x2.0	2500	65	1.3	2.16	1.5	2.5
	109	173L	R2.5L/HA	7	2.0x2.0	2500	63	1.5	2.5	1.7	2.83
	109	173L	R3.0L/HA	7	2.0x2.0	2500	74	1.7	2.83	1.9	3.16
El Chagüite, Sébaco, Matagalpa	526	176L	Crec.008	46	2.0x2.0	2500	50	1.8	0.47	3.1	0.47
UCA-Mateare	204	177L	E100X100	43	1.0X1.0	10000	87	7.20	2.05	4.3	1.22
	204	177L	E100X150	43	1.0X1.5	6000	91	7.50	2.14	5.0	1.42
	204	177L	E100X200	43	1.0X2.0	5000	98	7.30	2.08	5.3	1.51
	204	177L	E150X200	43	1.5X2.0	3333	92	7.70	2.2	6.4	1.82
	204	177L	E200X200	43	2.0X2.0	2500	94	8.10	2.31	7.2	2.05
UCA	204	176L	Apro.006	23	1.0x2.0	5000	95	5.5	2.75	4.4	2.2
Las Vegas, Sébaco, Matagalpa	513	180L	Apro.002	24	2.0x1.0	5000	100	5.0	2.5	4.5	2.25
Las Vegas, Sébaco, Matagalpa	513	181L	Apro.002	26	2.0x1.0	5000	100	5.9	2.8	4.4	2.09
UCA-Mateare	204	187L	Crec.001	43	2.0x2.0	2500	84	8.2	2.29	6.7	1.81

Sobrevivencia

Los experimentos establecidos en los 21 sitios de las regiones del Pacífico y Central de Nicaragua, mostraron un promedio de sobrevivencia entre 24 a 100% en términos generales, en el rango de 0.6 a 7.9 años. El Cuadro 3, muestra que las diferentes condiciones de sitios no afecta la sobrevivencia, sin embargo, es importante indicar las regiones con los sitios que presentaron los mayores porcentajes de sobrevivencia (75%) fueron:

El Gurú, La Chibola, UCA-Masaya, UCA-Mateare, Deazúcar, Est. Experimental Sébaco, Colonia E. Pérez, Santa Gertrudis, San Ramón, Instituto Vocacional, en el período de 0.7 a 7.9 años; los de menores porcentajes: El Chagüite, Carreta Quebrada, La Concepción (Matagalpa), Est. Experimental, San Francisco Libre, Deazúcar, UCA-Mateare (Managua), con 25% entre 0.6 a 7.9 años. Se nota que la región Pacífico del país muestra las más altas sobrevivencias.

La baja sobrevivencia en estos sitios se debió en algunos casos a la baja precipitación y suelos compactados por el sobrepastoreo del ganado, tal es el caso en La Estación Exp. Sébaco, El Chagüite, La Concepción y Carreta Quebrada todos en Matagalpa, el mismo caso se presentó en los sitios de San Ramón y San Francisco Libre, en Managua. No así en los sitio de Sta. Gertrudis y Colonia Eugenio Pérez, donde esta especie fue atacada por plagas (algunos barrenadores y *Phyllophaga* sp). El sitio Instituto Vocacional, El Gurú, y La Chibola en León, fueron afectadas por el fuego y la intervención humana (cortadas), también UCA/Mateare, UCA/Masaya y Deazúcar, a todos estos sitios se les dio mantenimiento adecuado para su debida protección, pero las adversidades ambientales se hicieron presentes interfiriendo el seguimiento de los objetivos, para lo que fue establecido.

Crecimiento en altura total

Para los sitios bajo experimentación en Nicaragua, se observó un crecimiento inicial acelerado hasta los 45 meses (3.0 m a 3.4 m); a partir de esta edad, el crecimiento decrece hasta llegar a estabilizarse alrededor de los 3.75 años (Figura 1).

Estos resultados se atribuyen al alto número de árboles iniciales por hectárea entre los diferentes tratamientos y al rápido crecimiento de esta especie.

La mayores alturas fueron alcanzadas en los sitios:

- UCA-Mateare con 13.1 m a los 84 meses (7 años)
- El Gurú con 10.8 m a los 56 meses (4.6 años)
- UCA-Mateare con 9.8 m a los 95 meses (7.9 años)
- DEAZUCAR con 9.8 m a los 82 meses (6.8 años)
- Colonia E. Pérez con 9.0 m a los 44 meses (3.6 años)

Las menores alturas fueron alcanzadas en los sitios:

- La Concepción, Carreta Quebrada, El Zanjón, San Isidro, Sébaco, Matagalpa alrededor de 1.4 m a los 45 meses (3.7 años).

Los sitios restantes se caracterizan en poseer alturas que oscilan de 3.5 m a 8.9 m, consideradas aceptables para plantaciones energéticas.

Los mejores crecimientos se observan en suelos francos, franco-arenosos y franco-arcillosos (León y Managua). Los suelos ácidos y arcillosos con inundaciones periódicas limitan el crecimiento (Sébaco y parte Deazúcar).

IMA Altura

Los sitios fueron clasificados utilizando la siguiente escala:

Cuadro 4. Clasificación de la calidad de los sitios en los diferentes sitios donde se estableció *L. leucocephala* en Nicaragua.

Calidad de sitio	IMA - ALTOT (m)	Sitios
Alto	≥ 2.0	La Chibola, Colonia E. Pérez-León, Deazúcar, UCA-Mateare, El Gurú
Medio	1.1 - 1.9	Deazúcar, El Gurú, Mateare, La Chibola, San Ramón, Managua, Santa Gertrudiz, León, Estación Experimental, Sébaco, Las Vegas, Sébaco, Tepecaltepeque, Chinandega.
Bajo	≤ 1.0	San Francisco Libre, UCA-Mateare, Sébaco, Chaguitillo-Sébaco, Estación Experimental, Carreta Quebrada, Matagalpa, San Isidro, el Zanjón-Sébaco, El Valle, UCA-Mateare.

Los mayores IMA en altura se obtuvieron en:

- El Gurú, León a los 56 meses (4,6 años) con IMA 2,37 m/año.
- La Chibola, León, a los 32 meses (2,6 años) con un IMA de 2,97 m/año.
- Santa Gertrudis, León a los 17 meses (1,4 años) su IMA 3,0 m/año.
- San Ramón, Managua a los 43 meses (3,5 año) su IMA 2,75 m/año.
- Las Vegas, Sébaco a los 26 meses (2,1 años) su IMA 2,80 m/año.

Los menores IMAS en altura se alcanzaron en:

- Chaguitillo, Estación Experimental, Carreta Quebrada, San Isidro, El Zanjón, todos de Sébaco, Matagalpa a una edad entre 9 a 53 meses (0,7 y 4.4 años) con IMAs entre 0,28 a 0,84 m por año.
- San Francisco Libre, Managua a los 66 meses (5,5 años) con IMA's de 0,98 a 1,2 m/año.
- Los sitios restantes presentan un desarrollo en incremento de 1,1 hasta 2,2 m/año.

Crecimiento en Diámetro

Los resultados del crecimiento en diámetros para los sitios bajo experimentación en Nicaragua Cuadro 3, muestra un crecimiento inicial acelerado hasta los 45 meses (3.7 años) alcanzando 4,5 a 5,4 cm. A partir de esta edad el crecimiento decrece hasta estabilizarse alrededor de los 60 meses (5 años). Los mayores diámetros se localizan en los siguientes sitios:

- DEAZUCAR de 9,6 a 6,2 cm entre los 69 y 82 meses (5,7 y 6,8 años)
- UCA -Mateare de 9,4 a 6,4 cm entre los 56 y 84 meses (4,6 y 7 años)
- El Gurú de 9,3 a 6,6 cm a los 56 meses (4,6 años).

Los menores diámetros se alcanzaron en los sitios:

- Chagüitillo, Carreta Quebrada, Concepción, San Isidro, El Zanjón, Estación Experimental, Las Vegas todos en Sébaco, Matagalpa, entre 2,8 a 5,5 cm de 53 a 58 meses (4,4 y 4,8 años)
- La Chibola, León de 3,4 a 5,0 cm entre 32 a 40 meses (2,6 y 3,3 año).
- San Francisco Libre, Managua de 4,1 a 5,9 cm, entre 58 y 66 meses (4,8 y 5,5 año).

Los restantes sitios presentan diámetros que oscilan 5,9 a 6,4 cm, que no es malo, pero tampoco bueno, es aceptable en la población para la elaboración de energía a base de leña. En los espaciamientos menores, los fustes no desarrollan diámetros grandes; por lo que se reduce la posibilidad de utilizar otros productos como leña comercial, madera y postes. Aunque estas densidades pueden suplir palos de escoba, tutores para cultivos de hortalizas y forraje arbóreo, el mercado de estos últimos, es muy reducido. En estos casos se sugiere usar altas densidades (5000 árboles/ha) a nivel de finca de acuerdo a las necesidades de los productores.

En densidades menores se obtienen incrementos menores, pero con diámetros aceptables de 4 a 5 cm a los 3.3 años de edad. Por lo tanto, hay que definir los distanciamientos adecuados de la plantación, según los objetivos los productos que desee obtener. La producción de mayores diámetros requiere densidades menores (1600 árboles/ha o menos). En sistemas agroforestales se puede emplear densidades de entre 1200 a 2000 árboles/ha que permitan la producción de los cultivos asociados. El cuadro 5, presenta los espaciamientos de plantación recomendados según usos y productos. Los espaciamientos varían de acuerdo al tipo de producto esperado.

Cuadro 5. Uso y espaciamiento de leucaena según productos esperado (Juárez *et al*, 1993).

USO	DISTANCIAMIENTO (METROS)	DENSIDAD (ARBOL/HA)
Leña y carbón	2,0 x 2,0	2,500
	2,5 x 2,5	1,600
	3,0 x 3,0	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	
Cultivos en * callejones	0,5 - 0,5	

* En pendientes fuertes se requieren distanciamientos más cortos.

Para el IMA diámetro, los resultados son similares al IMA en altura, mostrando un buen crecimiento inicial en el lapso de 25 meses (1,6 año) de 2,5 a 3,0 cm/año. Después se observa tendencia a estabilizarse entre los 30 - 45 meses (2,5 - 3,7 años) a 1,5 cm/año. El Cuadro 4 muestra los sitios que obtuvieron los mayores IMA's.

Los sitios que obtuvieron mayores crecimientos (IMA):

- UCA-Mateare, Managua a los 24 meses (2 años) con 2,80 cm/año.
- San Ramón, Mateare, Managua a los 17 meses (1,6 años) con 2,78 cm/año.
- El Gurú, León a los 56 meses (4,6 años) con 2,08 cm/año.
- La Chibola, León a los 32 meses (2,6 años) con 2,38 cm/año.
- Las Vegas, Sébaco a los 24 meses (2,0 años) con 2,09 cm/año.
- DEAZUCAR, Managua a los 24 meses (2,0 años) con 2,18 cm/año.

A excepción de los ensayos de fertilización y control de maleza en DEAZUCAR y el Gurú, los incrementos medios anuales en DAP y altura a 7 meses de evaluados, fueron excelentes para ambos sitios.

Los sitios que obtuvieron los menores IMA's en diámetro fueron:

- Chagüitillo, Sébaco a los 46 meses (3,8 años) con 0,47 cm/año.
- DEAZUCAR, Managua a los 82 meses (6,8 años) con 0,91 cm/año.
- San Francisco Libre, Managua, a los 58 meses (4,8 años) con 0,85 cm/año.

Se hace mención de algunos sitios y sus resultados de sobrevivencia, como ejemplo:

- Chagüitillo, Sébaco con 80 % de sobrevivencia.
- Carreta Quebrada, Sébaco con 48 % de sobrevivencia a los 1.3 años.
- La Concepción, Sébaco con 56 % de sobrevivencia (3.7 años)
- El Valle, Sébaco con 100 % de sobrevivencia a los 0.7 años.
- Tepecaltepe, Chinandega con 96 % de sobrevivencia a los 0.7 años.
- Vivero Forestal, Sébaco con 31 % de sobrevivencia a los 4.5 años.
- Instituto Vocacional, León con 97 % de sobrevivencia a los 0.5 años.

Cinco de estos sitios ubicados en Sébaco, presentan la siguiente característica en suelos: pH, de alto a óptima, materia orgánica, de bajo a óptima, Ca, de alto a óptima, Magnesio, de alto a óptima y un óptimo Potasio. Se denota que la textura va de arcilloso (A) a Franco Arcilloso Limoso (FAL), presenta una precipitación media anual de 839 mm. La razón por la que no desarrollaron fue la baja precipitación y la falta de control de maleza.

En el sitio El Gurú, Departamento de León, se utilizaron seis dosis de glifosato, desde 0,5 hasta 3 lt/ha, sin encontrar diferencias en el crecimiento en altura, también demostró un buen desarrollo inicial (seis meses), un rango de 1,3 a 1,7 m. En todos los casos hubo control adecuado de las malezas. Por lo tanto, se recomienda utilizar la dosis más baja 0,5 l/ha de

glifosato, debido a que éste es el tratamiento más económico. Su aplicación tiene que efectuarse con cuidado porque este herbicida es sistémico, por lo tanto, representa riesgo al momento de su aplicación.

EXPERIENCIAS EN ESPACIAMIENTOS

Para seleccionar el espaciamiento adecuado, falta considerar las dimensiones de los productos de mercado actual y los costos de establecimiento. A mayores densidades, el costo de establecimiento de la plantación aumenta, a menos que se realice por siembra directa. Si se desea obtener leña con diámetros que satisfagan el mercado, se inicia con densidades menores de 5,000 árboles/ha.

Lanuzza (1995), analizó un ensayo de densidades de plantación en León, Nicaragua y sus resultados a los 3.3 años, muestran que la sobrevivencia y la altura, no fueron afectadas por los espaciamientos; pero si fue determinante en el crecimiento del diámetro, área basal y en el rendimiento de leña seca ($P < 0,05$). A esta misma edad (3.3 años), el crecimiento diamétrico alcanzó 5 cm en el espaciamiento 2 x 2 m y 3.5 cm en el 1 x 0.5 m. El área basal muestra 15 m²/ha en el espaciamiento 1 x 0.5 m, con una tendencia en disminuir hasta 4.4 m²/ha en el espaciamiento de 2 x 2 m.

La producción de leña por hectárea fue de 25 tm/ha en el espaciamiento 1 x 0.5 m y se reduce en densidades menores, hasta 8 tm/ha para 2 x 2 m. Si el objetivo de una plantación es leña, la recomendación básica es realizar el primer aprovechamiento después del tercer año y luego manejar los rebrotes.

En densidades altas es necesario realizar raleos después del segundo año de edad. En el espaciamiento menor (1 x 0.5 m) se logra el incremento máximo de 11 tm/ha a la edad de 1 año con diámetros menores de 2.2 cm, los que no satisfacen como leña comercial. En las densidades menores se obtienen incrementos menores, pero con diámetros aceptables de 4 a 5 cm a los 3.3 años de edad. Por lo tanto, hay que definir los distaciamientos adecuados de la plantación, según los objetivos y los productos que deseen obtener.

CONCLUSIONES

1. La sobrevivencia promedio para todos los sitios en general fue más del 80% hasta los 8 años.
2. Los mejores crecimientos en altura y diámetro correspondieron a los sitios UCA-Mateare, El Gurú, Deazúcar. También se mencionan algunos sitios con bajos crecimientos: Chagüitillo, Carreta Quebrada, La Concepción, El Valle, Vivero Forestal (todos en Sébaco), Tepecaltepe en Chinandega, Instituto Vocacional en León, San Francisco Libre y Deazúcar en Managua. Los factores que probablemente incidieron fueron: tierras muy compactadas del sobre pastoreo, suelos arcillosos, inundables, mala distribución de las lluvias, falta de mantenimiento (control de maleza).
3. Basados en los resultados se afirma que *Leucaena leucocephala*, es una especie con gran potencial para plantación en la región del Pacífico de Nicaragua, especialmente en la producción de biomasa, leña y para usar en sistemas agroforestales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación con ensayos de procedencias, control de malezas y fertilización.
2. Es recomendable impulsar un programa amplio de plantaciones para manejar con rebrotes por ser una de las especies más aceptada y preferida para leña en Nicaragua.
3. La selección del mejor espaciamiento (2.0 x 2.0 m), depende de los mercados existentes y de los costos de establecimiento y realizar análisis financieros para cada sitio y sistemas de plantación.
4. Si el objetivo de la plantación es para leña, la recomendación sería realizar el primer aprovechamiento después del tercer año y luego manejar los rebrotes.

BIBLIOGRAFIA

- ARGÜELLO, A. 1985. Estudio edafológico en sitios del Proyecto Leña. IRENA/CATIE, Managua, Nicaragua.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Resultados de cinco años de investigación. Serie técnica, Informe Técnico no 86. CATIE. Turrialba, Costa Rica.. 227 p.
- CATIE. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. 344 p.
- _____, 1991. *Leucaena leucocephala* (lam de Wit.). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico No 166. 60 p.
- CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. 1971. Levantamiento de Suelos de la Región Pacífica de Nicaragua. Génesis y Clasificación de Suelos. Volumen II Parte 3. Managua, Nicaragua. 120 p.
- CHAVARRIA, R. 1985. Respuesta de *Leucaena leucocephala* en Nicaragua a diferentes espaciamientos. Técnicas de Producción de Leña en fincas Pequeñas y Recuperación de sitios degradados por medio de la Silvicultura Intensiva. Ed. Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica. CATIE. pp. 209-217.
- GOMEZ, D.1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis MSc, Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 166 p.
- HERRERA, Z.; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 Maderas Nicaragüenses. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), Managua, Nicaragua. 178 p.
- HUGHELL, D. 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de: *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. Serie Técnica, Boletín Técnico No 22. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- JUAREZ, M.; DIAZ, H.; PORTILLO, F. 1993. Leucaena. CATIE/MAG /CENREN. colección Materiales de extensión. 2da. Edición. Plegable divulgativo de dos cuerpos. 2 p.

- MARTINEZ, H.; ESPINOZA, E.; MORAN, D. 1989. Influencia del espaciamiento de plantación en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* en la Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Reporte Técnico. 14 p.
- MARTINEZ, H.; SANDOVAL, C.; CALDERON, N. 1989. Efecto del espaciamiento en el crecimiento y producción de *Leucaena leucocephala* en San Pedro Sula. Silvoenergía (C.R.) No. 31:1-6.
- OTAROLA, A.; REYES, M. y DELGADILLO, J.F. 1983. Energía renovable: Guía de la investigación forestal en Nicaragua. IRENA/CATIE. Managua, Nicaragua. 143 p.
- POUND, B.; MARTINEZ CAIRO, L. 1985. *Leucaena* su cultivo y utilización. Overseas Development Administration, Eland House, Stag Place London SW1E 5DH.
- SALAZAR, R.; PICADO, W.; UGALDE, L. 1988. Comportamiento de *Leucaena* en Costa Rica. CATIE (C.R.). Serie Técnica. Informe técnico N° 115. 50 p.
- UGALDE, L. A. 1993. Manejo y Análisis de Información Forestal con el Programa Estadístico SYSTAT. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA-3)/CATIE, Turrialba, Costa Rica. 51 p.

ANEXO



Leucaena leucocephala utilizada en cultivos en callejones en Nicaragua



Combinación de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* usadas en cultivos en callejones en Nicaragua.

Especie: *Eucalyptus camaldulensis*

Redactor: Augusto Otárola

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh

Familia: Myrtaceae

Nombre común: Eucalipto

Origen y distribución natural

E. camaldulensis es el eucalipto de más amplia distribución en Australia, cubre entre los 15° 30' y los 38° de latitud sur. Se le encuentra en todos los estados australianos con excepción de Tasmania. Se distinguen dos formas, una meridional o templada y una tropical. Junto con *E. grandis* y *E. globulus*, es una de las especies de eucalipto más ampliamente plantada en los países del mediterráneo (España y Marruecos). También hay plantaciones en muchos países de Africa, Asia y América Latina. En América Central se ha plantado en todos los países (FAO, 1981; CATIE, 1986).

Descripción de la especie

Es una especie siempre verde, de 24 a 40 m de altura (hasta 50 m en algunas regiones de Australia), fuste grueso de base recta y tronco generalmente torcido, de 60 cm hasta 1.0 m de diámetro o más, con copa abierta e irregular, corteza lisa, blanca, ligeramente grisáceo, desprendible en tiras largas o en placas irregulares que exponen capas internas de corteza blanquecina. Ramillas terminales rojizas, largas y delgadas que cuelgan en ángulos agudos. Forma un sistema radicular profundo y bastante amplio. Se pueden formar raíces aéreas en el tronco.

Las hojas juveniles son opuestas y posteriormente alternas. Las hojas adultas lanceoladas, pecioladas, delgadas y pendientes, recurvadas, de borde liso, glabra, color verde opaco con el haz, el envés ocasionalmente es gris. Flores blancas en cabezuela (umbelas), con botones florales de forma aovada, de base semirredonda y cubierta larga, cónica, punteada o rostrada. Frutos o cápsulas seminales generalmente en ramilletes al final de pecíolos delgados, de color ligeramente marrón, con una tapa redondeada con 3-4 dientes prominentes de casi 2 mm de longitud, elevados y curvados hacia adentro. Semillas numerosas y pequeñas, de color ligeramente marrón. Aproximadamente 110 000 a 220 000 semillas/kg. La madera es roja de grano entrelazado ondulado; dura y durable, resistente a los termites. Tiende a torcerse con el secado (FAO, 1981; CATIE, 1986).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Debido a que el rango natural es muy extenso, existen diferencias de comportamiento según el origen de las semillas. Las procedencias Katherine (Territorio Norte) y Petford (Queensland), han mostrado el mejor comportamiento para climas tropicales; las procedencias del Lago Albacutya

(Victoria) para climas mediterráneos y las de Broken Hill (Nueva Gales del Sur) para climas áridos. En América Central la procedencia más utilizada es la Petford (CATIE, 1986).

En general, en la zona de origen la especie soporta temperaturas altas en verano (29°C - 35°C) y temperaturas bajas de hasta 3° a 5°C en invierno y hasta 50 heladas. En América Central se le ha plantado en sitios con temperaturas medias entre 20°C y 29°C y en Nicaragua en un rango de 20 a 36 °C.

En el área de su distribución natural, la especie se encuentra tanto en zonas con poca precipitación como en zonas de mayor pluviosidad (200 a 1250 mm). El mínimo para plantaciones comerciales parece ser 400 mm, aunque la especie puede crecer bien en zonas de menor precipitación pero con inundaciones estacionales o capa freática alta. Las procedencias del norte de Australia son de un área con precipitaciones en verano, mientras que las zonas del sur (templadas) tienen precipitaciones invernales. Resiste sequías de 4 a 8 meses. En América Central se ha plantado en zonas con precipitaciones entre 620 mm y 2900 mm anuales y hasta ocho meses con déficit hídrico. En Nicaragua los sitios son muy variables entre 400 hasta 2500 mm.

Altitud

Es una especie de zonas bajas fluviales; algunas procedencias pueden plantarse en zonas altas, hasta 1400 msnm. En América Central se ha plantado desde el nivel del mar hasta 1200 msnm. Este rango altitudinal se adjunta también para el caso de Nicaragua.

Suelos

Se adapta a una gama amplia de suelos, desde muy pobres hasta periódicamente inundados. Sin embargo, en algunos lugares de América Central con suelos compactados por sobrepastoreo o poca humedad disponible todo el año los crecimientos no han sido satisfactorios. Tampoco prospera en suelos calcáreos.

Vientos

La especie resiste bien los vientos, por lo que se le emplea en la formación de cortinas rompevientos. La mayor experiencia en cortinas rompevientos se halla ubicada en el Departamento de León (Nic.), donde se estima un total de 1130 Km de cortinas establecidas empleando el *E. camaldulensis* como especie principal.

Factores limitantes

Como factores limitantes al crecimiento, se considera la presencia de malezas en las primeras etapas del establecimiento, suelos vertisoles o suelos arenosos con poca retención de humedad. En plantación se han presentado ataques de hormigas defoliadoras (*Atta* spp).

También se han reportado ataques de hongos, principalmente *Cylindrocladium* sp. En la mayoría de los países de América Central se han presentado ataques de cáncer (*Diaporthe cubensis*) cuando se ha plantado en suelos muy compactados o superficiales que impiden el desarrollo radicular. En Panamá se han detectado ataques de langostas defoliadoras, hongos y un insecto (*Cerambix* sp) que corta árboles de hasta 3 cm de diámetro, anillando el tallo.

La National Academy of Science (1984), al referirse a limitaciones, considera que el factor individual más importante para lograr una reforestación exitosa es la selección del origen de la semilla. Esta se debe seleccionar teniendo en cuenta, con particular cuidado, la latitud, altitud, temperatura, precipitación, tipo de suelo y resistencia a las plagas.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Leña

Usada como leña, la madera de *E. camaldulensis* es de alta calidad. Cuando la madera está completamente seca constituye un combustible excelente. Tiene un poder calórico de aproximadamente 20 000 kJ/kg (4800 kcal/kg). Produce carbón de excelente calidad. Una de las limitaciones de la leña de esta especie es que quema rápidamente y produce humo.

Madera de uso comercial y familiar

La madera es moderadamente densa (0.6 g/cm³). En Australia se le utiliza en construcción en general ya que el duramen rojizo es moderadamente fuerte, duradero y resistente a los térmitas. Se utiliza en la fabricación de durmientes de ferrocarril. También se le utiliza en interiores, para pisos, encofrados y algunas veces para la fabricación de pulpa. Debido a su fortaleza puede utilizarse en construcciones rurales y como postes para cercas. Los fustes de plantaciones jóvenes o los rebrotes pueden utilizarse como soportes en plantaciones de banano.

Otros usos

En zonas secas se planta como barreras rompevientos o como cercos vivos a la orilla de los caminos. En Nicaragua se le planta en combinación con *Leucaena leucocephala*, *Tecoma stans* y otras especies, como cortinas rompevientos para el control de erosión en el noroccidente del país, en tierras dedicadas al cultivo de algodón.

También es utilizado como ornamental, barreras protectoras o en pequeñas plantaciones comunales. Las flores producen miel de excelente calidad. Puede plantarse asociado con cultivos agrícolas bajo el sistema taungya.

Las hojas de eucalipto pueden utilizarse en la producción de esencias y tienen uso medicinal como astringentes, febrífugas y antisépticas. Pueden prepararse en infusiones y tisanas, etc. para

combatir resfriados y enfermedades de las vías respiratorias (Betancourt, 1987; Salas, 1981, citados por Herrera y Morales , 1993).

SILVICULTURA

Regeneración Natural

En su hábitat natural *E. camaldulensis* se ha distribuido a lo largo de las orillas de los ríos, lo que podría indicar facilidad de reproducción natural a partir de semillas (transportadas ya sea por las aguas o aves), que encuentran sitios óptimos para crecer en los bancos de los ríos.

Las plantaciones en América Central son muy jóvenes y en algunos casos sólo en fechas recientes se ha obtenido las primeras cosechas de semillas sin que hasta ahora se haya notado la presencia de brinzales de regeneración natural.

Regeneración Artificial

Recolección de semillas

En América Central se han utilizado semillas recolectadas de las plantaciones establecidas con la procedencia Petford por un proyecto de asistencia técnica británica en León, Chinandega, Matagalpa (Nicaragua). Las semillas se colectan en junio-julio, se secan al sol y posteriormente se almacenan en recipientes herméticos, en cámaras frías.

Producción en vivero

En general, para todos los eucaliptos la textura de los medios de germinación debe ser fina. Generalmente se usa una mezcla de suelo fértil con arena en proporción 1:1 o solo arena, en cajas de madera de 50 x 30 x 10 cm. Es indispensable esterilizar la mezcla para prevenir la aparición de malezas y ataques de hongos. Los germinadores deben estar protegidos de la lluvia, que puede enterrar o sacar las semillas o destruir las plantitas recién germinadas. Los medios de germinación deben permanecer húmedos y para ello se utiliza riego por aspersion con bomba de mano (bomba de presión) a fin de regar con una gota muy fina. También se puede sumergir los germinadores en agua, mojando el medio por capilaridad.

Una alternativa a los germinadores hechos con madera es el uso de cajas de plástico, de aproximadamente 60 x 30 x 15 cm, que permiten la distribución de plántulas ya germinadas a sitios donde se instalan viveros temporales.

La semilla de *E. camaldulensis* presenta normalmente altos porcentajes de germinación (superior al 90%) por lo que no es necesario ningún tratamiento pregerminativo. En Nicaragua la experiencia local de sembrar las semillas directamente en bolsas ha tenido relativo éxito. El tiempo de germinación en este caso varía entre 5 y 14 días, para luego crecer rápidamente y alcanzar un

tamaño de 40 a 50 cm en solo 16 ó 18 semanas. Sin embargo, es aconsejable la poda de tallos para inducir mayor lignificación. Requiere riegos periódicos en las primeras etapas de desarrollo. Es necesario prevenir el ataque del mal de talluelo ("damping off") en las primeras etapas, con la aplicación de fungicida cúpricos.

La técnica más comúnmente utilizada para la producción de plántulas de esta especie es la producción en bolsas de polietileno negro, agujereadas, con poda de tallos durante el período de vivero. El ancho de los bancales no debe pasar de 0.7 a 1.0 m para evitar efectos de borde y menor crecimiento de las plantas centrales. En vivero no es necesario utilizar sombra.

Al trasladar las plántulas al campo definitivo se debe evitar la exposición directa de las bolsas al sol y no colocarlas acostadas ya que el recalentamiento produce la muerte de los arbolitos.

Limpiezas

A pesar del rápido crecimiento de esta especie, es necesario un estricto control de malezas en las primeras etapas. Es recomendable el chapeo y quema de malezas previo a la plantación.

Densidad de plantación

En América Central se han utilizado diferentes densidades de plantación inicial, aunque las más comunes han sido 2500 y 1600 árboles por hectárea.

Los resultados indican, en términos generales, que el crecimiento diamétrico y en altura es menor para las mayores densidades de plantación, lo cual confirma que la disponibilidad de mayor espacio lateral por planta favorece el crecimiento de la especie. Esto coincide con observaciones realizadas en Guatemala, donde árboles plantados a 2 m en hileras, sin competencia lateral, crecieron más que árboles plantados a 2 m x 2m, en el mismo sitio en condiciones de suelo similares.

Fertilización

No se tiene mucha experiencia sobre aplicación de fertilizantes (tipo, dosis, formas de aplicación). Observaciones preliminares en Puriscal, Costa Rica, indican que la aplicación de diferentes dosis de fertilizante en la superficie y en el fondo del hoyo resultó en un crecimiento mayor, especialmente cuando el fertilizante se aplicó en el fondo del hoyo (CATIE, 1986).

Un experimento realizado en San Pedro Sula, Honduras (Cuadro 1), no mostró resultados concluyentes a los dos años en el uso de fertilizantes, ya que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. El crecimiento en dap y altura fue mayor para el tratamiento de 50 g/planta de N-P-K (18-46-00). Todo esto podría indicar que en los suelos donde se realizó la experiencia había una adecuada disponibilidad de nutrimentos para las plantas, incluyendo boro (CATIE, 1986).

Cuadro 1. Crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis* a los 24 meses, en un ensayo de fertilización plantado a 1.5 x 2 m, en San Pedro Sula, Honduras.

Fertilizante N-P-K	Sobrevivencia %	Altura (m)		d a p (cm)	
		prom.	IMA	prom.	IMA
0 + 0	92	5,2 A	2,6	3,7 A	1,8
50 + 0	96	5,8 A	2,9	4,2 A	2,1
50 + 5	80	4,9 A	2,5	3,5 A	1,7

El sitio donde se estableció el ensayo tiene las siguientes características: Altitud 50 msnm; TMA 26°C; PMA 1374 mm; cinco meses déficit hídrico; bosque húmedo Premontano; suelos Typic Ustropept.

Crecimiento y manejo.

La especie se caracteriza por el rápido crecimiento en diferentes condiciones de suelos y en sitios localizados a diferente altitud sobre el nivel del mar. Se ha reconocido la influencia de la procedencia en el comportamiento de la especie. En un experimento realizado en Sébaco, Nicaragua, con dos de las procedencias reconocidas como de mejor comportamiento en condiciones tropicales, se encontró que las procedencias de Petford crecieron más que las de Katherine (CATIE, 1986).

Cuadro 2. Comportamiento de dos procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* plantado a 2 m x 2 m en Sébaco. Nicaragua.

PROCEDENCIA	EDAD (meses)	Sobrevivencia (%)	Altura (m)		d a p(cm)	
			total	IMA	total	IMA
Petford	113	83	15,2	1,6	14,0	1,4
Petford	114	88	13,5	1,4	11,3	1,1
Katherine	113	91	11,4	1,2	11,6	1,2
Katherine	114	97	9,2	1,0	8,5	0,9

Las características del sitio en Sébaco son las siguientes: Altitud 480 msnm; TMA 25,7°C; PMA 889 mm; ocho meses en déficit hídrico; bosque seco premontano; suelo Vertic Fluventic Ustropept.

En otro estudio realizado en Turrialba, Costa Rica se encontró que las procedencias Petford y Gibb River de Australia mostraron mayor crecimiento que la procedencia de Katherine (CATIE, 1986). El Proyecto Leña ha realizado plantaciones con semillas procedentes de Nicaragua y otros sitios, ex-Petford.

El asocio inicial (temporal) con cultivos agrícolas anuales parece favorecer un desarrollo uniforme de la plantación, aunque el crecimiento inicial en altura puede ser mayor cuando no se asocia.

Manejo de rebrotes

Luego de la cosecha, la especie produce inicialmente abundantes rebrotes que luego van desapareciendo para quedar los más fuertes y vigorosos. Los resultados de dos ensayos en Honduras y Nicaragua (CATIE, 1986), indican que el promedio de ejes sobrevivientes por tocón era más o menos similar para todos los tratamientos (alrededor de 1.5 ejes/tocón), con menor crecimiento en los tratamientos donde efectivamente había un mayor número de rebrotes/tocón.

Debido a las pocas diferencias entre los tratamientos y a que la selección se hizo a una edad temprana (antes de seis meses) y con base en experiencias de otras partes, se puede realizar una selección cuando los rebrotes tengan más de seis meses y haya una clara dominancia de los más fuertes y vigorosos. Observaciones preliminares indican que a los seis meses existe una ventaja clara de los dos o tres ejes más vigorosos por tocón. Es aconsejable, si se realiza selección artificial, dejar no más de dos ejes por tocón (CATIE, 1986).

Producción de biomasa.

La producción de biomasa, aún a edades tempranas puede ser bastante alta, lo que indica el rápido crecimiento de la especie. Algunos resultados preliminares indican una producción muy variable entre 5,2 tm/ha/año y 37 tm/ha/año (aproximadamente 2,6 a 18,5 tm/ha/año en peso seco). Esta producción es función de la densidad inicial, con mayor producción en los espaciamientos 1,5 x 2,0 m; 2,0 x 2,0 m y 2,5 x 2,5 m. Debido al comportamiento de la especie, que produce rebrotes vigorosos con crecimiento rápido posterior, el método de tala rasa, en plantaciones con espaciamientos iniciales de 2,0 x 2,0 m hasta 2,5 x 2,5 m, es la opción de manejo con mayor potencial, especialmente para leña o productos de pequeñas dimensiones.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Localización de los ensayos

El Cuadro 3 resume la información sobre las características de los sitios donde fueron instalados la serie de experimentos con *E. camaldulensis* en Nicaragua.

Cuadro 3. Localización y características climáticas de los sitios donde se condujeron los experimentos con *E. camaldulensis* en Nicaragua.

Co. Exp	SITIO	ALTITUD (msnm)	ZONA VIDA	PEND (%)	TMA (°C)	PMA (mm)	UBICACION
001L	506	480	bms PT	0	25.7	889	Km 109 Carretera, Sébaco, San Francisco, Matagalpa.
002L	505	480	bms PT	0	25.7	889	3 Km, San Isidro, Sébaco, Matagalpa.
003L	507	420	bms PT	1	25.7	889	7.2 Km Sébaco, Panamericana Norte, ruta Rio Viejo, Matagalpa.
004L	101	110	bs T	0	27.4	1559	1 Km, León, León.
008L	105	96	bs T	0	29.3	1995	10.4 Km Chinandega, el Viejo Cosiguina, Chinandega.
011L	301	40	bs T	0	26.9	1648	28 Km, Oeste, San Juan del Sur, el Ostional, San Juan del Sur, Rivas.
014L	109	40	bs T	3	27.9	1623	76 Km, Managua, Carretera a León, León.
015L	109	40	bs T	3	27.9	1623	76 Km, Managua, Carretera a León, León.
016L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km 22, Carretera, Managua, León, Mateare.
025L	114	110	bs T	0	27.4	1559	1 Km Colegio Calazán, León, Camino a Poneloya, León.
026L	109	40	bs T	3	27.4	1623	76 Km, Managua, Carretera a León, León.
027L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km 22 Carretera, Managua, León, Mateare.
029L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur, Tipitapa, Malacatoya, Tipitapa, Managua.
032L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur, Tipitapa, Malacatoya, Tipitapa, Managua.
033L	516	475	bms T	2	25.7	889	3 Km, del Empalme, San Isidro, León, Matagalpa, Sébaco.
052L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur, Tipitapa, Malacatoya, Tipitapa, Managua.
059L	210	215	bs T	0	26.8	1438	17 1/2 Km, Carretera, Managua, Masaya, Masaya.
061L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km 22 Carretera, Managua, León, Mateare.
068L	205	50	bs T	15	29.1	1143	Km 41 Carretera, Panamericana Norte.
072L	205	50	bs T	15	29.1	1143	Km 41 Carretera, Panamericana Norte.
082L	206	50	bs T	4	29.1	1143	25 Km, San Francisco, Managua, San Francisco Libre, San Ramón.
084L	206	50	bs T	4	29.1	1143	25 Km, San Francisco, Managua, San Francisco Libre, San Ramón.
093L	109	40	bs T	3	27.9	1623	76 Km, Managua, Carretera a León, León.
095L	109	40	bs T	3	27.9	1623	76 Km, Managua, Carretera a León, León.
101L	115	110	bs T	2	27.4	1559	1300 m Sur, Cementerio Guadalupe, León.
102L	115	110	bs T	2	27.4	1559	1300 m Sur, Cementerio Guadalupe, León.
104L	115	110	bs T	2	27.4	1559	1300 m Sur, Cementerio Guadalupe, León.
106L	115	110	bs T	2	27.4	1559	1300 m Sur, Cementerio Guadalupe, León.

Co. Exp	SITIO	ALTTUD (msmm)	ZONA VIDA	PEND (%)	TMA (°C)	PMA (mm)	UBICACION
111L	515	480	bs T	0	25.7	889	5 Km, Sur, Sébaco, Sébaco, Chagütillo, Matagalpa.
113L	515	480	bms PT	0	25.7	889	5 Km, Sur, Sébaco, Sébaco, Chagütillo, Matagalpa.
117L	515	480	bms PT	0	25.7	889	5 Km, Sur, Sébaco, Sébaco, Chagütillo, Matagalpa.
118L	513	480	bms PT	0	25.7	889	7 Km, Sébaco, Sébaco, San Isidro, León, Matagalpa, Sébaco.
128L	516	475	bms PT	2	25.7	889	3 Km. del Empalme, San Isidro, León, Matagalpa, Sébaco.
133L	516	475	bms PT	2	25.7	889	3 Km. del Empalme, San Isidro, León, Matagalpa, Sébaco.
134L	522	475	bms PT	0	24.9	905	Km 108, Carretera, Sébaco, La Concepción, Matagalpa.
142L	520	480	bms PT	3	25.7	889	5 Km, Sébaco, Sébaco, Concepción, Matagalpa.
143L	521	480	bms PT	0	24.9	905	San Isidro, Sébaco, Matagalpa, San Isidro.
149L	519	480	bms PT	0	25.7	889	4 Km Sébaco, Sébaco, Comunidad Ind. Matagalpa.
153L	517	480	bms PT	0	25.7	889	1 Km, Sébaco, Managua, Sébaco, El Valle, Sébaco Matagalpa.
157L	113	50	bs T	4	29.4	1640	1 Km, antes del balneario, Jiquilillo, Jiquilillo, Potosí, Chinandega.
162L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km 22 Carretera, Managua, León, Mateare.
167L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur, Tipitapa, Malacatoya, Tipitapa, Managua.
182L	206	50	bs T	4	29.1	1143	25 Km, San Francisco, Managua, San Francisco Libre, San Ramón.
183L	206	50	bs T	4	29.1	1143	25 Km, San Francisco, Managua, San Francisco Libre, San Ramón.
184L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km, 22 Carretera, Managua, León, Mateare.
186L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km, 22 Carretera, Managua, León, Mateare.
189L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km, 22 Carretera, Managua, León, Mateare.
193L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km, 22 Carretera, Managua, León, Mateare.
200L	604	460	bs PT	0	-	-	Boaco.

RESULTADOS Y DISCUSION

El proyecto concentró esfuerzos en algunas líneas de investigación consideradas prioritarias; entre los que cabe destacar: control de malezas, rebrotes, espaciamientos, crecimiento y rendimiento.

Control de malezas*

Un estudio (exp 014L), que incluyó seis tratamientos de control de maleza, en el "Gurú", León, en los primeros 16 meses de crecimiento, arrojó que el mejor crecimiento tanto en altura como en diámetro se obtuvo en orden decreciente para los tratamientos Roundup, Gramoxone, machete, caso con azadón, Goal y testigo, (Otárola, Ugalde, Reyes, 1983).

Cuadro 4. Prueba de Tukey para altura y diámetro, según tratamientos y a tres edades de crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis*, en el Gurú*, Nicaragua.

	6 meses	12 meses		16 meses	
Tratamientos	Altura Promedio (dm)	Altura Promedio (dm)	Altura Promedio (dm)	DAP** Promedio (mm)	Sobrevivencia en %
Roundup	21,6	45,9	61,5	54,8	94
Paraquat	18,8	36,9	50,1	43,5	98
Machete	18,8	33,2	44,9	39,0	100
Caso con azadón	17,3	28,2	37,4	33,8	99
Goal	15,7	26,7	35,5	32,8	97
Testigo	14,9	22,5	30,1	29,3	98

*Altitud 40 msnm, TMA 27,9°, PMA 1625mm, cinco meses con déficit hídrico, bosque seco subtropical, suelo Typic Eutrandedpt

En efecto, la prueba de Tukey para altura y diámetro ayudó a detectar diferencias y agrupar tratamientos a los 12 y 16 meses de edad. A los 16 meses cuando se detectaron las mayores diferencias, fue posible distinguir tres grupos de tratamientos en orden de importancia.

* La mención de nombres comerciales no implica una recomendación del CATIE.

El primer grupo está representado por el Roundup y Paraquat; un segundo grupo formado por machete y caso con azadón y el tercer grupo donde se obtuvo el menor crecimiento formado por los tratamientos Goal y testigo.

Los árboles en el tratamiento con Roundup alcanzaron a los 16 meses una altura y diámetro de 6,2 m y 5,5 cm en relación al testigo con 3,0 m y 2,9 cm en altura y diámetro respectivamente. Esta diferencia es en promedio un 97% más de crecimiento del Roundup sobre el testigo para estas dos variables. Esta misma comparación de Roundup en relación al control con machete considerado el método tradicional representó una diferencia promedio de 39% a favor del primero.

En relación a la sobrevivencia de los árboles, a pesar de la fuerte interferencia que ejercieron las malezas principalmente los porcentajes fueron altos y similares con un rango entre 94 y 100%. Esto muestra que la especie puede competir hasta cierto grado con las malezas, aunque los árboles se ven perjudicados fuertemente en su desarrollo.

Estos resultados muestran claramente el efecto de la interferencia que las malezas llegan a ejercer sobre los árboles tanto en altura como en diámetro, sino se proporciona un adecuado mantenimiento de la plantación. El crecimiento en altura tuvo un comportamiento similar al crecimiento en diámetro, lo que muestra alta relación entre estas variables determinantes del crecimiento de los árboles.

A los seis meses de edad no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento de altura entre los diferentes métodos de control de malezas estudiadas. Sin embargo, a los 12 y 16 meses se encontraron diferencias significativas tanto en altura como en diámetro, lo que muestra que durante los primeros seis meses, a pesar de que las malezas se desarrollaron en forma diferente entre los tratamientos estudiados, la interferencia ejercida por éstas sobre los árboles no fue muy notoria.

El aumento de la interferencia de las malezas en las parcelas donde hubo un menor control de estas, a los 12 y 16 meses de edad de la plantación causó un desarrollo más heterogéneo de los árboles. Además de un menor crecimiento, tanto en diámetro como en altura, árboles menos vigorosos y más torcidos.

La sobrevivencia de los árboles a los 16 meses de plantados en los diferentes tratamientos fue alta y muy similar con un promedio de 98%, no encontrándose diferencias significativas para los diferentes tratamientos estudiados.

Los resultados obtenidos con Goal corroboran la poca eficiencia de éste producto para controlar malezas aplicado como postemergente y además se dificulta su uso por los precios altos en el mercado.

Ensayos de espaciamiento

En el tiempo de vigencia del Proyecto MADELEÑA-3, en Nicaragua se han conducido cinco estudios formales de espaciamiento, tratando de cubrir un amplio rango de densidades, que van desde 1111 árboles por hectárea (espaciamiento 3,0 x 3,0 m), hasta 4,444 (espaciamiento de 1,5 x 1,5 m); es decir una proporción de 1 a 4. Estos ensayos se han establecido en tres sitios diferentes, especialmente en suelos.

A continuación se presentan los resultados del comportamiento de esta especie en los diversos espaciamientos probados por sitio:

Sitio El Gurú, León (EXP: 015L)

El experimento, al cabo de 2.8 años de registros demuestra:

- Diferencias en los promedios de crecimiento, tanto en altura como en diámetro, pero no en forma significativa.
- Era de esperar que los mayores crecimientos (altura y diámetro) se dieran en los mayores espaciamientos. Sin embargo en este caso, hay un efecto confundido, quizás debido a la relativamente alta mortalidad observada en la plantación más densa 1.5 x 1.5 m (4 444 árboles/ha).
- La tendencia generalizada es que hay mayor crecimiento en altura y diámetro, conforme se amplía los espaciamientos. La ocurrencia de un incendio incontrolado, pudo haber contribuido también a la pérdida de precisión en la obtención de los resultados.

En general los crecimientos en altura y diámetro, al margen del efecto de la competencia, son de mediano a alto, según la escala de rangos desarrollada.

El sitio, por sus características edáfica y climáticas es uno de los más calificados para obtener los mayores rendimientos de biomasa.

En relación a los espaciamientos, Martínez (1990) sugiere:

Que el tipo de producto que se desea obtener, así como la calidad del suelo y la intensidad de manejo definen el espaciamiento de plantación a utilizar.

Cuando se dispone de suelos fértiles, o es posible la aplicación intensiva de fertilizantes químicos, se pueden utilizar espaciamientos cerrados, con altas densidades (de hasta 5000 árboles/ha o más) para la producción de leña, postes para sostén de banano o tutores para hortalizas. La producción de mayores diámetros requiere densidades menores (1600 árboles/ha o menos). En sistemas agroforestales se puede emplear densidades entre 1200 a 2000 árboles/ha que permitan la

producción de los cultivos asociados. El Cuadro 5 presenta el número final de árboles que es posible dejar de acuerdo con sitios de diferente calidad y de acuerdo al producto deseado.

Cuadro 5. Densidad final para *Eucalyptus camaldulensis* según el producto final deseado y la calidad del sitio expresada en términos de área basal máxima.

Área Basal Máxima del sitio (M ² /ha)							
Producto	D (cm)	AB/árbol	7	10	13	17	20
Leña:	Número de árboles finales/ha						
*Leña doméstica	8	0.0050	1400	2000	2600	3400	4000
*Leña industrial	15	0.0176	397	568	739	966	1136
Madera construc:							
*Alfajilla (2)	14	0.0154	455	649	844	1104	1299
*barules	16	0.0201	348	497	647	845	995
*soleras	28	0.0616	**	**	211	276	325
Poste eléctrica:	30	0.0707	**	**	184	240	283
Madera Aserrío:	35	0.0962	**	**	135	177	208

* D = diámetro del producto en cm; AB = área basal por árbol

** No es probable la producción de productos de diámetros mayores en sitios de baja calidad.

El espaciamiento influye normalmente menos en el crecimiento en altura, en cambio es más determinante en el crecimiento diamétrico, por tanto esta variable debe manipularse adecuadamente para obtener el tipo de producto deseado.

Sitio Mateare, Managua (016L)

El ensayo, en este sitio, cuenta con mayor tiempo de observación 5.4 años, practicado por Sequeira (1995). Para mayor información se resumen los resultados obtenidos (Ver Cuadro 6)

Cuadro 6. Promedio de crecimiento y rendimiento de *Eucalyptus camaldulensis* bajo seis espaciamientos en Mateare, Nicaragua.

Tratamiento	Edad años	No árb vivos	Superv (%)	ALTOT (m)	DCM (cm)	IMA DCM (m ³ /cm/año)	ABASAL (m ² /ha)	IMABASAL (m ² /ha/año)	VCCS (m ³ /ha/año)	IMA VCC (m ³ /ha/año)
1,5 x 1,5	1,00	4468	100 NS	4,5 NS	3,9 NS	3,6 NS	5,4	4,9A	16,9 A	15,6A
1,5 x 1,5	2,16	4423	99 NS	7,4 B	5,2 E	2,4 E	9,4	4,3	41,3 A	19,07A
1,5 x 1,5	3,14	4378	99	7,22	6,2	1,8	13,2	3,8	56,07	17,85
1,5 x 1,5	4,4	4253	95.2	9,4 B	6,9 C	1,5 C	15,9 A	3,6 A	81,09A	18,3
1,5 x 1,5	5,4	4253	95 NS	10,6 C	7,0 B	1,3 B	16,7	3,09 A	91,07A	16,8
1,5 x 2,0	1,08	3333	100 NS	4,4 NS	4,08 NS	3,7 NS	4,3	4,04	13,5A	12,5A
1,5 x 2,0	2,16	3300	99 NS	7,5 B	5,6 DE	2,6 DE	8,3	3,8	36,2AB	16,7AB
1,5 x 2,0	3,14	3300	99	7,5	6,8	2,00	12,5	3,5	52,8	16,81
1,5 x 2,0	4,4	3300	99	9,4 B	7,5 C	1,7 C	14,6 B	3,3 B	74,1AB	16,8
1,5 x 2,0	5,4	3233	97 NS	10,6 C	7,5 C	1,3 C	14,5AB	2,6 AB	80,06A	14,7
2,0 x 2,0	1,08	2480	99 NS	4,3 NS	4,04 NS	3,74 NS	3,18	2,9	9,6 B	8,9 B
2,0 x 2,0	2,16	2460	98 NS	7,8 B	6,1 D	2,8 D	7,2	3,3	32,6BC	15,04
2,0 x 2,0	3,14	2420	96	8,1	3,41	2,2	10,9	3,2	50	14,6
2,0 x 2,0	4,4	2400	96	10,2 B	8,4 BC	1,9 BC	13,3 BC	2,03 BC	71,02A	14,1
2,0 x 2,0	5,4	2380	95 NS	11,7 BC	8,5 B	1,5 B	13,7 B	2,5 BC	80,3BC	14,8
2,0 X 3,0	1,08	1666	100 NS	4,3 NS	4,2 NS	3,8 NS	2,2	2,08	6,9 BC	6,3 BC
2,0 X 3,0	2,16	1666	100 NS	8,06 AB	6,6 AB	3,06 AB	5,7	2,6	26,4 C	12,2
2,0 X 3,0	3,14	1666	100	8,3	8,3	2,4	9,04	2,6	42,1	12,3
2,0 X 3,0	4,4	1666	100	10,9 AB	9,2 B	2,1 B	11,2 C	2,5 C	62,6AB	14,1AB
2,0 X 3,0	5,4	1633	98 NS	12,02 B	9,3 BC	1,7 BC	11,3 BC	2,09 BS	67,3AB	12,4AB
2,5 X 2,5	1,08	1587	99 NS	4,3 NS	4,2 NS	3,8 NS	2,0	2,08	6,9 BC	6,3 BC
2,5 X 2,5	2,16	1570	98 NS	8,3 AB	6,9 AB	3,2 AB	5,9	2,7	27,9 C	12,8 C
2,5 X 2,5	3,14	1558	97	9,1	8,8	2,5	9,5	2,8	47,3	13,8
2,5 X 2,5	4,4	1526	95	11,8 A	9,8 B	2,2 B	11,4 C	2,6 C	67,2 A	15,2 A
2,5 X 2,5	5,4	1526	95 NS	13 AB	10 B	1,8 B	11,9 BC	2,2 BC	74,5AB	13,7AB
3,0 X 3,0	1,08	100 NS	4,4 NS	4,4 NS	1,7	1,7	1,7	1,6	5,07 C	5,4 C
3,0 X 3,0	2,16	98 NS	8,8 A	7,6 A	4,9	4,9	4,9	2,3	24,3 C	11,2 C
3,0 X 3,0	3,14	98	9,5	9,8	8,2	8,2	8,2	2,4	41,7	12,2
3,0 X 3,0	4,4	97	11,8 A	2,4 A	10,3 D	10,3 D	10,3 D	2,3 D	60,3 B	13,6 B
3,0 X 3,0	5,4	95 NS	13,4 A	2,07A	10,4 C	10,4 C	10,4 C	1,9 C	66,8 B	12,3 B

NS = No significativo

Del cuadro anterior se deduce:

- Que la sobrevivencia de *E. camaldulensis*, bajo estas condiciones de sitio y de manejo no es afectada por la densidad hasta los 5,4 años.
- Bajo las condiciones de sitio y de manejo, el crecimiento tanto en altura como en diámetro es afectado por el espaciamiento inicial, a partir de los 2,1 y hasta los 5,4 años de edad.
- Independientemente de la densidad inicial de plantación, todos los espaciamiento alcanzaron su máximo incremento en el diámetro (DCM) alrededor del año. Para mantener el crecimiento en diámetro bajo estas densidades, se recomienda hacer el primer raleo alrededor del año cuando los árboles tienen una altura promedio entre 4 y 5 m.

- Si el mercado demanda productos con diámetros pequeños como varas, palos de escoba, etc. se puede utilizar espaciamientos, más estrechos tales como 1.5 x 1.5 x 2.0 m. Sin embargo, si no hay mercado para estos diámetros es preferible utilizar espaciamientos mayores entre 2 x 2 y 3 x 3m.
- Las menores áreas basales se encontraron en los mayores espaciamientos tales como 3.0 x 3.0 y 2.5 x 2.5 m que presentaron valores a 5.4 años de 11.9 m² y 10.4 m² con un máximo incremento en área basal entre los 2.16 y 3.14 m²/Ha/año.
- Los mayores incrementos en área basal se lograron a los 1,08 años y correspondieron a los menores espaciamientos 1.5 x 1.5 y 1.5 x 2.0 m. Los espaciamientos más amplios alcanzaron un máximo incremento en área basal entre los 2.16 y 3.14.
- Al igual que el área basal, la densidad inicial afectó la producción en vol/ha para todas las edades en forma inversa. A los 5,4 años los espaciamientos más amplios presentaron los menores rendimientos en volumen. Por ejemplo el 3.0 x 3.0 m presentó 66,8 m³/ha, por el contrario los mayores volúmenes lo obtuvieron espaciamientos menores 1.5 x 1.5, con 91.07 m³/ha.
- Densidades entre 2 500 y 4 444 árboles/ha alcanzan los máximos incrementos medios anuales a los 2.16 años, las densidades entre 1 644 y 1 111 árboles/ha, los alcanzan a los 4.4 años.
- Si el objetivo de la plantación es la producción de leña con alta producción de volumen total, se recomienda cortar cuando se alcanzan los máximos IMAS en volumen.
- Hay que tomar en cuenta los costos de establecimiento de la plantación por ejemplo si se dejan espaciamientos cortos 1.5 x 1.5, el número de plantas es mayor lo que se traduce en un mayor costo. La rentabilidad del mejor espaciamiento sólo puede saberse mediante un análisis de rentabilidad considerando la situación del mercado en este lugar.

Sitio Tipitapa, Managua (EXP: 029L)

Los resultados del ensayo de espaciamiento, se resume en el cuadro 7, reportado por Sequeira (1995).

Cuadro 7. Crecimiento y rendimiento de *Eucalyptus camaldulensis* bajo cuatro distanciamientos iniciales de plantación en el Ingenio Victoria de Julio, Tipitapa, Nicaragua.

TRTAMIENTO (árbs/Ha)	EDAD AÑOS	SOBRE- VIV. (%)	ALTOT (m)	DCM (cm)	ABASAL (m ² ha/año)	IMABASAL (m ² ha/año)	VTCC (m ³ /ha)
5000	1,5	96	4,66	3,63	5,01	3,34	11,38
5000	2,5	92	7,00	5,23	9,96	3,98	33,69
5000	3,6	83	7,96	5,76	10,87	3,04	41,65
5000	4,5	76 NS	8,50 NS	6,06 B	10,96	2,43	45,06
3333	1,5	91	4,76	4,26	4,32	2,88	9,90
3333	2,5	91	6,90	6,23	9,28	3,71	30,90
3333	3,6	89	8,26	6,63	10,35	2,89	41,49
3333	4,5	81 NS	8,60 NS	7,00 B	10,70	2,37	45,73
2500	1,5	89	4,53	4,33	3,34	2,22	7,46
2500	2,5	87	6,56	6,56	7,36	2,94	26,19
2500	3,6	80	7,73	7,73	9,45	2,63	39,53
2500	4,5	75 NS	8,73 A	8,73 A	11,33	2,51	53,25
2000	1,5	84	4,5	4,5	2,69	1,79	5,61
2000	2,5	83	7,30	7,30	6,97	2,79	24,46
2000	3,6	83	8,26	8,26	8,95	2,49	36,77
2000	4,5	76 NS	9,13 A	9,13 A	10,27	2,22	45,77

NS = No significativa

SOBREV = Supervivencia

ALTOT = Altura Total

DCM = Diámetro Cuadrático Medio

ABASAL = Área Basal

IMABASAL = Incremento Medio Anual VTCC = Volumen Total con Corteza

Del cuadro anterior se deduce:

- A los 4.5 años de edad, no se encontró diferencias significativas para las variables: Supervivencia, Altura Total, Área Basal, Área Basal y Volumen Total con Corteza.
- La mayor producción en volumen total con corteza se encuentra a los 4.5 años de edad, en la densidad de 2 500 arb/ha (53.25 m³/ha). Cabe destacar que en las otras densidades, aunque la producción fue menor, con un promedio de 45 m³/ha, ésta fue muy similar, a esta edad de medición.
- Para el Diámetro Cuadrático Medio (DCM) a los 4.5 años se detectan diferencias significativas; donde la densidad de (2000 arb/ha) demuestra el mayor diámetro (9.13 cm); mientras que el menor diámetro se presentó en la densidad de 5000 arb/ha con 6.06 cm.
- Los mayores incrementos en área basal se alcanzaron a 2.5 años variando de 2.79 hasta 3.98 m²/ha/año, en las cuatro densidades probadas.
- En cuanto al volumen no se encontró diferencias significativas (P=0.05) en las cuatro densidades probadas y para la edad de 4.5 años. Los rendimientos oscilan desde 45.06 hasta 53.25 m³/ha.
- Al respecto, según los índices de sitio desarrollados por Hughell (1989), este sitio clasifica como medio a bajo (altura de los árboles igual a 11-12 m) a los cinco años de edad.

Algunas recomendaciones derivadas del análisis anterior:

Es fundamental definir el producto deseado, antes de seleccionar el espaciamiento apropiado. Por ejemplo, si se quiere producir varas para palos de escoba, puntales para sostén de banano, se pueden usar 5000 y 3333 árb/ha, ya que los diámetros serán delgados.

Si el objetivo de la plantación es producir leña, cualquier espaciamiento arrojará similares rendimientos, ya que no hay diferencias significativas en esta variable para este sitio y con los tratamientos probados a mayores edades. Así, por ejemplo, a los 4.5 años el volumen estimado para las cuatro densidades estuvo entre 45.06 y 53.25 m³/ha.

Para productos de mayores dimensiones se recomienda usar las densidades de 2 500 y 2 000 árb/ha esperando incluso más tiempo para cortar de acuerdo al producto deseado (soleras, alfajillas, vigas, postes y madera aserrada). En las densidades altas se pueden practicar raleos intermedios para obtener beneficios mientras se espera el producto final.

PARCELAS DE CRECIMIENTO

Para la interpretación de resultados, las parcelas de ensayo se analizaron por categorías de edad y estado de crecimiento, según la calidad de sitio del Cuadro 8.

Cuadro 8. Descripción de calidades de sitio según rangos de IMA en altura para *E. camaldulensis* en Nicaragua.

Calidad de sitio	IMA/Altura (m)	Sitios
Alto	≥ 2.5	Las Colinas, Mateare, Manisa, Gurú, Naranjo, Acosasco, P. Semillero.
Medio	1.51 - 2.50	Montemar, Granero Sébaco, Las Vegas, Estación Experimental en Sébaco, Mateare, UCA Masaya, Malacatoya.
Bajo	≤ 1.50	Chagüite, Chagüitillo, Carreta Quebrada, San Isidro, El Zanjón, EL Valle, San Francisco Libre, San Ramón, Las Maderas.

Parcelas de mayor edad

En estas parcelas de mayor edad, el Proyecto MADELEÑA, no ha tenido control efectivo sobre el manejo y los datos de crecimiento inicial de la especie. Esto debido a que estas parcelas fueron establecidas en su mayoría por la Misión Británica, por lo tanto, solo tuvo acceso para realizar mediciones dasométricas, en una etapa que puede llamarse juvenil o de madurez silvicultural. La ausencia de información hace difícil conocer la velocidad de crecimiento inicial de los ensayos 001L, 002L, 003L, localizados en Sébaco; pero también el 004L de Acosasco y el 059L de Masaya.

Cuadro 9. Promedios de crecimiento por Tratamiento observados por *E. camaldulensis*, en diferentes sitios de la Región Pacífico y Central de Nicaragua.

No.Exp.	Código Tratam.	Edad meses	Espaciam. Inicial (m)	Densidad inicial (árbs/ha)	Supervivencia (%)	Altura (m)		DCM (cm)	
						\bar{x}	IMA	\bar{x}	IMA
001L	002	201	2.0 x 2.0	2500	83	17.60	1.05	15.30	0.91
	004	201	2.0 x 2.0	2500	86	16.10	0.96	14.40	0.86
	005	201	2.0 x 2.0	2500	88	12.50	0.74	11.10	0.66
	007	201	2.0 x 2.0	2500	66	18.20	1.08	14.60	0.87
002L	012	201	2.0 x 2.0	2500	91	16.70	1.00	16.00	0.95
	013	201	2.0 x 2.0	2500	77	19.50	1.16	17.50	1.04
	014	201	2.0 x 2.0	2500	86	21.20	1.26	20.201	1.20
	018	201	2.0 x 2.0	2500	69	17.00	1.01	6.80	1.00
003L	002	127	2.0 x 3.0	1666	78	17.70	1.68	18.30	1.74
004L	001	180	2.5 x 2.5	1600	97	23.50	1.56	18.30	1.22
008L	001	79	2.3 x 2.3	1890	57	15.30	2.32	13.20	2.00
011L	001	60	2.5 x 2.5	1600	60	12.10	1.99	13.10	2.00
014L	Caseo	28	2.0 x 2.0	2500	98	8.80	3.77	6.80	2.91
	Goal	28	2.0 x 2.0	2500	96	7.60	3.26	6.50	2.78
	Gramo	28	2.0 x 2.0	2500	100	9.90	4.24	7.80	3.34
	Manual	28	2.0 x 2.0	2500	98	9.70	4.16	7.70	3.30
	Roundou	28	2.0 x 2.0	2500	93	11.30	4.84	9.10	3.90
Testigo	28	2.0 x 2.0	2500	98	8.40	3.60	6.40	2.74	
015L		34	1.5 x 1.5	4444	88	7.40	2.61	6.00	2.12
		34	1.5 x 2.0	3333	95	6.50	2.29	6.00	2.12
		34	2.0 x 2.0	2500	92	5.90	2.08	6.10	2.15
		34	2.0 x 3.0	1666	96	5.10	1.80	5.00	1.76
		34	2.5 x 2.5	1600	96	5.70	2.01	5.50	1.94
		34	3.0 x 3.0	1111	93	4.90	1.73	5.10	1.80
016L		65	1.5 x 1.5	4444	95	10.40	1.92	7.10	1.31
		65	1.5 x 2.0	3333	97	10.60	1.95	7.60	1.40
		65	2.0 x 2.0	2500	95	11.70	2.16	8.60	1.58
		65	2.0 x 3.0	1666	98	12.00	2.21	9.40	1.73
		65	2.5 x 2.5	1600	95	13.00	2.40	10.00	1.84
		65	3.0 x 3.0	1111	95	13.50	2.49	11.20	2.07
025L	002	0.5	2.0 x 2.0	2500	92	0.60	1.14	0.0	-
026L	004	56	2.0 x 2.0	2500	74	11.10	2.38	12.1	2.59
027L	005	57	2.0 x 2.0	2500	52	9.3	1.95	9.7	2.04

No.Exp.	Código Tratam.	Edad meses	Espaciam. Inicial (m)	Densidad inicial (árb/ha)	Supervivencia (%)	Altura (m)		DCM (cm)	
						\bar{x}	IMA	\bar{x}	IMA
029LL		54	1.0 x 2.0	5000	76	8.50	1.88	6.11	1.35
		54	1.5 x 2.0	3333	81	8.60	1.91	7.00	1.55
		54	2.0 x 2.0	2500	75	9.70	2.15	7.90	1.75
		54	2.0 x 2.5	2000	76	9.40	2.00	9.10	2.02
032L	003	54	2.0 x 2.0	2500	86	8.40	1.86	7.20	1.60
033L	001	55	2.0 x 2.0	2500	89	8.90	1.94	8.00	1.74
052L		51	1.6 x 1.25	5000	72	8.5	2.00	5.80	1.36
			1.6 x 2.0	3125	73	9.3	2.18	7.20	1.69
			1.6 x 2.5	2500	76	8.9	2.11	7.00	1.66
			1.6 x 3.0	2083	72	10.01	2.38	8.20	1.95
059L	001	119	2.0 x 2.0	2500	52	14.10	1.42	11.60	1.16
061L	001	57	2.0 x 2.0	2500	68	7.70	1.62	6.90	1.45
068L	001	17	2.0 x 2.0	2500	96	1.60	1.13	0.0	-
072L	001	57	2.0 x 2.0	2500	76	4.80	1.01	5.20	1.09
082L	001	53	2.0 x 2.0	2500	92	5.90	1.33	5.10	1.15
084L	001	52	1.5 x 1.5	4444	72	6.50	1.50	4.50	1.04
093L	001	64	1.0 x 3.0	3333	84	12.20	2.29	12.80	2.40
095L	001	65	2.5 x 2.5	1600	94	11.70	2.16	11.90	2.20
101L	001	57	2.0 x 2.0	2500	80	8.00	1.68	9.40	1.98
102L	001	57	2.0 x 2.0	2500	92	5.90	1.24	5.70	1.20
104L	001	58	2.0 x 2.0	2500	88	10.50	2.17	8.50	1.76
106L	001	58	2.0 x 2.0	2500	80	10.60	2.19	8.20	1.70
111L	001	67	2.5 x 2.5	1600	76	4.70	0.84	5.10	0.91
113L	001	67	2.5 x 2.5	1600	96	4.20	0.75	4.20	0.75
117L	001	67	2.5 x 2.5	1600	56	2.70	0.48	2.40	0.43
118L	001	67	2.5 x 2.5	1600	96	8.60	1.54	9.10	1.63
128L	001	58	2.0 x 2.0	2500	96	7.80	1.61	7.80	1.61
133L	001	118	2.0 x 2.0	2500	46	8.80	0.89	9.30	0.95
134L	001	55	2.0 x 2.0	2500	72	3.20	0.70	4.10	0.90
142L	001	9	2.0 x 2.0	2500	64	0.40	0.53	0.0	-

No.Exp.	Código Tratam.	Edad meses	Espaciam. Inicial (m)	Densidad inicial (árbo/ha)	Supervivencia (%)	Altura (m)		DCM (cm)	
						\bar{x}	IMA	\bar{x}	IMA
143L	001	59	2.0 x 2.0	2500	44	5.20	1.05	5.50	1.20
149L	001	58	2.0 x 2.0	2500	68	5.80	1.20	5.40	1.11
153L	001	59	2.0 x 2.0	2500	76	4.40	0.89	4.40	0.89
157L	001	9	2.0 x 2.0	2500	64	0.80	1.06	0.0	-
162L	2rebrotos	47	2.0 x 2.0	2500	100	7.90	2.41	7.90	2.02
	3rebrotos	47	2.0 x 2.0	2500	100	8.50	2.65	8.50	2.17
	4rebrotos	47	2.0 x 2.0	2500	89	8.40	2.76	8.40	2.14
	Nrebrotos	47	2.0 x 2.0	2500	78	8.70	2.56	8.70	2.21
167L		43	1.6 x 1.6	3906	77	4.90	1.72	4.90	1.36
			1.6 x 1.2	5208	66	5.30	1.81	5.30	1.48
			1.6 x 1.6	3906	60	6.60	1.92	6.60	1.84
			1.6 x 2.2	28.40	78	6.50	1.87	6.50	1.81
182L	002	24	2.0 x 2.0	2500	100	4.30	2.40	4.30	2.15
183L	003	24	2.0 x 2.0	2500	96	3.30	1.80	3.30	1.65
184L	001	44	2.0 x 2.0	2500	82	8.90	3.00	8.90	2.43
186L	001	43	2.0 x 2.0	2500	88	9.50	3.46	4.50	2.65
193L	001	53	2.0 x 2.0	2500	100	15.00	2.40	15.00	3.40
200L	001	42	2.3 x 2.3	1890	88	7.60	2.88	7.60	2.17
	002	42	2.3 x 2.3	1890	81	6.10	2.00	6.10	1.74
208L	001	49	3.0 x 1.5	2222	86	10.90	4.26	10.90	2.67

En el Cuadro 9 se presentan los resultados de crecimiento de *E. camaldulensis*, en los diferentes sitios ensayados en Nicaragua.

- Los incrementos medios anuales en altura fueron de 2.0 a 2.5 m/año a edades entre 5 a 7 años, mientras que a edades superiores a 10 años estos bajan de 1.0 a 1.5 m/año en altura total. Esto se explica debido a que los IMA (1.5 m/año) están influenciados por el manejo y la edad. Obviamente es de esperar que las condiciones edafoclimáticas también estén jugando un rol importante en el resultado global:

- La mayor limitante en suelos, podría estar en el contenido de materia orgánica, que es bajo, (1,5%) en algunos de estos sitios.

En general los elementos Ca, Mg, y K se halla en cantidades óptimas, por lo que, se descarta que estos puedan influir negativamente en el crecimiento de las plantas. Por lo demás el PH del suelo ligeramente básico, se ajusta a los requerimientos de la especie.

- Es de esperar que la textura arcillo-limoso, pueda dificultar en algo el drenaje libre de los suelos.

- La precipitación de 889 mm por año, se halla dentro de los rangos de tolerancia de la especie, sin embargo es baja.

Al respecto, un análisis más detallado de los experimentos 001L, 002L y el 003L, a 62 meses (5 años) de edad indican; que los IMA en altura para esta edad, están por encima de 2,5 m/año, lo cual indica que la especie crece más rápido en altura hasta la edad de 5 a 6 años. Esta puede ser la explicación del porqué el cambio de crecimiento cuando el cálculo del IMA se hace a los 15 años o más. Gómez (1981), en un estudio realizado en Nicaragua, confirma que las especies que mejor comportamiento muestran en la zona del Pacífico (estación seca pronunciada) son *E. camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* y *Gmelina arborea*. En sitios con mayor precipitación de esta zona, *E. deglupta* es de muy rápido crecimiento y cuando los suelos tienen buen drenaje *Tectona grandis* es una especie prometedora de alto valor.

Parcelas de Crecimiento Alto:

Las parcelas experimentales localizadas en los sitios UCA-Mateare (184L, 186L, 193L), Boaco (200L) y Chinandega (208L), arrojan crecimiento en altura muy buenos. En efecto, los IMA en altura sobrepasan los 2.5 m/año, lo que confirma los buenos antecedentes silviculturales del eucalipto, cuando las condiciones de clima y suelo le son favorables.

Hay evidencias de que se trata de suelos de la mejor calidad para esperar un crecimiento y desarrollo óptimo de la especie. Todos sus elementos químicos se hallan en cantidades consideradas óptimas, incluida la materia orgánica. Calculada en 4% y un pH entre 6 y 7. Del mismo modo la textura Franco Limoso y Franco Arenoso, estaría favoreciendo el drenaje libre y una precipitación de 1 300 mm por año. La humedad más alta se registra en Chinandega con 1641 mm, lo cual favorece notablemente el comportamiento de la especie.

Hay registros de incrementos medios anuales realmente impresionantes como los encontrados en sitios como el Gurú, León, donde se reportan crecimientos de 4 m/año en altura. Dato sólo comparable a los mayores incrementos reportados (quizás a nivel de Centro América). Con base en estas características, se afirma que los sitios experimentales, no presentan mayores limitaciones para el crecimiento y desarrollo de la especie. Por el contrario, se trata de sitios en los que amerita el cultivo de eucalipto con riesgos menores, aunque con un mejor manejo.

Según FAO (1981), los requisitos de sitio de la especie, comunicados por los países y resumidos pueden considerarse para aplicarlos principalmente a las procedencias del sistema Murray-Darling.

- Capacidad de prosperar y de producir cosechas aceptables en suelos relativamente pobres, con una estación seca prolongada.
- Capacidad de tolerar inundaciones periódicas.
- Vigoroso rebrote del tallo.
- Planta generalmente torcida o, por lo menos, bastante más torcida que especies preferidas, como *E. grandis* o *E. globulos*.
- Copa pequeña y, por lo tanto, menos apta para suprimir rápidamente el crecimiento de las hierbas, en comparación con especies de copa densa como *E. grandis*.
- Se pone clorótica sobre suelos fuertemente calcáreos.
- Produce una madera más dura, pesada y profundamente coloreada que las especies *E. grandis* y *E. globulus*, lo que la hace menos conveniente para pulpa.

Parcelas de crecimiento Medio:

Gran número de experimentos localizados en sitios diversos, han demostrado crecimiento en altura en forma satisfactoria, a término medio. Según la escala convencional de IMA entre 1.5 m y 2.5 m por año. Este es el caso de los siguientes ensayos.

008L	MANISA, Chinandega	011L	Ostional, Rivas
026L	El Gurú, León	027L	Mateare, Managua
032L	Tipitapa, Managua	033L	Sébaco, Matagalpa
061L	Mateare, Managua	093L	El Gurú, León
095L	El Gurú, León	101L	Acosasco, León
104L	Acosasco, León	106L	Acosasco, León
118L	Sébaco, Matagalpa	128L	Sébaco, Matagalpa
182L	San Francisco Libre	183L	San Francisco Libre

La edad de referencia de la mayoría de estas plantaciones es de tres años en promedio. Por lo tanto los IMA, corresponden a parcelas en su mejor edad de crecimiento. En general estos sitios demuestran condiciones edafoclimáticas favorables para el desarrollo de la especie.

Por ejemplo el pH de los suelos varía entre el óptimo a ligeramente básico. En cuanto al contenido de la materia orgánica los datos pertenecen a la categoría óptimo, a excepción de Sébaco que es relativamente bajo. Elementos como Ca, Mg y K, fluctúan también entre el óptimo y alto. Por lo demás, la precipitación para todos los sitios varía en el siguiente rango: 889 mm en Sébaco, hasta 1995 mm registrados en MANISA (Chinandega).

Finalmente la textura en todos los casos es franco, variando únicamente del franco arcilloso al franco arenoso, lo cual garantiza buen drenaje.

Con base en las características antes mencionadas, se afirma que los sitios experimentales, no presentan mayores limitaciones para el crecimiento y desarrollo del eucalipto. Por el contrario es viable su cultivo con riesgos menores.

Parcelas de crecimiento bajo:

Algunos sitios, han demostrado ciertas inconveniencias para el desarrollo del eucalipto. Observaciones de 4 a 5 años, arrojan un IMA en altura por debajo de 1.5 m/año, lo cual es considerado bajo según las categorías establecidas en el Cuadro No 8.

Por ejemplo sitios como San Francisco Libre (Exp. 086L, 072L), San Ramón (082L, 084L), Chagüitillo (111L, 113L y 117L), Sébaco (133L, 134L, 142L, 143L, 149L y 153L) y Jiquilillo (157L), han reportado crecimientos muy pobres, al menos para esta primera fase de análisis.

Es probable que este lento crecimiento esté influenciado más por condiciones de suelo, que por el clima. Por otro lado, en lo que respecta a suelos, no se vislumbra deficiencias en elementos mayores, ni en materia orgánica (M.O.).

Sin embargo, la presencia de suelos vertisoles, podría estar limitando el rendimiento del eucalipto por las desfavorables condiciones físicas del suelo y por la baja precipitación. Chang (1984), en un estudio realizado en la zona de referencia, concluye que los suelos vertisoles al hincharse y contraerse (aumento o pérdida de agua) son capaces de quebrar las raíces de las plantas causando trastornos a los árboles. Esta característica de dilatación está relacionada con factores como el contenido de arcilla, proporción de montmorilomita y la proporción de sodio. También se dice que esta propiedad es una función del índice de plasticidad, contenido de humedad inicial y porcentaje de arcilla. La característica de contracción está relacionada con la pérdida de agua y contenido de agua durante el proceso de dilatación.

Es atribuible también, la duración de la estación húmeda que es muy variable, lo cual indica inconsistencia en términos de precipitación. Así como, problemas de preparación de la tierra.

Una compilación de resultados realizados por Lanuza (1995), demuestra:

- a. Que en el sitio Experimental la UCA-Mateare, el eucalipto reporta crecimientos en altura variable entre 2.2 y 3.9 m/año, lo cual es considerado alto. Este notable crecimiento, se traduce en la producción de biomasa, que para el caso de leña (verde), se estima entre 19.5 y 36.2 tm/ha, lo que significa un IMA en leña de 4.4 a 20.0 tm/ha/año, considerando una edad aproximada de 3 a 5 años.

- b. Que en el sitio experimental El Gurú, el eucalipto a diferentes espaciamientos reporta crecimiento en altura hasta de 11.3 m con un incremento de 4.1 m/año y en diámetro 3.6 cm/año para el espaciamiento 2.5 x 2.5 m. En relación a la producción de biomasa para el caso de leña verde se encuentran valores entre 5.2 tm/ha con un incremento de 1.8 tm/ha para el espaciamiento mayor (3 x 3 m) y 100 tm/ha con incremento de 37.6 tm/año para el espaciamiento 1 x 3 m, considerando una edad entre 32 y 34 meses.
- c. Para el sitio San Ramón, el crecimiento en altura a los 36 meses fue de 1.8 m con incremento de 1.8 m/año y 1.4 cm de incremento en diámetro y la producción de leña verde fue de 15.7 tm/ha con 5.2 tm/ha/año. A los 26 meses la producción de leña seca fue de 2.8 y 4.8 tm/ha con incremento de 1.0 y 2.2 tm/ha/año.
- d. El sitio Las Colinas a la edad de 32 meses presenta alturas hasta 11.9 m con 4.4 m/año de incremento y un diámetro de 8.8 cm con incrementos de 3.3 cm/año. La producción de leña verde varía entre 75.8 y 88.8 tm/ha con incrementos de 28.5 y 33.4 m/ha/año respectivamente. A los 20 meses presenta 88.8 tm/ha y 33.4 tm/ha/año de incremento.
- e. Los sitios el Gurú, Las Colinas y Mateares presentan los niveles más altos de rendimiento en leña.

CONCLUSIONES

1. Los mayores crecimientos en altura (arriba de 2.5m/año) se obtienen en los sitios con suelos profundos, buen drenaje y precipitación superior a 1200 mm. Este es el caso de la zona de León (Gurú), Chinandega (MANISA) y algunos sitios de Managua (Mateare).
2. Los crecimientos más pobres en altura (menores de 1.5 m/año), se dan en sitios con problemas edáficos, sobre todo propiedades físicas de los suelos vertisoles. En efecto terrenos sonsocuitosos de San Francisco Libre (Managua), Chagüitillo (Sébaco) y San Ramón, han demostrado no ser adecuados para el cultivo del eucalipto.
3. Areas que han soportado cultivos industriales con cierta intensidad (algodón, arroz) y que hoy se hayan en estado marginal, están revertiendo su uso al campo forestal. En la Zona de Sébaco, León y Chinandega existen centenares de hectáreas de tierras ociosas que necesitan incorporarse a la producción forestal y agroforestal. Las experiencias con eucalipto en estas condiciones han demostrado ser exitosas.
4. La sobrevivencia en general es aceptable, mayor del 80% (promedio para todos los ensayos), lo cual demuestra, que la mortalidad no es atribuible directamente a las condiciones de los sitios; sino que, la pérdida de la plantación se debe más a otras causas, como: calidad de plántulas obtenidas en vivero, transporte inadecuado, falta de mantenimiento (malezas), incendios provocados o fortuitos, entre otros.

5. Con poco margen de error, se puede afirmar que el desarrollo inicial del *E. camaldulensis* es prometedor; como que la mayor parte de los datos de crecimiento en altura oscilan entre 1.5 y 2.5 m/año, que puede considerarse como un indicador de buen crecimiento para toda la región del Pacífico Seco.
6. Definitivamente el control de malezas oportuno es una práctica imprescindible en las plantaciones de eucalipto. El ensayo ha demostrado las ventajas del control manual (machete) y el químico (paraquat), que se han traducido en el buen crecimiento inicial de las árboles. En contraste el testigo que no ha tenido ningún control, ha demostrado ser nocivo.
7. Para la producción de biomasa, en turnos cortos, sin especificar el producto, el espaciamiento de 2 x 2 m, parece ser el más acertado; esto quiere decir una densidad poblacional de 2,500 árboles/ha al inicio de la plantación. Esta apreciación es compartida por muchos reforestadores.
8. Los datos sobre manejo de rebrotes no son todavía concluyentes. Al menos los promedios de crecimiento en altura y diámetro para los diversos tratamientos (2, 3, 4 y todos), no han demostrado diferencias marcadas. Pero se puede afirmar que dos o tres rebrotes pueden manejarse para fines energéticos.

RECOMENDACIONES

1. Este primer nivel de interpretación de resultados podrían profundizarse, practicando otros análisis estadísticos más. Desafortunadamente no abundan datos de plantaciones de mayor edad y con buen manejo, pero esto puede ser subsanado, extrapolar información procedente de otras experiencias análogas.
2. La variabilidad observada en los promedios de crecimiento en altura (para la misma edad y sitio), puede deberse a factores intrínsecos de la especie. Se sugiere la producción de plantas con semilla de procedencia conocida, a fin de obtener plántulas de calidad silvicultural apropiada.
3. Perciera que el eucalipto confirma su enorme plasticidad para prosperar en suelos y climas diversos. En Nicaragua, en la zona del Pacífico, la variación de los sitios no es tanto en clima; pero sí en suelos. Por esta razón se sugiere intensificar estudios de calidades de sitio con énfasis en las características físicas del suelo.
4. Todo indica que los suelos de la Región del Pacífico Seco, con raras excepciones no son deficitarios en M.O., Ca, Mg ni K y la gran mayoría tiene pH entre 6 y 7 lo cual indica en conjunto una alta productividad para el eucalipto. Lo que hace falta es mejorar las prácticas culturales y definir un Plan de Manejo que se debe cumplir con cierto rigor.

5. En un futuro no lejano, deben definirse los productos del eucalipto para el mercado. Conocido esto, se podrá definir un Plan de Manejo apropiado para obtener dichos productos. Mientras tanto, hay que ir desarrollando criterios de Manejo Adaptativo lo que demanda una alta participación de todos los reforestadores involucrados en la reforestación.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central: Resultados de cinco años de Investigación/CATIE. Dpto. de Recursos Naturales Renovables. Turrialba. 228 p. (Serie Técnica Informe Técnico/CATIE; No. 86)
- CHANG, B. 1984. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y verticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis MSc.; Turrialba, Costa Rica, UCR - CATIE, 144 p.
- FAO. 1981. El Eucalipto en la repoblación Forestal. Roma, FAO, 723 p. (Colección FAO Montes, No. 11).
- GOMEZ, D. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Msc.; Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 166 p.
- HERRERA, Z.; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 Maderas Nicaragüenses. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), Managua, Nicaragua, 178 p.
- HUGHELL, D. 1989. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de cuatro especies de uso múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. s.p.
- MARTINEZ, H. 1990. *Eucaliptus camaldulensis*, especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No.158. 68 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Especies para leña arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 343 p.
- OTAROLA, A.; UGALDE, L.; REYES, M. 1983. Control de malezas en una plantación de *Eucaliptus camaldulensis* Dehnh en Nicaragua. Resultados de un ensayo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 20 p.
- OTAROLA, A; DELGADILLO, F.J.; REYES, M. 1983. Energía Renovable: Guía de la Investigación Forestal en Nicaragua. Managua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y el Ambiente. 143 p.
- SEQUEIRA, A. 1995. Crecimiento y rendimiento de *Eucalyptus camaldulensis* bajo seis espaciamientos en Mateare, Nicaragua. Managua, Nicaragua. 16 p. (Documento mimeografiado).

ANEXO



Rebotes de *E. camaldulensis* de un año de edad. Sitio UCA-MATEARE, Nicaragua.



Rebotes de *E. camaldulensis* de cinco años de edad, Nicaragua.

Especie: *Gliricidia sepium*

Redactor: Fátima Calero

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers

Familia: Fabaceae (Leguminosae)

Otros nombres comunes: Madrecacao, Madreado, Palo de Hierro, Matarratón, Piñón Cubano.

Origen y distribución

Esta especie tiene una distribución natural que va desde los 7°30' de latitud norte en Panamá, hasta 25°30' latitud norte en México. Es nativa de las zonas bajas de México y América Central, con una estación seca bien definida (CATIE, 1991). En Nicaragua, se presenta en rodales naturales y actualmente se encuentran plantaciones establecidas en la mayoría de los departamentos con fines energéticos como leña y de protección (Centeno, 1993).

Gliricidia es un árbol de tamaño mediano, de 10 a 15 m de altura y generalmente 40 cm o menos de diámetro, su copa es abierta y de follaje ralo e irregular. La forma del árbol es variable, su tronco es de base recta y fuste normalmente torcido con tallos múltiples originados cerca de la base (CATIE, 1986). El sistema radicular de las plantas provenientes de semillas es profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal, mientras que en plantas provenientes de estacas las raíces tienden a ser superficiales.

Esta leguminosa es muy conocida como árbol en cercos vivos, especialmente en fincas ganaderas. La especie se utiliza como sombra de café y cacao, fija el nitrógeno del aire. Se defolia casi totalmente durante la época seca. Produce leña de excelente calidad. Crece bien en un rango amplio de condiciones de suelo y clima, aunque suelos con altos contenidos de arcilla o poca retención de humedad limitan su crecimiento. Resiste bien al fuego y rebrota aún después que la parte aérea haya sido quemada casi totalmente (CATIE, 1986).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En su ámbito de distribución natural prevalece un clima subhúmedo relativamente uniforme, con precipitaciones que van de 500 a 1500 mm y cinco meses de período seco, desde diciembre hasta abril. Fuera de su ámbito natural ha sido plantada exitosamente en climas con precipitaciones entre los 785 y 3500 mm anuales y con estación seca definida (Hughes, 1987; CATIE, 1986; NAS, 1984; Salazar, 1988). Se ha plantado con temperaturas promedios superiores a 22°C (CATIE, 1986).

Crece en una gran variedad de suelos, desde arenas puras, regosoles pedregosos, hasta vertisoles negros profundos en su rango natural y ha sido cultivado en suelos desde arcillosos hasta franco arenosos. La especie tolera pH entre 5.5 y 7.0 (Hughes, 1987).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Por la fácil propagación por semillas o por estacas, su manejo a través de rebrotes o poda de copas y por su capacidad de fijar nitrógeno, es una especie utilizada por muchos agricultores como cercas vivas y postes, en las fincas y en plantaciones, o en combinaciones agroforestales.

Produce leña de buena calidad, quema lentamente y con poco humo. Tiene un poder calorífico de 20 500 kJ/kg. Estudios realizados por el laboratorio de tecnología de la madera (Herrera y Morales, 1993; IRENA/SFN, 1992), reportan que la madera posee una densidad básica de 0.67 gr/cm³, posee buenas propiedades mecánicas, es altamente resistente a las termitas y a la pudrición, difícil de trabajar aunque se obtienen acabados satisfactorios. La madera se usa para construcción rural, artesanías, implementos agrícolas, mangos de herramientas y postes.

En los departamentos de Masaya, Carazo y Granada, *Gliricidia sepium* es utilizada frecuentemente como cercas vivas, sistemas de café con sombra, en huertos caseros, como soportes vivos de pitahaya (*Cereus* spp), chayote (*Sechium edule*) y granadilla (*Passiflora quadrangularis*). En una investigación sobre sistemas agroforestales en fincas pequeñas de los Departamentos de Granada y Rivas, Nicaragua, se observó que entre las especies más utilizadas en cercas vivas, *Gliricidia sepium* obtuvo un porcentaje de 13% en Granada y 21% en Rivas; en sistemas de árboles dispersos en las fincas, *G. sepium* ocupa el 27% siendo utilizado por los agricultores para producción de leña en un 28%, como madera 6%, protección 4% y rondas 4%.

Otros usos

Se usa tradicionalmente como fuente de forraje; posee altos contenidos de proteína cruda (13,3% para tallos tiernos y 30% para hojas frescas en materia seca). El ganado puede ingerir el follaje tierno, sólo o mezclado con otros alimentos como gramíneas y melazas, también se ha ensilado el follaje para suministrarlo al ganado en la estación seca. Se han señalado propiedades medicinales para las hojas, también se emplea para combatir plagas en nidos de aves y parásitos de la piel en perros y ganado. Las flores son utilizadas como alimento humano en Guatemala, El Salvador y Costa Rica (CATIE, 1986).

SILVICULTURA

Gliricidia sepium, se regenera naturalmente en terrenos pobres, libres de maleza o con poca competencia, debido a la alta producción de semillas y a la capacidad de las semillas para soportar períodos prolongados de sequía y germinar en suelos desnudos y pobres al inicio de las lluvias. En su ámbito de distribución natural, la floración y fructificación es relativamente uniforme con un período de cosecha típico de 20 días (Hughes, 1987). En la vertiente Pacífica de América Central, la producción de semillas se inicia a finales de enero y se extiende hasta comienzos de abril. Debido a la dehiscencia característica de la especie, los frutos deben colectarse cuando presentan una coloración amarillo-parduzca, o cuando se inicia la dehiscencia de los primeros frutos (CATIE, 1986).

Las semillas frescas tienen un porcentaje alto de germinación sin tratamiento pregerminativo. Las semillas de un año o más deben remojar en agua a temperatura ambiente por 24 horas. La germinación se inicia generalmente a los tres días y puede extenderse hasta 10 a 12 días. En Nicaragua, es común que la germinación de las semillas se realice directamente en las bolsas; el sustrato utilizado posee 30% de estiércol; con riego constante en las primeras etapas y antes de la plantación se suspende el riego para su lignificación. El establecimiento de vivero se inicia en enero, para tener listas las plantas de mayo a junio, cuando inicia la estación lluviosa.

La siembra directa en el campo.

Es el método más económico para establecer *Gliricidia*. En cultivo en callejones, se ha plantado a siembra directa al espeque, utilizando tres semillas por postura, obteniendo buenos resultados de crecimiento en Cofradía, Masaya, con buen control de malezas en las etapas iniciales (Sandoval, 1990).

La preparación del terreno.

Para una plantación cuyo objetivo es la producción de leña, postes y/o madera, consiste primero en la eliminación de toda la vegetación existente para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes. Esta preparación se realiza un mes antes de la plantación, en el verano. En el sistema de siembra directa, el control de malezas en los primeros meses es primordial, para lograr una buena germinación y un buen crecimiento (CATIE, 1991).

Fertilización en vivero.

Gliricidia ha respondido a la fertilización de tipo foliar, así como aplicaciones de N-P-K (10-30-10) en dosis de 1.0 a 1.5 g/planta. Se necesita aproximadamente 12 semanas para obtener plantas de 30 cm o más, aptas para plantación en campo definitivo (CATIE, 1986).

Establecimiento

El espaciamiento utilizado en la plantación depende del objetivo de producción propuesto. En general, los espaciamientos menores se utilizan para mayor producción de biomasa; madera de menor dimensión y en el menor tiempo; los espaciamientos amplios se utilizan para producción de productos de mayor dimensión como postes para cerca y construcción, sombra para el café y madera.

Sistemas Agroforestales

Arboles para sombra y soporte.

G. sepium posee una copa ancha, de follaje fino, lo cual permite que la luz se filtre, por lo que puede ser utilizada como sombra transitoria o permanente en cacaotales, cafetales y té o como soporte vivo para vainilla, pimienta negra y ñame (Mora, 1983; Skoupy y Vadau, 1976; Vera, 1987 citados por CATIE, 1991). En la cuarta región de Nicaragua (Carazo, Masaya, Granada y Rivas), es común observarlo como sombra de café y tutores vivos y muertos en el cultivo de pithaya.

Producción de forraje.

Es usada extensivamente en los trópicos, como una planta para ramoneo y fuente de forraje. Es utilizada como alimento para rumiantes, sin embargo, puede ser tóxico para la mayoría de los no rumiantes. Para producir forraje se puede utilizar material proveniente de cercas vivas, setos densos o a través de grupos de árboles plantados en los potreros como bancos de forraje, los cuales se establecen utilizando semillas o estacas (CATIE, 1991).

Benavides (1993), citando a Mendieta (1989), en un estudio de especies arbóreas para alimentación de pequeños rumiantes, encontró que el follaje tiene alto contenido de proteína cruda, más del doble, en relación con pastos y 30% más que el concentrado comercial. *G. sepium* mostró porcentajes promedios de materia seca (MS) de 26%, un 25% de proteína cruda y valores de energía metabolizable de 2.23 Mcal/kg MS, los cuales resultaron mayores que los de *Erythrina poeppigiana*, *E. besteroana* y otros residuos agrícolas.

Cercas vivas.

Entre las técnicas agroforestales de uso tradicional en el trópico, las cercas vivas ocupan un lugar destacado. En Nicaragua, su uso es muy común para delimitación de áreas, protección al ganado, producción de leña y forraje. El establecimiento y manejo de cercas vivas de *G. sepium*, varían según la zona, el interés del agricultor y la disponibilidad del material para plantación.

En Nicaragua generalmente los agricultores utilizan estacones de 1.8 m de largo y de 5 a 10 cm de diámetro. Se están realizando trabajos con agricultores en donde se recomiendan estacones de 2.3 m de largo y 5-10 cm de diámetro; realizando un corte en la base para facilitar el andaje de los estacones y el corte apical en chaflán, para facilitar el escurrimiento del agua y evitar pudriciones o aparición de enfermedades fungosas (Otárola, 1995).

Cultivo en callejones.

Los cultivos en callejones consisten en el establecimiento de hileras de árboles o arbustos intercalados con cultivos agrícolas. El objetivo de sembrar hileras de árboles, es la producción de abono verde para mejoramiento de la estructura del suelo, aumento de la fertilidad y protección (IRENA/SFN, 1992). El madero negro es una de las especies utilizadas, por sus características de fácil establecimiento, crecimiento rápido, buena producción de forraje, capacidad de rebrotes y resistencia a podas periódicas.

En el Proyecto Sistemas Agroforestales en Nicaragua, como alternativas del uso de la tierra, se han establecido ensayos de cultivo en callejones con hileras de *G. sepium* utilizando espaciamientos entre hileras de 6 m y entre árboles de 1 m obteniendo resultados de crecimiento satisfactorios en los cultivos agrícolas en los municipios de Cofradía, Masaya; Mateare, Managua.

Los sistemas de establecimiento y manejo de *G. sepium*, varían según la zona y el objetivo del agricultor, y la disponibilidad del material para plantación.

En cercas vivas, la poda de producción puede ser total, en la que se eliminan todos los rebrotes, o parcial cuando se aprovechan rebrotes para leña o tutores y se dejan uno a tres para el cultivo de estacaones, la poda se realiza normalmente en la época seca (CATIE, 1991). La frecuencia de podas de los rebrotes es variable: cortes sucesivos cada dos o tres meses para forraje; o cortes cada uno, dos o tres años para sacar nuevo material para cercas, leña o varas para sostén de hortalizas.

En el cultivo en callejones, mientras el cultivo agrícola crece, la *G. sepium* se puede podar cada cinco o seis semanas de tal forma que se elimine la sombra sobre el cultivo alimenticio. Conforme el cultivo madura, la frecuencia de poda disminuye. En Nicaragua, en estudios de investigación realizados por el Proyecto SAF como alternativas del uso de la tierra, se realizan podas a 1 m de altura dos veces al año, antes de iniciar la siembra del cultivo alimenticio, respondiendo la especie positivamente a este manejo. Para los árboles de sombra se requieren podas anuales. Ej: sombra para café en Nicaragua, en los departamentos de Carazo, Granada y Masaya (IRENA, 1992).

Producción de leña y madera.

Dependiendo del objetivo, se pueden realizar podas y raleos. El mejor método de aprovechamiento es el de tala rasa a una altura de 10 a 20 cm del suelo, con posterior manejo de rebrotes, seleccionando los 2 ó 3 mejores rebrotes por tocón (nota técnica No 2. SFN / IRENA, 1992). Sin embargo, en Nicaragua en un ensayo de manejo de rebrotes de *G. sepium* en el municipio de Las Maderas, Managua, los resultados coinciden con otros (CATIE, 1991) que en plantaciones puras, no es necesario la selección de los rebrotes, ya que los resultados muestran que en la última medición en los rebrotes, hubo una auto selección natural, oscilando los tratamientos de uno a dos rebrotes/árbol (Informe Interno Madeleña-3, 1995. Sin publicar).

Plagas y Enfermedades

Los animales que atacan las flores, pueden destruirlas completamente, evitando así la producción de semillas, esta destrucción es causada por chinches, homópteros y abejones, como sucede en el madero negro provocado por un cercópido (*Cercopidae*) (CATIE, 1991).

Insectos

El "gusano peludo" (lepidóptero), de 1 a 8 cm, defolia los árboles, al igual que el "gusano cabezón", cuya larva de 2 a 5 cm pliega las hojas, tanto en vivero como en plantaciones. Este problema se controla a nivel de vivero sólo en casos muy severos, con algún insecticida. Uno de los problemas más comunes en viveros son las larvas de *Agrotis* spp, de 4 a 5 cm llamado "gusano cortador", "cuerudos" y "tierreros". Estas larvas de noche cortan las plántulas a nivel del suelo o a 1 a 2 cm de altura y luego consumen el follaje. El combate de este cortador se hace mediante insecticidas granulados, aplicados durante la preparación de los bancales o eras (CATIE, 1991).

Patógenos

En viveros, la enfermedad del Damping off, es producida por varias especies del patógeno *Fusarium* sp que habita en el suelo, dichos hongos afectan tejidos del tallo y hojas, estos se pudren observándose una coloración rojiza del tejido dañado u oscurecimiento de los tejidos internos del tallo, arriba de la lesión. Para prevenirlo, después del trasplante se aplica una dosis de pentaclorodinitrobenzeno de 30 a 40 g/m² con una concentración del 75% (Salazar, 1988).

Rendimiento

Estimación del rendimiento por árbol:

En Alajuela, Costa Rica en bosque húmedo tropical a 950 msnm, con 1908 mm de precipitación, al cosechar árboles de 30 años, espaciados 5.5 x 5.5 m se observó un diámetro promedio de 26 cm y una altura total de 16.4 m. La cosecha de 17 árboles dio un peso promedio total de 312,5 kg/árbol, distribuidos así: 84% en el fuste, 14% en las ramas y el 2% en el follaje. En términos de leña apilada, el rendimiento promedio por árbol fue de 1,2 metros estéreos por árbol lo que equivale a 396 mst/ha para una densidad de 330 árboles/ha (Salazar, 1984, citado por CATIE, 1991).

Rendimiento en bosque natural:

En un rodal natural de *G. sepium* de aproximadamente seis años de edad, en Nicaragua (900 árboles/ha) se obtuvo un rendimiento de 34 tm/ha de tronco y ramas delgadas, con un contenido de humedad de 52 y 58 por ciento para el tronco y ramas delgadas, respectivamente (Otárola y Ugalde, 1983). Con datos obtenidos en un bosque natural de Nicaragua, se estimó un incremento anual total de 8,5 m³/ha/año basado en un ciclo de corta de tres años en un rodal de 25 años con 1376 árboles/ha (Park y Newman, 1982).

Estudios realizados en Nicaragua, con manejo de rebrotes de *G. sepium* en vegetación natural en el municipio de Las Maderas, Managua, se obtuvieron valores de área basal desde 12.8 m²/ha hasta 5.1 m²/ha a los 4.7 años de edad para tratamiento de un rebrote. Al 1.1 año se logran 9.7 tn/ha/año de peso seco de leña por ha para el tratamiento de todos los rebrotes (Calero, 1992). Díaz (1995), encontró, en el manejo de cuatro tratamientos de rebrotes de *G. sepium* en vegetación natural, en Belén, Rivas, Nicaragua; que para fines energéticos, el aprovechamiento de esta especie debe realizarse a los 3.7 años de edad obteniéndose de 9.7 a 17.21 tm/ha de peso seco de leña.

Estudios realizados con seis procedencias de *G. sepium* de México, América Central y Panamá, se concluyó que las procedencias que mostraron mejor comportamiento en cuanto a variables de crecimiento y producción de biomasa, fueron Vado Hondo, Guatemala; Masaguara, Honduras; Rivas, Nicaragua y Monterrico, Guatemala. Estos resultados fueron similares en varias evaluaciones tanto a 360 días después de establecido, como a los 570 días (Obando, 1994; Calero, 1992).

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Desde 1982 en el país, se establecieron 127 parcelas en 26 experimentos de *G. sepium* distribuidos en cinco de las Regiones de Investigación Forestal. En el cuadro 1 se presentan los sitios en estudio y sus características climáticas. Se establecieron experimentos desde altitudes de 30 msnm hasta 640 msnm. Las zonas de vida varían de bosque seco tropical a bosque muy seco tropical. La temperatura media anual en los sitios ensayados oscilan entre 21°C y 28.4°C. Las precipitaciones medias anuales van desde 785 mm hasta 1623 mm.

Los sitios de los 7 experimentos establecidos presentan una gran variedad de suelos desde arcillosos, francos, franco limosos, franco arenosos, arcillo limosos y franco arcillosos hasta franco arcillo limosos. La gran mayoría de estos suelos se presentan con pH básicos y contenidos de materia orgánica muy variables entre los sitios.

Cuadro 1. Características de los suelos en los sitio donde se establecieron parcelas de *Gliricidia sepium* en Nicaragua.

Sitio	No. Perfil	Textura	pH	M.O.%	Ca (meq/100 g)	Mg (meq/100 g)	K (meq/100 g)	CIC
109	15	F	7.3	4.7	13.0	3.8	1.7	29.4
204	7	F	7.0	3.8	20.0	5.3	2.1	37.5
209	2	FA	6.2	4.1	21.0	9.0	1.9	43.3
516	26	Fa	7.2	0.5	21.5	5.1	1.0	39.6
207	1	FAL	6.5	5.6	29.5	10.2	0.7	44.4
302	37	FAL	6.5	7.5	15.0	8.2	0.2	50.8
209	3	A	7.3	2.8	48.0	12.3	0.3	74.2
504	35	F FL	7.0	12.9	21.0	7.6	1.2	52.4
210	6	F	7.0	5.4	21.0	4.9	1.8	42.3
204	7	F	7.0	3.8	20.0	5.3	2.1	37.5
205	5	FA	7.5	3.6	32.5	6.8	0.6	47.1
302	37	FAL	6.6	7.5	15.0	8.2	0.2	50.8
109	14	FAL	7.3	6.1	15.5	5.8	1.2	37.5
516	24	a	8.2	0.5	15.0	3.9	0.3	26.8
522	28	A	7.6	2.2	26.5	11.5	0.8	53.5
521	21	FA	7.4	4.1	25.0	7.4	1.1	42.3
517	32	F	8.0	2.1	16.5	5.2	0.3	49.3
526	33	FA	7.1	3.2	35.0	10.4	1.3	57.3
204	7	F	7.0	3.8	20.0	5.3	2.1	37.5

Se han utilizado diferentes tratamientos para evaluar el comportamiento de *Gliricidia sepium*, a continuación se presentan los resultados de los análisis por tipo de experimento.

ENSAYOS DE MANEJO DE REBROTOS

Es ampliamente conocida la capacidad de producción de rebrotes de esta especie. Se han establecido en Nicaragua experimentos en diferentes lugares del país, en vegetación natural. El cuadro 2 muestra los sitios donde se establecieron los experimentos y los resultados de crecimiento en altura y diámetro.

Sobrevivencia

La sobrevivencia fue mayor en el sitio La Curva del Km 57, municipio Las Maderas, Managua; a los 57 meses de edad. La sobrevivencia fue mayor con el tratamiento de "todos los rebrotes" con 99%. En El Amparo, Rivas a los 59 meses la sobrevivencia osciló entre 64 y 74%; presentándose en el tratamiento de tres rebrotes, la mayor sobrevivencia (74%).

Altura

Los parámetros utilizados para determinar la calidad de sitio fueron los siguientes: (De acuerdo al IMA en Altura Total):

Alto:	>1.5 m.
Medio:	1.0 a 1.5 m.
Bajo:	< 1.0 m.

Los crecimientos en altura fueron bastante similares entre los sitios y entre tratamientos. En La Curva del 57, los promedios oscilaron entre 4.5 y 5.4 m. El mayor valor lo obtuvo el tratamiento de todos los rebrotes (5.4 m). En El Amparo, Rivas los promedios en altura a los 59 meses variaron entre 4.0 y 5.0 m, el promedio mayor de altura se presentó en el tratamiento de dos rebrotes (5.0 m).

Diámetro

Los mayores diámetros encontrados en La Curva del 57, a los 57 meses, se presentan en el tratamiento de todos los rebrotes (8.1 cm). Sin embargo, en El Amparo, Rivas los mayores crecimientos se presentan en el tratamiento de 2 rebrotes con (5.2 cm). Al final de estas mediciones se pudo observar que el número de rebrotes promedio, cuando se deja todos los rebrotes es de dos rebrotes por planta. Estos resultados sugieren que no es necesaria la selección de rebrotes y que se obtienen buenos resultados de crecimiento en altura y diámetro como el caso de El Amparo, Rivas.

Cuadro 2. Promedios de crecimiento de rebrotes de *Gliricidia sepium* en diferentes lugares de Nicaragua.

Nombre del sitio	COD	N EXP	COTRAT	EDAD (meses)	SUPERV. %	ALTURA (cm)		DCM (cm)		IMA altura
						\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	
La Curva del 57	207	034L	1rebrote	57	98	4.5	0.95	5.1	1.07	bajo
			2rebotes	57	88	5.0	1.05	5.8	1.22	medio
			3rebotes	57	85	5.0	1.05	5.7	1.20	medio
			Nrebotes	57	99	5.4	1.14	8.1	1.70	medio
El Amparo	302	036L	1rebrote	59	65	4.8	0.98	4.5	0.92	bajo
			2rebotes	59	70	5.0	1.02	5.2	1.06	medio
			3rebotes	59	74	4.4	0.89	4.5	0.92	bajo
			Nrebotes	59	64	4.0	0.82	4.1	0.84	bajo

* Bajo ≤ 1.0 Medio = 1.0 - 1.5 Alto ≥ 1.5

ENSAYOS DE ESPACIAMIENTOS

Se han utilizado distancias de plantación, según el objetivo de la misma, desde 0.75 m hasta 2 m en cercos vivos; desde 4 m x 4 m hasta 8.5 x 8.5 m como sombra en plantaciones de café y cacao y desde 1 x 1 m hasta 3 x 3 m con varias combinaciones entre éstos distanciamientos en plantaciones para leña. Distancias mayores a 1.5 m y 2 m producen los mayores incrementos en el crecimiento diamétrico (CATIE, 1986). Se establecieron dos ensayos de espaciamientos en dos zonas de Nicaragua. Uno ubicado en DEAZUCAR y el otro ubicado en UCA-Mateare.

Sobrevivencia

A los 56 meses de edad, *G. sepium* en DEAZUCAR mostró una alta sobrevivencia variando entre los tratamientos de 93 a 100%. El tratamiento que presentó mayor sobrevivencia (100%), fue el de 2 x3 m. En cambio en la UCA-Mateare la variación entre tratamientos osciló de 78 a 93%; la mayor sobrevivencia se detectó en el tratamiento 2 x 2 m.

Altura y diámetro

Los mayores valores en altura y diámetro se obtuvieron en el tratamiento 2 x 3 m en DEAZUCAR; con valores de altura de 5.1 m y 5.8 cm de diámetro a 56 meses. En la UCA-Mateare los mayores valores en altura y diámetro se presentaron con espaciamientos de 3 x 3 m a los 43 meses; con altura promedio de 4.5 m y diámetros de 7.9 cm.

En experimentos realizados en Deazúcar, Nicaragua, donde fueron estudiados distanciamientos de plantación de 1.5 x 2.0 m hasta 3.0 x 3.0 m, es decir, de 3333 a 1111 árboles por hectárea respectivamente, se encontraron pequeñas diferencias, en el crecimiento diamétrico por eje, entre distancias de plantación. Se observó también una pequeña ventaja de crecimiento en altura y diámetro, a los 32 meses y un mayor número de ejes en el mayor espaciamiento. Lo anterior parece sugerir que la especie requiere más de 3 m²/planta en los primeros años para crecer bien.

Cuadro 3. Promedios de crecimiento de *Gliricidia sepium* a diferentes espaciamientos en los sitios de Nicaragua.

SITIO	COD	N EXP	COTRAT	EDAD (meses)	DENSIDAD INICIAL	SUPERV. %	ALTURA (m)		DCM (cm)		IMA altura
							\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	
DEAZUCAR	209	030L	2.0x1.5	56	3333	93	4.5	0.98	5.6	1.21	bajo
			2.0x2.0	56	2500	95	4.6	1.00	5.5	1.19	medio
			2.0x2.5	56	2000	97	4.8	1.04	5.4	1.17	medio
			2.0x3.0	56	1666	100	5.1	1.10	5.8	1.26	medio
UCA-Mateare	204	178L	1.5x2.0	43	3333	78	3.9	1.08	6.1	1.70	medio
			2.0x2.0	43	2500	93	4.0	1.12	6.3	1.76	medio
			2.0x2.5	43	2000	82	3.7	1.03	6.2	1.73	medio
			2.0x3.0	43	1666	87	3.6	1.00	7.0	1.95	medio
			3.0x3.0	43	1111	87	4.5	1.26	7.9	2.21	medio

* Bajo \leq 1.0

Medio = 1.0 - 1.5

Alto \geq 1.5

ENSAYOS DE TIPO DE CORTE

Se establecieron experimentos de tipo de corte, realizando cortes selectivos, tala rasa y dejando todos los rebrotes. En La Curva del 57, Las Maderas, Managua y en El Amparo, Rivas. Se presentan resultados de crecimiento de *G. sepium* en el cuadro 4, a los 56 y 55 meses de edad en ambos sitios.

Sobrevivencia

En La Curva del 57, la sobrevivencia no fue afectada por los tratamientos variando de 90 a 97%. La mayor sobrevivencia se presentó en el tratamiento de todos los rebrotes con 97%. En cambio en El Amparo, Rivas, esta se vió afectada por el tratamiento de corta total con 63%.

Altura

Gliricidia sepium, en el sitio La Curva del 57, Las Maderas, respondió positivamente a los tipos de corte, los valores oscilaron entre 4.9 y 7.1 m. En El Amparo, Rivas, la especie respondió positivamente al corte selectivo y al tratamiento sin corte, con alturas de 4.7 m y 6.0 m respectivamente. Sin embargo no respondió al tipo de corte total presentando los menores valores en altura (2.5 m).

Los mayores IMA en altura se obtienen para los cortes selectivos y sin corte en ambos sitios, con incrementos de 1.14 y 1.42 m/año respectivamente en La Curva del 57 y 1.03 y 1.31 m/año en El Amparo, Rivas.

Diámetro

Se obtuvieron altos crecimientos en diámetros en el sitio La Curva del 57, Las Maderas. Los mayores diámetros se presentaron en los tratamientos de corte selectivo con 5.7 cm y sin corte con 10.3 cm. En El Amparo, Rivas, los mayores crecimientos en diámetro se presentan en los tratamientos de corte selectivo con 5.5 cm y sin corte con 6.6 cm. En el sitio La Curva del 57, se obtienen incrementos anuales en diámetro desde 1.38 m/año, hasta 2.06 m/año. Sin embargo en El Amparo, Rivas se obtienen incrementos promedios de 1.07 a 1.44 m/año.

De acuerdo a estos resultados, se puede afirmar que *Gliricidia sepium* responde más favorablemente a los tratamientos de corte selectivo y sin corte.

Cuadro 4. Crecimiento de *Gliricidia sepium* bajo diferentes tipos de corte en dos lugares de Nicaragua.

SITIO	COD	N EXP	COTRAT	EDAD (meses)	SUPERV. %	ALTURA (m)		DCM (cm)		IMA altura
						\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	
La Curva del 57	207	035L	cut. select	60	95	5.7	1.14	8.1	1.62	medio
			cut. rasa	60	90	4.9	0.95	6.9	1.38	bajo
			sin corte	60	97	7.1	1.42	10.3	2.06	medio
El Amparo	302	089L	cut. select	55	96	4.7	1.03	5.5	1.20	medio
			cut. rasa	55		2.5	0.54	4.9	1.07	bajo
			sin cort	55	100	6.0	1.31	6.6	1.44	medio

Bajo ≤ 1.0

Medio = 1.0 - 1.5

Alto ≥ 1.5

ENSAYOS DE TIPOS DE PLANTA

Se han empleado diferentes tipos de planta, para el establecimiento de plantaciones. En DEAZUCAR, Nicaragua, se estableció un experimento con espaciamento de 2 x 2 m y con diferentes tipos de plantaciones. En el cuadro 5, se presentan los resultados de crecimiento en altura y diámetro a los 54 meses de edad.

Sobrevivencia

La sobrevivencia fue afectada por el tipo de material utilizado. La mayor sobrevivencia se presentó en el tratamiento de planta entera en bolsa (PEEB) 100% mientras que la menor sobrevivencia se presentó en plantas a raíz desnuda (PDRD).

Altura

Los crecimientos en altura fueron similares variando de 4.1 m a 5.7 m. Los mayores crecimientos en altura se presentaron en plantas procedentes de pseudoestaca con 5.7 m. La menor altura se presentó en árboles a raíz desnuda con 4.1 m. El mayor IMA en altura se obtiene con plantas enteras en bolsa (1.26 m/año).

Diámetro

Los crecimientos en diámetro varían de 6.5 a 8.3 cm. El mayor diámetro se presentó en plantas enteras a raíz desnuda con 8.3 cm. Los mayores IMA en diámetro se obtienen en plantas enteras a raíz desnuda. De acuerdo a los resultados, se puede afirmar que la especie, responde satisfactoriamente a los diferentes tipos de planta utilizados para su establecimiento en el campo.

Cuadro 5. Crecimiento de *Gliricidia sepium* según tipo de planta en DEAZUCAR, Nicaragua.

SITIO	COD	N EXP	COTRAT	EDAD (meses)	ESPAC. INICIAL (m x m)	DENSIDAD INICIAL	SUPERV. %	ALTURA (m)		DCM (cm)		IMA altura
								\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	
DEAZUCAR	209	031L	P.C.T.B.	54	2 x 2	2500	79	4.9	1.08	6.8	1.51	medio
			P.D.R.D.	54	2 x 2	2500	23	4.1	0.91	7.6	1.68	bajo
			P.E.D.B.	54	2 x 2	2500	89	4.3	0.95	6.5	1.44	bajo
			P.E.E.B.	54	2 x 2	2500	100	4.7	1.04	6.7	1.48	medio
			P.E.R.D.	54	2 x 2	2500	28	4.2	0.43	8.3	1.84	bajo
			P.E.S.E.	54	2 x 2	2500	77	5.7	1.26	7.9	1.75	medio

* Bajo ≤ 1.0

Medio = 1.0 - 1.5

Alto ≥ 1.5

1:

2: Plantas a raíz desnuda

3:

4: Planta entera en bolsa

5: Planta entera a raíz desnuda

6: Planta en pseudoestaca

En los suelos donde se establecieron los ensayos en bosque natural se presentaron los valores más altos en la variable altura son suelos con pH básicos, contenidos de M. O. altos y contenidos de Ca, Mg y K óptimos; las precipitaciones varían de 1143 a 1447 mm. Sin embargo, en los sitios de plantación los contenidos de M.O. son bajos y poco profundos y las precipitaciones varían de 1443 a 1623 m.

Se observa que en los sitios donde se obtuvieron los menores valores en altura, son aquellos donde las precipitaciones oscilan entre 785 y 905 mm; debido a estas características puede asumirse que el crecimiento en altura es limitado por la distribución de las precipitaciones en los sitios. Sin embargo, se pudo observar que en la mayoría de los sitios *Gliricidia sepium* logró alcanzar alturas entre 3.0 y 5.7 m; lo que demuestra que es posible que esta especie se adapte a esas condiciones. Los sitios que presentaron valores bajos en diámetro se caracterizan por ser bajos en M.O. y sin embargo, los contenidos de Ca, K y Mg son de óptimos a altos y las precipitaciones en ambos sitios es de 889 mm/año por lo que puede atribuirse que valores bajos de M.O. limitan el crecimiento de *Gliricidia sepium* y otro factor limitante podía ser la mala distribución de las precipitaciones en los sitios.

Los resultados anteriores respaldan la hipótesis de que *Gliricidia sepium* prefiere suelos más pesados (mayor contenido de arcilla) y crece mejor con mayor contenido de materia orgánica en el suelo (CATIE, 1991).

CONCLUSIONES

1. La sobrevivencia en la mayoría de los sitios fue excelente (de 90 a 100%).
2. El crecimiento que mostró *Gliricidia sepium* en Nicaragua fue variado, dependiendo de los factores climáticos, suelo y manejo en los diferentes sitios donde fue establecido.
3. Los resultados obtenidos, permiten concluir que *Gliricidia sepium*, es de gran potencial en las diferentes regiones del país, en las cuales se realizó la investigación, mostrando crecimientos buenos en la mayoría de los sitios establecidos.
4. Los factores que limitan su crecimiento podrían atribuirse a bajos contenidos de M.O. y baja precipitación de los sitios.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación y considerando que *Gliricidia sepium* tiene alta capacidad de regenerarse naturalmente; es necesario aprovechar las experiencias obtenidas en dicho estudio y aplicarlas al aprovechamiento y manejo de bosques secundarios en Nicaragua.
2. Los resultados muestran que en bosque natural, el manejo de rebrotes no es necesario la selección de estos, ya que los mejores crecimientos en altura y diámetro se alcanzan con el tratamiento de todos los rebrotes; esto se aplica al sitio La Curva del 57, Las Maderas, Managua obteniendo alturas de 5.4 m y diámetros de 8.1 cm.
3. Se recomienda realizar experimentos en Nicaragua, tanto en bosque natural como en plantación de los efectos, de la fertilización, así como el control de malezas los cuales no se han investigado.

BIBLIOGRAFIA

- BENAVIDES, J.E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. In Curso Intensivo de Técnicas Agroforestales (1983, Turrialba, C.R.). Turrialba, Costa Rica. 27 p.
- CALERO, F. 1992. Ensayo de procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud de México, América Central y Panamá. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Ciencias Forestales.
- CALERO, F. 1995. Manejo de rebrotes de *Gliricidia sepium* bajo regeneración natural en Las Maderas, Managua, Nicaragua. Informe Interno. MADELEÑA-3. CATIE. P.irr.
- CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central: resultado de cinco años de investigación. CATIE. Depto de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. 228 p.
- CATIE. 1991. Madreado. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de Guías silviculturales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- CATIE. Proyecto MADELEÑA-3. 1993. Informe sobre eliminación de especies en el sitio Sébaco, Nicaragua. Informe interno. P. irr.
- CENTENO, M. 1993. Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua.
- DIAZ, N. 1995. Manejo de cuatro tratamientos de rebrotes de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers a diferentes edades en vegetación natural. Belén, Rivas, Nicaragua. Informe interno. MADELEÑA-3. CATIE.
- FORD, L.B. 1987. Experiences with *Gliricidia sepium* (Jacq.)Walp. in the Caribbean. In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: Management and improvement (1987, Turrialba, C. R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special Publication 87.
- HUGHES, C.E. 1987. Ensayo internacional de Procedencias de *Gliricidia sepium*; procedimiento del ensayo. Oxford, 6, B, Oxford Forestry Institute. 57 p.
- HERRERA, Z; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. IRENA / SFN. Laboratorio de Tecnología de la madera.
- IRENA/SFN. 1992. Especies para reforestación. Madero negro. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walpers. Fabaceae. Nota técnica N°2. 6 p. (desplegable).
- MARENA/SFN/ASDI. 1994. Nota técnica No 35. Madero negro. Evaluación de seis procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud en el Trópico Seco de Nicaragua.
- MENDIETA L., M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de *Gliricidia*. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba. 69 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (E.E.U.U.). 1984. Especies para leña: árboles y arbustos para la producción de energía. Traducido del Inglés por Vera Argüello Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 344 p.
- OTAROLA T., A. 1995. Cercas vivas de madero negro: práctica agroforestal para sitios con estación seca marcada. Agroforestería en las Américas (C.R.). Año 2, No. 5. p 24-30.
- OTAROLA, A.; UGALDE, L. 1983. Productividad y tablas de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 39 p.
- PARK, W.; NEWMAN, L. C.; Ford, K. 1982. Abastecimiento de leña para Managua, Nicaragua: alternativas apropiadas para la región de Las Maderas. McLean, Va., E.E.U.U., MITRE/CATIE. 139 p.
- SALAZAR F., R. 1983. Lineamientos generales para el manejo y evaluación de la producción de biomasa y leña en cercas nuevas de *Gliricidia sepium*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 9p.
- SALAZAR F., R. 1988. Propagation of *Gliricidia sepium*. CATIE. Turrialba, C.R. 9 p.
- SANDOVAL, G. 1990. Informe Final 1990. Proyecto Agroforestal MARENA/SAREC.

ANEXO



El madero negro es una de las especies preferidas para leña en Nicaragua y otros países de América Tropical.



Rodal de madero negro, especie de uso múltiple en comunidades rurales en Nicaragua.

ESPECIE: *Lysiloma seemanii*

Redactor: Alejandro Sequeira

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Lysiloma seemanii*

Familia: Mimosaceae

Nombre común: Quebracho

Origen y Distribución

Se distribuye naturalmente desde México hasta Centro América.

Descripción de la especie

Arbol de hasta 15m de altura, copa difusa, base extendida con tabulas, fuste de 5 a 80cm de diámetro; corteza en placas, rugosa, gris café muy gruesa, albura color crema. Hojas compuestas bipinadas, alternas, estípulas caedizas, el pecíolo con un par de glándulas elevadas, folíolos lineares, pequeños. Las flores cabezuelas en corimbo, axilares, color crema. Frutos en vainas, hasta 10 cm de largo, café claro. En la región existen al menos unas tres especies de *Lysiloma* (Grijalba, 1992).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Esta especie crece en zonas con temperatura media anual que varía entre 24 y 30 °C. Con una precipitación media anual que oscila entre los 800 y 1,800 mm/año. Normalmente se ha encontrado en altitudes que van desde 0 hasta 500 msnm, pero según Wistsberger *et al.* (1984) en Honduras se ha encontrado, hasta los 1,500 msnm (Salas, 1994).

En Nicaragua se ha encontrado en forma natural en las Cordilleras de Los Maribios en la zona de Boaco.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Uso Local

Esta especie, es una de las preferidas por los campesinos por su excelente calidad como leña. La corteza en remojo, es usada en enjuagatorios bucales contra los dolores en los dientes, (Grijalba, 1992).

Es una especie pionera que se puede emplear para protección del suelo.

Otros usos

La corteza es usada para curtir pieles, pero los cueros así preparados tienen muy desagradable olor butírico. La madera es utilizada para soleras y postes. La corteza se emplea como febrífuga, sudorífica y expectorante (Incer, 1959; citado por Grijalba, 1992).

SILVICULTURA

Tratamiento pregerminativo

Según el Banco de Semillas de Nicaragua, para obtener una mejor germinación de la semilla, se sugiere sumergirla en agua corriente por 48 horas, cambiar el agua dos veces al día y luego colocarla en cajas germinadoras.

Establecimiento de la plantación

Debe hacerse una buena preparación del suelo, con hoyos de buena profundidad. El tamaño de la planta que sale del vivero debe ser de 30 a 40 cm, bien lignificada. Ya establecida la plantación es necesario realizar dos limpiezas en el año por los primeros años, aunque esto dependerá de las condiciones del sitio y del tipo de malezas.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ESTABLECIDOS.

Clima

El Cuadro 1 presenta la condición climática y la ubicación de los sitios donde se experimentó con *Lysiloma seemanii*. En total se establecieron 12 ensayos en nueve sitios.

Suelos

En los análisis de los experimentos se incluyeron los estudios de suelos de los diferentes sitios, los cuales incluyen ocho perfiles de suelos. Para el sitio de Boaco no se realizó análisis de suelos.

Cuadro 1. Ubicación y condiciones climática donde se ensayó *Lysiloma seemanii* en Nicaragua.

CODIGO EXP.	SITIO	ALTITUD (msnm)	ZONA VIDA	PEND (%)	TMA (°C)	PMA (mm)	UBICACION
017L	506	480	bms PT	0	25.7	8891	Km 109, Carretera a Sébaco, San Fco, Matagalpa.
025L	114	110	bs T	0	27.4	1559	1 Km Colegio Calazans, Camino Poneloya, León.
026L	109	40	bs T	3	27.9	1623	76 Km, Managua, Carretera León, León.
027L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km 22 Carretera Managua-León, Mateare.
032L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur Tipitapa, Malacatoya, Tipitapa, Managua.
033L	516	475	bms PT	2	25.7	889	3 Km del Empalme, San Isidro, León, Matagalpa, Sébaco.
051L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur Tipitapa, Malacatoya, Tipitapa, Managua.
109L	515	480	bms PT	0	25.7	889	5 Km Sur Sébaco, Chagüitillo, Matagalpa.
112L	515	480	bms PT	0	25.7	889	5 Km Sur Sébaco, Chagüitillo, Matagalpa.
116L	515	480	bms PT	0	25.7	889	5 Km Sur Sébaco, Chagüitillo, Matagalpa.
170L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur Tipitapa, Malacatoya, Tipitapa, Managua.
176L	526	500	bs ST	1	25.7	889	Sébaco

RESULTADOS DE CRECIMIENTO.

El Cuadro 2 presenta los datos de crecimiento de los diferentes sitios donde se probó *Lysiloma*.

Cuadro 2. Datos de las variables de crecimiento del *Lysiloma seemanii* en doce sitios de Nicaragua.

CODIGO EXP	SITIO	Espac. Inicial (m X m)	Densidad Inicial (Arb/ha)	EDAD (meses)	Superv. (%)	Altura (m)	IMA (m/año)	DAP (cm)	IMADAP (cm/año)	IMADAP RANGO
017L	506	2.5 X 2.5	1600	54	73	1.1	0.24	-	-	-
026L	109	2.0 X 2.0	2500	56	93	8.3	1.08	10.4	2.2	Alto
027L	204	2.0 X 2.0	2500	57	95	2.5	0.53	4.0	0.84	Bajo
032L	209	2.0 X 2.0	2500	54	89	5.1	1.13	6.8	1.51	Alto
033L	516	2.0 X 2.0	2500	55	70	3.2	0.70	7.0	1.55	Medio
051L	209	1.6 X 2.0	3125	51	48	4.8	1.12	4.6	1.08	alto
109L	515	2.5 X 2.5	1600	53	20	2.5	0.56	-	-	-
112L	515	2.5 X 2.5	1600	53	80	2.6	-	-	-	-
116L	515	2.5 X 2.5	1600	53	76	0.9	-	-	-	-
170L	209	1.6 X 1.6	3900	43	-	-	-	-	-	-
176L	526	2.0 X 2.0	2500	61	61	1.0	-	-	-	-
202L	601	2.0 X 2.0	2500	106	87	8.8	1.06	9.9	1.12	alto

Sobrevivencia

En general la sobrevivencia de *Lysiloma seemanii* fue alta para la mayoría de los sitios probados (mayor del 70%) a excepción de Chagütillo experimentos 109, 051 y 176 que presentaron sobrevivencia entre 20 y 61% respectivamente (Cuadro 2).

En general se aprecia que las condiciones de suelo no afectan el porcentaje de sobrevivencia, así por ejemplo, El Gurú León presento 93% y DEAZUCAR con condiciones de suelo diferentes, presentó 95%, se nota mejor comportamiento en sitios con mayor precipitación como es el caso de El Gurú con 1623 mm/año.

Altura

Los sitios el Gurú-León (026L), DEAZUCAR (051L) y Boaco (032L), reportan los mayores incrementos 1.06, 1.08 y 1.13 m/año respectivamente. Sitios con crecimientos medios (0.6 a 1.2) se reporta en la Estación Experimental (033L) con 0.7 m/año. En los sitios probados no se

encontró que las propiedades químicas del suelo afectaran el crecimiento, así por ejemplo, en el Gurú y DEAZUCAR, las condiciones de pH, Mo, Ca, Mg y K variaron en contenido, los crecimientos fueron aceptables (Cuadro 2).

La precipitación afecta un poco esta especie, aunque soporta sequía; por ejemplo en la Estac. Experimental sitio (516) en que la precipitación es de 889 mm/año y en Deazúcar con cerca de los 1131 mm, el crecimiento fue de 0.7 m/año y 1.13 m/año respectivamente. Los incrementos más bajos se reportaron en Chagüitillo ensayos 109, 051 y 176, DEAZUCAR y la UCA Mateare con incremento entre 0 y 0.60 m/año.

Es importante destacar que en la UCA, Mateare, el bajo incremento en altura (0.53 m/año) se debió a la falta de control de malezas. Se puede apreciar que los sitios con baja precipitación como en Chaguitillo tiene también bajos incrementos.

Lanuza (1995), en un ensayo de manejo de rebrotes de vegetación natural en la Cordillera de los Maribios reporta incrementos en altura de 1.5 m/año para 30 meses. También el mismo autor reporta en un ensayo con cuatro alturas de corte en una plantación en el Gurú-León; cuyos tratamientos fueron 0.1, 1.10 y 1.5 m de altura de corte sin repeticiones, que la altura de corte de 1.5 m fue la mejor para el manejo de rebrotes. El rendimiento obtenido cuando se manejó ese tipo de rebrote estuvo alrededor de 15 t/ha/año de biomasa seca total.

Diámetro.

El mayor incremento lo presentó el Gurú-León (2.2 cm/año) y el más bajo lo presentó la UCA Mateare con 0.84 cm/año. En el resto de los sitios los valores oscilan entre 1.12 y 1.15 cm/año.

CONCLUSIONES.

1. La especie tiene una alta sobrevivencia para los sitios probados.
2. Para los 12 experimentos probados en los 9 sitios, se aprecia que los crecimientos en diámetro y altura no fueron afectados por las condiciones químicas del suelo.
3. El crecimiento en diámetro y altura es afectado, pero en un menor grado por la variación en precipitación en los sitios estudiados.
4. En varios sitios, tales como Chagüitillo, Proyecto Semillero y Mateare; el porcentaje de sobrevivencia fue bajo y en algunos casos todos murieron, pero fue debido a que no se ejerció control de maleza en los primeros dos años.
5. El crecimiento de esta especie es lento, comparado con el *Eucalipto* y otras especies. Pero es de mucha importancia en su uso como leña.

RECOMENDACIONES

1. Siendo esta especie de gran potencial para la producción de leña y además una de las preferidas por los finqueros; es necesario continuar investigando su productividad.
2. La productividad en Bosques Naturales es buena; por lo que es necesario investigar más sobre el manejo de la vegetación natural.
3. Es necesario probar bajo otras condiciones de suelo y sitios para evaluar comportamiento.

BIBLIOGRAFIA.

- GRIJALBA, A. 1992. Plantas útiles de la Cordillera de los Maribios. Proyecto UCA-FAO-IRENA. Managua, Nicaragua.
- IRENA. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas Nicaragüenses, Managua, Nicaragua. 178 p.
- LANUZA, B.; DIAZ, N. 1995. Evaluación de parcelas de crecimiento de especies forestales con potencial para la producción de leña en los Marabios, León. Proyecto FAO/MARENA. (sin publicar).
- SALAS E., J. B. 1994. Arboles de Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente Managua. 390 p.
- WITSBERGER, D.; CURRENT, D. 1984. Arboles del parque Deininger. Ministerio de Educación. Dirección de publicaciones. San Salvador. El Salvador. 342 p.

ANEXO



Manejo de plantación natural de *Lysiloma seemanii* combinado con maíz.

ESPECIE: *Eucalyptus urophylla*

Redactor: Alejandro Sequeira.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Eucalyptus urophylla* S.T Blak

Nombre común: Eucalypto

Familia: Myrtaceae

Origen y distribución

Eucalyptus urophylla ocurre en Timor y otras islas de Indonesia. Fue introducida a Brasil en 1919, con el nombre de *Eucalyptus alba* y la progenie de esta introducción, se usó para establecer grandes áreas de plantación. La especie pura ha crecido sumamente bien en Brasil, Camerún, la Costa de Marfil y la República Popular del Congo (National Academy of Sciences, 1984).

En Nicaragua, la introdujo el Proyecto Leña y Fuentes de Energía en Sébaco y Deazúcar (Tipitapa), con semillas provenientes de Indonesia y facilitado por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales de CATIE.

Descripción general

Es un árbol que puede sobrepasar los 50 m de altura en sitios favorables, con diámetros hasta de 2 m y fustes rectos y limpios hasta la mitad o las dos terceras partes de la altura total del árbol. La especie tiene considerable variación en su corteza, fluctuando entre árboles cuyos fustes tienen apenas un poco de corteza, hasta árboles cuyos fustes se encuentran totalmente cubiertos de una corteza áspera y fibrosa.

Es uno de los mejores eucaliptos para plantarse en las latitudes más bajas del mundo; es una especie prometedora en países tropicales y sub tropicales donde la precipitación anual sobrepasa los 1000 mm.

Las principales características de *Eucalyptus urophylla* son: su rápido crecimiento y su buen comportamiento en diferentes altitudes.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

La temperatura media mensual varía entre 18 y 28°C en su habitat natural, la precipitación puede variar de 1 300 a 2 500 mm/año. El *E. urophylla* es una especie de montaña y crece en altitudes de 300-3000 m. En lo que respecta a suelos, crece mejor en suelos profundos húmedos con drenaje libre entre medianos y pesados derivados de roca no calcárea (National Academy of Sciences, 1984).

Factores limitantes

Deben seleccionarse buenas fuentes semilleras y además es una especie susceptible a la competencia con malezas.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

A pesar de ser uno de los Eucalyptus con madera menos densa, la leña de los árboles jóvenes es satisfactoria. El árbol rebrota bien. Los árboles más viejos se usan en construcciones pesadas, también se usan como postes, cercos y para pulpa de papel. Es usado como cortina rompervientos. En Nicaragua, aunque esta especie tiene buen crecimiento y se ha adaptado a diversas condiciones de sitio, su uso no está masificado como es el caso de *Eucalyptus camaldulensis*, por lo que los datos aquí mencionados representan una buena justificación y aliciente, para propagar su uso con certeza de que la especie prosperó adecuadamente para los condiciones probadas.

SILVICULTURA

Producción en vivero

La semilla no necesita tratamiento pregerminativo. En Nicaragua se usa la técnica de sembrar directamente en bolsa y no utilizar germinadores como en otros países.

Plantación

Al igual que todas las especies de eucalipto, necesita una buena preparación de suelo, ya que no soporta terrenos compactados. La edad propicia de las plántulas para trasplante definitivo recomendado, es de tres a cuatro meses y con una altura promedio entre 30 y 40 cm de altura y con una buena lignificación de su tallo.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Esta especie se probó en seis diferentes sitios, para lo cual se establecieron siete ensayos; entre ellos uno de espaciamientos (Cuadro 1).

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

La mayor sobrevivencia fue registrada en el Gurú, León (93%), seguido de Las Vegas, Sébaco (76%) y Deazúcar (64%). El resto de sitios la sobrevivencia, fue menor al 50%. Esta especie, según National Academy of Sciences, (1984) crece bien en suelos profundos bien drenados, por lo que varios de los sitios aquí ensayados no reunieron las condiciones requeridas y por eso no prosperó para esas condiciones (Cuadro 2).

Altura

Los mayores incrementos en altura se reportan para los sitios El Gurú, (León) y Deazúcar oscilando sus valores entre 2.06 y 2.44 m/año. En sitios con menor precipitación caso Deazúcar (1113 mm/año) y que además con suelos pesados del tipo vertisol, el porcentaje de sobrevivencia fue muy bajo (45%).

Esta especie tiene un crecimiento muy rápido y con base en los incrementos en altura se hizo la siguiente clasificación:

Sitios Altos: > 2 m/año.

Sitios Medios: entre 1.20 y 2.0 m/año.

Sitios bajos: < 1.20 m/año.

Se debe tomar muy en cuenta que estos incrementos medios anuales, sólo son para edades menores de los 55 meses.

Los sitios UCA-Mateare y Deazúcar, en tipo de suelo mollisoles y la Estación Experimental presentaron incrementos entre 1.80-1.89 m/año. San Francisco presentó el incremento más bajo 0.54 m/año, esto es atribuido al tipo de suelo vertisol.

Un factor muy importante y que hay que tomar muy en cuenta, es que San Francisco sufre de inundaciones periódicas y eso afectó todas las variables de crecimiento incluida la altura. Otro factor que afectó fueron los daños ocasionados por el ganado.

Diámetro

Los sitios con mayores incrementos en diámetro fueron El Gurú, León, ensayo (026), Deazúcar, con el ensayo (165), que presentaron valores de crecimiento que oscilan entre 1.98 y 2.40 cm/año.

Los sitios con crecimientos medios fueron Deazúcar, ensayo 032, Mateare, ensayo 027, Estación Experimental (ensayo 033) y Las Vegas ensayo 119. Los valores oscilaron entre 1.70 y 1.89 cm/año.

El crecimiento más bajo se reporta en San Francisco con 0.54 cm/año.

Se puede apreciar que los crecimientos en diámetros están más afectados por las propiedades físicas del suelo y por la precipitación que por los contenidos de los micro elementos: Ca, Mg, K, pH, MO, ya que estos se encontraron en cantidades apropiadas.

Cuadro 1. Sitios y clima donde se ensayó con *Eucalyptus urophylla* en Nicaragua.

CO. EXP.	SITIO	Altitud (msmn)	Zona de Vida	Pend. (%)	TMA (°c)	PMA (mm)	UBICACION
026L	109	40	bs T	3	27.9	1625	76 Km. Managua, Carretera a León, León.
027L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km 22 Carretera Managua, León, Mateare.
032L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km. Sur Tipitapa, Malacatoya, Managua.
033L	516	457	bms PT	2	24.9	909	3 Km del Empalme, San Isidro, León, Matagalpa, Sébaco.
076L	205	50	bs T	15	29.1	1143	Km 41 Carretera Panamericana Norte.
119L	513	480	bms PT	0	25.7	889	7 Km. Sébaco, Las Vegas, Matagalpa.
165L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km. Sur Tipitapa, Malacatoya, Managua.

Cuadro 2. Promedios de crecimiento por tratamiento de *Eucalyptus urophylla* en Nicaragua.

SITIO	COD	NO. EXP	COTRAT	EDAD (meses)	Espac. Inicial (m)	Densidad Inicial (ár/ha)	SUPER (%)	ALTURA (m)		DCM (cm)		IMAALT RANGO
								\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	
Gurú León	109	026	crec 006	56	2x2	2500	93	11.4	2.44	11.2	2.4	alto
UCA-Mateare	204	027	crec 002	57	2x2	2500	41	8.1	1.70	8.6	1.81	medio
DEAZUCAR	209	032	crec 004	54	2x2	2500	64	8.6	1.91	9.3	2.06	Medio
Estac Experi.	516	033	crec 003	55	2x2	2500	55	7.5	1.63	8.8	1.95	medio
San Francisco	205	076	crec 001	20	2x2	2500	44	0.9	0.54	0.3	0.3	bajo
Las Vegas	513	119	crec 001	67	2x5	1600	76	10.6	1.89	11.7	2.09	medio
DEAZUCAR	209	165	1.6x1.0	43	1.6x1.0	6250	45	6.5	1.81	6.2	1.73	medio
			1.6x1.2	43	1.6x1.2	5208	35	7.4	2.06	7.2	2.01	alto
			1.6x1.6	43	1.6x1.6	3906	36	7.3	2.03	7.2	2.01	alto
			1.6x2.2	43	1.6x2.2	2840	45	7.3	2.03	7.1	1.98	alto

alto > 2

medio 1.2 - 2.0

bajo 0.5 - 1.2

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al rango de crecimiento definido para esta especie, tiene un crecimiento alto en diámetro y altura para El Gurú y (León) seguido de Las Vegas, (Sébaco).
2. Las mayores sobrevivencias coinciden con los sitios profundos y bien drenados como en El Gurú, León y Las Vegas.
3. Los contenidos de Ca, Mg, K, pH, MO no fueron limitantes para el crecimiento de la especie.
4. Los bajos porcentajes de sobrevivencia, parecen estar influenciados, más por el tipo de suelo (arcilloso) y las bajas precipitaciones, que por otros factores.

RECOMENDACIONES

1. Probar esta especie en otras condiciones de clima y suelo para ser más concluyentes.
2. Por el rápido crecimiento de la especie, se requiere recopilar datos de productividad.
3. Realizar nueva investigación de procedencias y sitios.

BIBLIOGRAFIA

FAO. 1981. El Eucalipto en la repoblación forestal. Roma, FAO Montes No.11. 723 p.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Especies para leña, árboles y arbustos para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica. 343 p.

ESPECIE: *Cassia siamea*

Redactor: Alejandro Sequeira

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGIA

Nombre científico: *Cassia siamea* Lam.

Nombre común: Casia, Acasia Amarilla, Flor Amarilla.

Familia: Leguminosae (Caesalpinaceae)

Origen y distribución

Esta especie es nativa del Sureste Asiático, desde el Sur de la India y Sri Lanka, hasta Myanmar (antigua Birmania), Tailandia y Malasia; ha sido introducida en casi todos los países Tropicales del mundo. Se le conoce desde las Antillas y Guatemala hasta el norte de América del Sur (CATIE, 1986). En Nicaragua, se ha introducido en diferentes zonas de vida, desde las zonas secas hasta las muy húmedas.

Descripción de la especie

Cassia Siamea (Lam), ahora conocida como *Senna siamea*, es una especie de rápido crecimiento, siempre verde que alcanza entre los 10 y 20 m de altura y diámetros de 30 cm o más. El tronco liso o ligeramente fisurado de color gris a café de forma recta, torcida o curvada, de copa densa, redondeada o variable (CATIE, 1986). En terrenos sin pedregosidad, sueltos y de buena profundidad, desarrolla un sistema radicular profundo y en terrenos endurecidos las raíces son superficiales.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En general es una especie de tierras bajas, puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1 500 msnm, adaptada a los trópicos. Las temperaturas óptimas están entre 18 y 26°C y tolera temperaturas mínimas de 13° C y máximas de 36°C (SFN, 1993).

En América Central se ha plantado en sitios con precipitaciones que van desde los 500 hasta los 1800 mm anuales, con períodos de 4 a 6 meses secos; puede desarrollarse con precipitaciones menores siempre que el sub-suelo sea húmedo (cerca de ríos y arroyos). Requiere suelos sueltos arenosos, franco arenosos profundos (CATIE, 1986).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Es usada frecuentemente como leña, aunque produce humo, produce un carbón de excelente calidad. La madera es dura y de un peso específico alto (0.6 a 0.8 g/cm³), puede utilizarse para construcción, postes de conducción telefónica y poste de cercos. El duramen de color oscuro, produce madera atractiva para la ebanistería, tornería y puntales para tabaco y minas. En Nicaragua muchos proyectos la están promoviendo para ebanistería, cercos vivos y plantaciones.

El uso más conocido en todo Nicaragua es de ornamental, ya que es un árbol siempre verde y con abundante follaje y hermosas flores amarillas.

Otros usos

En la zona de Carazo se usa para la siembra con café y cortinas rompevientos. Según CATIE (1986), la corteza es utilizada para producir taninos y sirve para la producción de miel, también se usa como sombra del ganado.

Cassia siamea tiene la capacidad de crecer en suelos pobres y es comúnmente usada en ensayos de cultivos en callejones; ya que los residuos de podas tienen una alta tasa de descomposición y proporciona grandes cantidades de nutrientes. Es una de las especies de uso múltiple con mayores contenidos de nitrógeno 106 kg/ha/año, fósforo 20 Kg/ha/año y potasio 100 Kg/ha/año (CATIE, 1996).

SILVICULTURA

Regeneración natural

En las plantaciones establecidas por MADELEÑA se ha encontrado muy poca regeneración natural.

Recolección de semillas

La época de recolección de semillas es de febrero a abril, el número de semillas por kilogramos es de 40,000.

Vivero

Para mejorar su germinación, se somete la semilla a un tratamiento pregerminativo, que consiste en ponerlas en agua a 100°C y dejar enfriar, luego dejarlas reposar en agua a temperatura ambiente por 24 horas, cambiándole el agua dos veces al día. Las plantas se producen en bolsas depositando dos semillas en cada bolsa. El período de germinación oscila entre 6 a 21 días y la permanencia en el vivero es de 3 a 4 semanas. Se deben efectuar remociones y disminuir el riego durante las últimas semanas en el vivero, con el objetivo de llevar una planta lignificada al sitio de plantación (CATIE, 1986).

Establecimiento de la plantación

El terreno debe prepararse adecuadamente y plantar en hoyos profundos. Se deberá realizar un buen control de maleza en los primeros dos años hasta que el dosel esté cerrado. Se han utilizado diferentes densidades de plantación, siendo la más común para producción de leña de 2 x 2m (2,500 árboles/ha). Para sombra de café se utilizan espaciamiento de 6 x 6 m (CATIE, 1986).

Sistemas agroforestales

Se le ha encontrado como cortina rompeviento, sombra para el café y especialmente como ornamental, también en cercas vivas.

Manejo de la plantación

Se dispone de poca información sobre densidades de plantación, distancias óptimas, control de maleza, fertilización, prácticas de manejo o plantación, podas, raleos y prácticas de manejo de rebrotes (CATIE, 1986).

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

El Cuadro 1 presenta los datos de clima y suelo de las parcelas de investigación de *Cassia siamea*.

Cuadro 1. Sitios y Clima donde se establecieron los ensayos de investigación con *Cassia siamea* en Nicaragua.

CoExp	SITIO	Altitud (msnm)	Zona de Vida	Pend. (%)	TMA (°C)	PMA (mm)	UBICACION
025L	114	110	bs T	0	27.4	1559	1 Km Colegio Calazanz, León (Camino a Poneloya, León)
026L	109	40	bs T	3	27.9	1623	76 Km, Managua, Carretera a León, León.
027L	204	100	bs T	3	28.4	1261	Km. 22 Carretera Managua, León (Mateare)
032L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur Tipitapa, Malacatoya, Managua.
051L	209	70	bs T	0	27.7	1131	14 Km Sur Tipitapa, Malacatoya, Managua
065L	204	100	bs T	2	28.4	1261	Km. 22 Carretera Managua, León (Mateare)
079L	205	50	bs T	15	29.1	1143	Km. 41 Carretera Panamericana Norte.
176L	526	500	bs sT	1	25.7	889	Sébaco

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

De acuerdo a los crecimientos que ha presentado la especie, el mejor sitio está localizado en el Gurú, (León), a 77 km de Managua. Son suelos con alto contenido de materia orgánica (4.7%), en el primer horizonte. El pH es neutro a Básico (7.3), el Ca, Mg, K se encuentra en condiciones óptimas (13.0, 3.8 y 1.7). Son suelos profundos, con 103 cm y su precipitación media anual es 1623 mm.

El segundo sitio que presentó condiciones aceptables de crecimiento fue DEAZUCAR, Tipitapa, que son suelos de tipo mollisol.

Sobrevivencia

La sobrevivencia para los sitios probados, vario entre 61 y 74%. La baja sobrevivencia en el sitio Chagüitillo se debió más a las condiciones edafo-climáticas del sitio: Baja precipitación, así como el tipo de suelo vertisol, que limitan el crecimiento de esta especie (Cuadro 2).

Altura total

Esta especie tiene un crecimiento más lento que los Eucalyptus por lo que se clasificó el incremento en base a la altura de:

Alto: > 2.4 m/año

Medio: 1.3 - 2.3 m/año

Bajo: < 1.3 m/año

En el Cuadro 2 se aprecia el comportamiento de la especie en altura. El mejor sitio fue el Gurú, León con 2.41 m/año de incremento, seguido de un sitio medio DEAZUCAR con 1.52 m/año y el más bajo de Chagüitillo con 0.73 m/año.

Diámetro

En el Cuadro 2 se puede apreciar el comportamiento en diámetro. Los mayores incrementos se alcanzan en los primeros dos años. Los mejores sitios coinciden con los reportados para altura total.

Cuadro 2. Promedios de Crecimiento *Cassia siamea* en Nicaragua.

Sitio		No Exp	Cotrat	Edad meses	Esp. inic. (m)	Dens. inicial (árbs/ha)	Sup (%)	Altura (m)		DAP (cm)		IMAALT RANGO
Nombre	Cod							\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	
San Francisco Libre	205	079	CREC. 001	7	2.0 x 2.0	2500	68	0.4	-	-	-	
UCA-Mateare	204	027	CREC. 008	5	2.0 x 2.0	2500	74	0.3	-	-	-	
UCA-Mateare	204	065	CREC. 001	7	2.0 x 2.0	2500	60	0.3	-	-	-	
Chagüitillo 2	526	176	CREC. 001	20	2.0 x 2.0	2500	17	1.9	1.14	1.17	-	
Chagüitillo 2	526	176	CREC. 092	46	2.0 x 2.0	2500	17	2.8	0.73	4.5	-	
Tipitapa. Deazúcar	209	032	CREC. 011	54	2.0 x 2.0	2500	75	6.4	1.42	9.4	2.08	medio
DEAZUCAR	209	051	CREC. 006	51	1.6 x 2.0	3100	70	6.5	1.52	6.6	1.55	medio
El Gurú León Km 77 Carr. Nueva León	109	026	CREC. 001	56	2.0 x 2.0	2500	61	11.1	2.41	10.4	2.23	alto

CONCLUSIONES

1. De los experimentos probados en los cinco sitios, los mayores incrementos se reportan en el sitio de Gurú, León km 77. Seguidos del sitio De Azúcar, en suelos vertisoles y mollisoles.
2. Aunque el sitio la UCA Mateare presenta buenas condiciones de suelo, se reporta una falta de mantenimiento de la plantación por lo cual los ensayos 027 y 065 murieron.
3. Pareciera que los mayores crecimientos se obtienen en suelos profundos como el Gurú y con buena precipitación.

RECOMENDACIONES

Aunque es una especie con gran potencial para reforestación, hace falta datos de productividad en diferentes condiciones de suelos y clima. Es una especie conocida y aceptada por la población y se le conoce como especie ornamental; en un futuro programa de reforestación con esta especie se deben resaltar sus cualidades y atractivos adicionales a los ya conocidos, para esperar mejor respuesta y adopción.

BIBLIOGRAFIA

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, 1986. Silvicultura de Especies Promisorias para la producción de leña en América Central: Resultado de 5 años de investigación. Turrialba Costa Rica.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña, Arboles y Arbustos para la producción de energía. Traducción de la edición inglesa por V.A Fernández y Tradinsa. Turrialba, Costa Rica.

SERVICIO FORESTAL NACIONAL. 1993. *Casia Amarilla*, Nota Técnica No 24, Managua, Nicaragua.

ESPECIE: *Azadirachta indica*

Redactor: Bernardo Lanuza.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA.

Nombre científico: *Azadirachta indica* A. Juss.

Familia: Meliaceae

Nombres comunes: Nim, Neem.

Origen y distribución

El Nim es nativo de los bosques secos de la India, Pakistán, Malasia e Indonesia y ha sido plantado en las regiones áridas de la India y Africa (CATIE, 1986). Esta especie fue introducida a Nicaragua en 1972 por la Misión Forestal BRitánica, en un ensayo de especies en Sébaco (Gómez, 1981).

En Nicaragua existen plantaciones de 20 años de edad, actualmente se encuentra plantado en muchos sitios del Pacífico cuyos objetivos principales son la producción de insecticida botánico y para uso como leña y madera.

Descripción de la especie

Es un árbol de rápido crecimiento, de tamaño mediano y fuste recto, puede alcanzar entre 10 y 15 m de altura y de 30 a 80 cm de diámetro (CATIE, 1986). Generalmente se encuentra siempre verde, excepto durante un período de extrema sequía. La corteza es gris, ligeramente agrietada, hojas pinnadamente compuestas, con flores blancas, los frutos son drupas oblongas y de color amarillo.

A partir de 1986 da inicio el Proyecto de insecticida Botánico Nim, con el objetivo de hacer plantaciones para la extracción de los aceites esenciales contenidos en todas las partes de la planta. Actualmente el Nim es considerado uno de los árboles más prometedores por su uso múltiple; madera de buena calidad y de fácil trabajalidad, además su potencial para la producción de insecticida natural, aceite, jabón dentrífico y leña con alto poder calórico.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En su habitat natural se presenta, en condiciones con temperaturas máximas de 44°C y mínimas cercanas a 0°C (CATIE, 1986). En Nicaragua se ha establecido en sitios con temperaturas entre 25.7°C y 29.1°C.

La precipitación, en su origen natural oscila entre 450 y 1150 mm anuales (CATIE, 1986); sin embargo, la especie tolera hasta 130 mm por año (NAS, 1984). En Nicaragua se ha plantado en sitios con precipitaciones entre 889 y 1559 mm por año. Se ha introducido también en zonas más húmedas como parcelas demostrativas.

El Nim crece desde el nivel del mar hasta 1500 m de altitud (CATIE, 1986; NAS, 1984). En Nicaragua se ha plantado en sitios entre 50 y 500 m de altitud y en la zona de Estelí a 800 msnm. La especie no es muy exigente en suelos, crece bien en la mayoría de ellos; incluyendo arenosos, arcillosos y pocos profundos. El pH óptimo es de 6.2 o superior; aunque crece bien con pH de 5 ya que su hojarasca contribuye a que la capa superficial del suelo alcance un pH neutro. No crece bien en suelos salinos (NAS, 1984).

Uno de los factores limitantes en las plantaciones jóvenes es el ataque del sompopo (*Atta* sp). Se ha observado un crecimiento bajo de los árboles en suelos muy arcillosos y en suelos con capas endurecidas (talpetate). En el sitio de Las Colinas en León se observó mortalidad de árboles en pequeños grupos aislados dentro de la plantación, sin saber la causa.

CARACTERISTICAS Y USO DE LA ESPECIE

Madera

La madera de Nim es relativamente pesada, su peso específico oscila entre 0.56 y 0.85 g/cm³; al trabajarse produce aserrín irritante. (Herrera y Morales, 1993; NAS, 1984). Su madera es de alta durabilidad natural, se asemeja a la caoba y se utiliza para construcciones, postes y muebles (IRENA, 1992).

Leña

El Nim se ha utilizado ampliamente para leña desde hace mucho tiempo en la India y Africa (NAS, 1984). La leña tiene un poder calorífico alto de 4780 kcal/kg y produce carbón de buena calidad (CATIE, 1986).

Las plantaciones iniciales que se establecieron en Nicaragua, fueron para la producción de leña, actualmente se usa con mayor énfasis para insecticida.

Otros usos

Actualmente en Nicaragua, el Nim, es una especie de alto valor ecológico y económico para la producción de insecticida botánico a nivel industrial y artesanal. En muchos casos se ha considerado como un árbol frutal, donde los frutos se cosechan para la comercialización y el procesamiento de insecticidas naturales. Para el control de plagas, se usa en el cogollero, mosca blanca, la plutella, etc; tanto en granos básicos como en hortalizas con resultados satisfactorios. También se usa para el control de plagas de granos básicos almacenados y en la papa.

Los principales productos de insecticidas botánicos que elabora el Proyecto Nim a partir de la semilla de Nim son: Extracto de aceite acuoso de Nim EC-80, Torta Molida de Nim y Semilla Molida de Nim. De los frutos, corteza y hojas se pueden obtener jabones, pasta dental, medicina, colorantes y otros productos (Zeledón, 1993). También se usó como árboles en linderos y alamedas. Como cortinas rompevientos no es recomendable porque es quebradiza con vientos fuertes.

SILVICULTURA

Regeneración natural

En los sitios donde hay plantaciones establecidas, se ha observado excelente regeneración natural y se han encontrado árboles hasta a 1 km de distancia, las semillas son dispersadas principalmente por murciélagos y pájaros. Generalmente la buena capacidad de regeneración natural que tiene el Nim, se debe a que los frutos caen en la época de lluvias.

Recolección de semillas

A. indica empieza a fructificar después de tres años. La época de floración comienza entre febrero y abril, dependiendo de las condiciones climáticas. La recolección de frutos empieza en el mes de mayo hasta agosto. La cantidad de semillas es alrededor de 3650/kg. La semilla fresca tiene que ser utilizada durante los próximos 21 días, de lo contrario pierde su viabilidad (IRENA, 1992).

Producción en vivero

El período de germinación de la semilla de Nim es de 7 a 15 días, cuando está fresca tiene un alto porcentaje de germinación. El sistema de producción más utilizado es el de plantas en bolsa. En cada bolsa se depositan 2 ó 3 semillas. Las plantas empiezan a producirse en el vivero, a mediados de junio hasta septiembre, permaneciendo por un período de tres a seis meses en la etapa de vivero.

Debe hacerse remociones de planta entre tres y cuatro veces para evitar el enraizamiento. La selección de plantas para llevar al campo, se realiza cuando alcancen una altura de 30 a 50 cm. El riego debe disminuirse en el último mes, con el objetivo de producir plantas lignificadas y tener buena sobrevivencia en la plantación.

Establecimiento de la plantación

El método de plantación más utilizado en Nicaragua es el de plantas en bolsa, esta técnica garantiza mayor sobrevivencia en el sitio de plantación. Se han hecho algunos ensayos con pseudoestacas, con resultados pocos favorables. No se tienen experiencias sobre siembra directa. La época de plantación más apropiada es al inicio de las lluvias.

Los espaciamientos más indicados estarán de acuerdo al objetivo de plantación. Para la producción de frutos se usan distanciamientos de 4 x 4 m (625 árboles/ha) hasta 6 x 6 m (272 árboles/ha). Si el objetivo es producción de leña el espaciamiento puede ser 2 x 2 m (2500 árboles/ha), 2.5 x 2.5 m (1600 árboles/ha), 3 x 3 m (1111 árboles/ha) o bien 3 x 2 m cuando es mecanizado.

En cercos vivos y/o árboles en linderos los distanciamientos indicados son de 2 a 3 m en línea.

Control de malezas

Debido al desarrollo de malezas durante la estación lluviosa, es necesario hacer 2 ó 3 limpiezas durante las primeras etapas de crecimiento. Para reducir el crecimiento de éstas es adecuado el uso de cultivos de cobertura, como la *Mucuna (Stylobium pruriens)* y *Canavalia (Canavalia ensiliformis)* sembrando dos o tres hileras entre las calles de los árboles manejados de una manera especial. Al final de la época de lluvia, deben realizarse rondas corta fuegos, para evitar daños a la plantación.

Preparación del suelo

Una buena preparación de suelos, permite un buen crecimiento inicial de los arbolitos. Las labores principales son la limpieza del área y el ahoyado, no se debe quemar los rastrojos ya que la incorporación de estos, favorecen al reciclaje de nutrientes a través de su descomposición. Cuando el suelo es compactado y presenta capas duras, es adecuado preparar el suelo mecánicamente (arado, gradeo o subsoleo), favoreciendo la sobrevivencia y el crecimiento inicial de los arbolitos. En terrenos con pendiente debe prepararse para establecer la plantación en curvas a nivel.

Fertilización

Generalmente en plantaciones de Nim, no se ha usado fertilizantes, pero si los suelos son de baja fertilidad, se puede aplicar de 40 a 50 gr/planta de 12-30-10 al momento de la plantación en el fondo del hoyo. El proyecto los Marabios en León, con un ensayo de 14 especies aplicó 0-50-100 y 200 g/planta de 12-30-10, para probar el efecto del fertilizante y enfoque (Lanuza, 1995).

Chang (1984), afirma que los fertilizantes no mejoran los crecimientos iniciales de ninguna de las 6 especies ensayadas, en suelos vertisoles y vérticos en una zona semiárida de Nicaragua.

El uso de abonos orgánicos y de frijoles abono en sistema taungya, es una alternativa para aumentar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento de los árboles. En la zona de Ticuantepe se usa *Canavalia* en combinación con Nim, *Caoba (Swetenia humilis)*, *Cedro Real (Cedella odorata)* y *Laurel (Cordia alliodora)*.

Sistemas agroforestales

El Nim es excelente para protección y mejoramiento del suelo. En Nicaragua se usa comúnmente con el sistema Taungya, donde se establecen cultivos de granos básicos y hortalizas. Es muy utilizado en cercos vivos y/o árboles en linderos. En cortinas rompevientos se usa como especie de porte medio al lado de sotavento, para evitar daños en los árboles por la acción de los vientos fuertes, ya que éste es muy quebradizo.

En la zona de Ticuantepe y Tisma, Masaya, el Nim es usado por el Proyecto Agroforestal MARENA/SAREC, en ensayos de Sistemas Agroforestales para la conservación del suelo y el agua. El sistema consiste en el establecimiento de curvas a nivel de *Gliricida sepium*, *A. gayanus* (pasto gamba) intercalado con *A. indica*.

Podas

Las podas que se practican en el árbol *Nim* dependen del objetivo de plantación. Estas pueden ser podas de formación, de saneamiento y fructificación. Las podas de fructificación se realizan en la parte apical para reducir la altura del árbol, facilitar la cosecha de los frutos. Las podas se realizan en la época seca. Para plantaciones de leña no es necesario hacer podas.

Raleos

Los raleos dependen del objetivo de la plantación. Para plantaciones de leña no es necesario realizar aclareos, pero si el objetivo es producción de frutos y madera, requiere de 2 ó 3 raleos, dependiendo de los distanciamientos iniciales. El aprovechamiento para leña se realizará a tala rasa con posterior manejo de rebrotes y el turno de corte se estima entre cuatro y cinco años.

La producción de frutos se inicia después de los tres años y cuando alcancen su ciclo final, los árboles pueden ser aprovechados también para madera, leña y postes de gran durabilidad. En los sitios de Mateare y Dolores, departamento de Managua, se han hecho raleos sistemáticos de 25%, 50 y 75%, con el objetivo de producción de frutos. Los productos obtenidos fueron postes y leña.

SITIOS Y ENSAYOS ANALIZADOS

En Nicaragua se establecieron 14 ensayos de los cuales 13 son parcelas de crecimiento y un ensayo con diseño estadístico. En total se plantaron 14 parcelas de crecimiento en 10 sitios del Pacífico Seco.

Clima

Los ensayos se establecieron en sitios correspondientes a zonas de vida del bosque seco Tropical y bosque muy seco Tropical. Los sitios están ubicados a una altitud entre 50 y 500 msnm, con una precipitación de 889 a 1559 mm con 5 a 6 meses secos y una temperatura media entre 25.7°C y 29.1°C. En todos los sitios durante la época de lluvias hay un período corto de relativa sequedad (aprox. 1 mes) que se denomina canícula.

Suelos

En la mayoría de los sitios la textura es básicamente franca arcillosa, excepto Mateare que es franca. En general presentan suelos con pH básico y los niveles del porcentaje de materia orgánica son favorables. El contenido de Ca, Mg y K, se encuentran entre niveles óptimos y altos. Son suelos profundos.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

La tasa de supervivencia para Nim se considera muy buena, presentando un promedio general de 84%, con un rango entre 53 y 100% en plantaciones de 3 y 16.7 años, lo que indica el grado de tolerancia a las condiciones de los sitios. Los sitios que presentan sobrevivencia alta son Acosasco, León, Dolores, Mateare y la Piloncheña en Sébaco (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedios de crecimiento de *Azadirachta indica* en Nicaragua.

Sitio		No Exp.	Edad (meses)	Espacio inicial (m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobrev (%)	Altura (m)		DAP (cm)		IMA Altura Rango
Nombre	Cod						\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	
Granero Sébaco	508	02	201	2 x 2	2500	53	12.8	0.8	16.4	1.0	bajo
Mateare	204	021	94	2 x 2.5	1600	92	8.8	1.1	12.0	1.5	medio
San Fco. Libre	205	073	127	2 x 2	2500	53	7.7	0.7	9.7	0.9	bajo
San Fco. Libre	205	074	119	2 x 2	2500	69	7.9	0.8	13.3	1.3	bajo
Chaglite Sébaco	526	176	46	2.2 x 2.2	2067	84	3.7	1.0	6.3	1.7	medio
Santa Isabel	120	190	81	2.25 x 2.25	2000	76	8.9	1.3	13.5	2.0	medio
Acosasco	101	194	83	3 x 3	1976	100	9.1	1.3	10.6	1.5	medio
Acosasco	101	195	84	2.5 x 2.25	1976	95	10.8	1.5	11.9	1.7	alto
Acosasco	101	204	36	3 x 3	1111	100	7.1	2.4	8.4	2.8	alto
Las Colinas	121	205	88	2.5 x 2.5	1606	76	9.6	1.3	12.2	1.7	medio
Piloncheña Sébaco	535	211	70	3 x 3	1111	93	5.7	1.0	8.7	1.5	medio
Dolores	212	213	39	3 x 3	1111	96	6.8	1.1	9.9	3.0	medio
Dolores	212	213	70	3 x 3	1111	100	7.1	1.2	10.0	1.7	medio
La Leona	122	215	70	3 x 3	1111	96	6.8	1.2	11.6	2.0	medio

Alto : > 1.5 m/año en altura total

Medio : 1.0 - 1.5 m/año en altura total

Bajo : < 1.0 m/año en altura total

Los sitios San Francisco Libre y Granero Sébaco presentan menor sobrevivencia con 53%, tienen una precipitación de 889 mm. El sitio Granero de Sébaco es la plantación de mayor edad (16.75 años) y la supervivencia se ha reducido principalmente por efecto de competencia entre los árboles. La supervivencia no fue afectada significativamente por las condiciones edafo-climáticas, esta baja supervivencia se atribuye a un mantenimiento inadecuado, época de plantación y la calidad de plantas.

Altura

El Cuadro 1 se muestran los datos de crecimiento de *A.indica* en los diferentes sitios de Nicaragua.

Las mayores alturas se presentan en los sitios de León que incluyen Acosasco, Santa Isabel, Las Colinas y La Leona con alturas de 9.1 a 12.8 m. Generalmente estos sitios presentan incrementos de 2.4 m/año hasta los tres años de edad, posteriormente el crecimiento se estabiliza. En plantaciones de mayor edad como el sitio el Granero de Sébaco (16.75 años) presenta un promedio de 12.8 m en altura total, con incremento de 0.8 m/año.

El Cuadro 2 presenta la descripción de la clase de sitio según el incremento en altura.

Cuadro 2. Descripción de calidades de sitio para *A.indica* en Nicaragua.

Calidad del sitio	IMA Altura (m)	Sitios
Alto	>1.5	Acosasco
Medio	1-1.5	Acosasco, Las Colinas, Piloncheña Sébaco, Dolores, Mateare, Santa Isabel, Chaguite Sébaco
bajo	<1	San Francisco Libre, Granero Sébaco.

Los sitios que muestran crecimiento medio en altura fueron Mateare, Dolores, Chagüite, Sébaco, La Piloncheña, con un incremento entre 1 y 1.5 m/año y el sitio que presentó menor crecimiento fue San Francisco Libre con un incremento de 0.7 m/año.

En el sitio de Ticuantepe, en un ensayo para la conservación de suelo y agua, en curvas a nivel combinado con *Andropogon gayanus* (pasto gamba) y *Gliricidia sepium* (madero negro), el Nim a los 15 meses presentó 3.5 m de altura y 3.5 cm de diámetro (Fussel, 1995).

Diámetro

A.indica presenta buenos crecimientos en diámetro. La plantación de mayor edad (16.75 años) ubicada en el sitio del Granero de Sébaco presenta un incremento de 1 cm/año. Las parcelas de crecimiento con menor edad presentan incrementos de 0.9 hasta 3 cm/año.

El mayor crecimiento en diámetro se da en el sitio de Acosasco con un incremento alto de 2.8 cm/año; sin embargo, esto se atribuye a la influencia del riego por aspersión, ya que esta parcela se ubica al lado del vivero. Los sitios que muestran buen crecimiento en diámetro corresponden a Acosasco, Dolores, Santa Isabel, La Leona y Mateare con valor de 1.5 a 3 cm/año de incremento. El crecimiento bueno en diámetro en Dolores, La Piloncheña y La Leona; se atribuye también a una densidad menor (1111 árboles/ha). Las densidades menores de plantación dan como resultado un crecimiento mayor en diámetro; ya que los árboles compiten menos por agua, luz y nutrimentos.

Los resultados de un estudio comparativo de rendimiento en leña indican que en los sitios de Santa Isabel en León a los 5.3 años produjeron 10.4 tm/ha/año y para el sitio el Guanacaste en las Maderas, a los 3.5 años fue de 14.1 tm/ha/año.

Un ensayo de dos procedencias en la Leona, León; mostró que la procedencia de Tailandia *A. indica* variedad *siamensis* puede ser la mejor procedencia para producción de maderos de aserrío por su excelente forma y rápido crecimiento de hasta 12 m de altura y 12 cm de diámetro en estos dos años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los datos en los diferentes sitios se concluye:

1. Que la adaptabilidad de *A. indica* a las condiciones edafo-climáticas en los sitios experimentados, están comprendidas con el rango del hábitat natural de la especie.
1. La supervivencia en general, se considera buena con un promedio del 84% en plantaciones de tres hasta 16.7 años.
2. Los mayores crecimientos en altura se obtienen en los sitios ubicados en León, que incluyen: Acosasco, La Leona, Santa Isabel y Las Colinas; además de Mateare, con suelos bien drenados y una precipitación mayor de 1200 mm.
3. Los sitios de menor crecimiento en altura fueron Dolores, Chagüite, Sébaco, La Piloncheña, Sébaco y San Francisco Libre, en estos sitios presentan precipitaciones menores de 900 mm.
4. Los mayores crecimientos en diámetro se obtienen en Acosasco, La Leona, Santa Isabel, Mateare y Dolores. El buen comportamiento en Dolores se podría deber a una menor densidad de plantación.
5. El Nim se considera un árbol de alto valor económico con buenas perspectiva para la producción y elaboración de insecticida natural, leña, madera, abono verde y otros usos.
6. La selección del mejor espaciamiento dependerá de los objetivos de plantación y de los mercados existentes. En plantaciones para producción de frutos se debe usar espaciamientos mayores de cuatro metros.
7. El turno de aprovechamiento para leña, debe realizarse alrededor del cuarto año, con posterior manejo adecuado de rebrotes.
8. Se recomienda continuar con la investigación forestal sobre *A. indica*, en ensayos de mejoramiento genético, producción de frutos para la industria de insecticida botánico y los aspectos de manejo silvicultural adecuado (espaciamientos, manejo de rebrotes) y el suministro de información técnica científica a programas de reforestación.

BIBLIOGRAFIA.

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central: Resultados de cinco años de investigación. Turrialba Costa Rica. 228 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1990. Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple: actas reunión IUFRO, Guatemala, Abril 1989.
- CHANG, B. 1984. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semiarada en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 144 p.
- FUSSEL, J. 1995. Curvas a Nivel: Altamente productivas. Proyecto Agroforestal MARENA/SAREC. Managua, Nicaragua (no publicado). 8 p.
- GOMEZ, L.A.D. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 166 p.
- HERRERA, Z.; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y Ambiente (IRENA), Managua, Nicaragua. 178 p.
- IRENA, 1992. Especies para reforestación Neem (*Azadiracta indica* A. Juss). Nota Técnica No 3. Servicio Forestal Nacional. Managua, Nicaragua. 6 p.
- LANUZA, B; DIAZ, N. 1995. Evaluación de parcelas forestales para la producción de leña Proyecto los Maribios León. MARENA. Managua NICARAGUA. (no publicado).
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica. 344 p.
- OTAROLA, A.; DELGADILLO F.J.; REYES, M. 1983. Energía renovable: Guía de la investigación forestal en Nicaragua. Managua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente. 143 p.
- SOTELO, R. 1988. *Azadirachta indica* (A. Juss) en Nicaragua. Resultados: Biomasa aérea como fuente de leña en dos plantaciones diferentes. Tesis. Ing. Agrónomo. ISCA. Managua, Nicaragua. 39 p.
- ZELEDON, B. 1993. Perspectivas del aprovechamiento del árbol del nim (*Azadirachta indica*) A. Juss en las condiciones de Nicaragua. CENAPROVE, MAG. Managua, Nicaragua.

ESPECIE: *Gmelina arborea* Roxb

Redactor: Bernardo Lanuza.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Gmelina arborea* Roxb

Familia: Verbenaceae

Nombre común: Melina

Origen y distribución

Gmelina arborea se distribuye en forma natural en la India, Bangladesh, Burma y gran parte del Continente Asiático y el sur de China (CATIE, 1986; Murillo y Valerio, 1991). En Nicaragua se introdujo a partir de 1972 (Gómez, 1981) y se encuentra en pequeñas plantaciones y parcelas experimentales tanto, en bosque seco, como en bosque húmedo Tropical.

Descripción de la especie

Es una especie caducifolia que alcanza buen desarrollo en condiciones favorables. La altura total varía entre 12 y 30 m, con un diámetro entre 60 y 100 cm (CATIE, 1986). En plantaciones densas forma un fuste limpio por efecto de la autopoda natural y cuando crece en forma aislada, desarrolla una copa amplia con ramas gruesas y bajas.

El sistema radicular es profundo en suelos arenosos y desarrolla una raíz principal pivotante. En suelo con impedimentos desarrolla un sistema radicular superficial (Murillo y Valerio, 1991; CATIE, 1986). La madera de melina puede utilizarse en construcción rural, carpintería, muebles contrachapados y de partículas, embalajes, artesanías y pulpa para papel y en la fabricación de palillos de fósforos (Herrera y Morales, 1993; CATIE, 1986).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

La especie se caracteriza por ser de rápido crecimiento y por su adaptabilidad a variadas condiciones edafo-climáticas; en general, se adapta a las zonas de vida de bosque seco Tropical, bosque húmedo y bosque muy húmedo Tropical. En su ambiente natural, las temperaturas máximas varían entre los 38°C y los 48°C y las mínimas entre -1 y 16°C. La especie muestra su mejor desarrollo cuando se planta en sitios entre 18 y 38°C. (CATIE, 1986; Murillo y Valerio, 1991). En Nicaragua se ha plantado en sitios con temperatura media entre 25.7°C y 29.3°C.

Crece en sitios con precipitación entre 762 y 2032 mm anuales, pero en Bangladesh, Assam y Nepal está expuesta a precipitaciones de hasta 5,000 mm (Lam, 1970). La precipitación óptima varía entre 1800 a 2300 mm y puede crecer en sitios hasta de 4500 mm. En Nicaragua se ha plantado en zonas secas, con lluvias desde 800 hasta mayores de 2,000 mm en la Zona Atlántica y Río San Juan.

En la zona de distribución natural, melina se encuentra entre 90 y 900 m de altitud. En el Himalaya se encuentra hasta los 1200 m de altitud y en Sri Lanka hasta los 1500 m (Murillo y Valerio, 1991). En Nicaragua se ha plantado desde los 50 hasta 480 msnm.

La especie presenta un mayor crecimiento en sitios con suelos profundos, húmedos, bien drenados y con buen suministro de nutrientes. Puede crecer en suelos desde ácidos o calcáreos, hasta lateríticos, pero el crecimiento se ve afectado en suelos superficiales, compactados, pedregosos, o en suelos ácidos muy lixiviados y arenas secas (CATIE, 1986).

La melina es una especie heliófita, que no tolera la sombra. La especie es también susceptible a la competencia de malezas durante su crecimiento inicial.

Factores limitantes

Como factores limitantes para el establecimiento de melina, son los suelos compactados por la ganadería extensiva, además de capas endurecidas o capas de piedras, pendientes fuertes, la presencia de fuego y los vientos fuertes, los cuales impiden el desarrollo favorable de la especie.

En Nicaragua las plantaciones han sido afectadas por el sompopo (*Atta* sp). Se ha observado en plantaciones jóvenes, severos daños en el sistema radicular por gallina ciega (*Phyllophaga* sp), también se observó este problema en un ensayo de procedencias en León, establecido por el Proyecto Agroforestal MARENA/SAREC. En el sitio DEAZUCAR, melina presentó daño en la base de los árboles (descortezado) por ratas. En las ramas secas y en el fuste, se observa presencia de comejenes o termitas, aparentemente sin afectar el árbol. En un raleo practicado en un ensayo de procedencias en el Río San Juan, se observaron fuertes daños del comején en un 48% de los árboles cortados (perforaciones a lo largo del fuste, hasta 10 m).

CARACTERISTICAS Y USO DE LA ESPECIE

La madera de melina presenta densidad básica de 0.47 gr/cm³, densidad anhidra 0.5 gr/cm³ y una densidad seca al aire de 0.52 gr/cm³. Su contracción volumétrica es baja y sus propiedades mecánicas se clasifican de muy baja a mediana. Seca al aire lentamente, su duramen es extremadamente difícil de impregnar y es de fácil trabajabilidad, obteniéndose buen acabado. (Herrera y Morales, 1993; IRENA, 1992a).

La madera de melina, puede utilizarse en carpintería, muebles, construcciones livianas, divisiones interiores, puertas, ventanas, en construcciones rurales, artesanía y embalajes. Actualmente su principal utilización industrial es la fabricación de pulpa para la producción de papel (Herrera y Morales, 1993).

Es apta para leña y carbón, arde bien pero produce mucha ceniza. El poder calorífico es de 4800 kcal/kg (CATIE, 1986).

SILVICULTURA

Regeneración natural

En diferentes sitios de Nicaragua, se ha observado buena regeneración natural, pero ésta, no logra desarrollarse bien porque melina es una planta heliófita, que no tolera la sombra.

Recolección de semillas

La melina puede producir semillas a los cuatro años, florece desde febrero hasta marzo. La cosecha de semilla se inicia a los 30 a 45 días después de la floración. Los frutos se recolectan manualmente del árbol o cuando caen al suelo. La cantidad de semilla es de 1000 a 1200 por kg (IRENA, 1992b). La selección de árboles con buena forma es importante para la cosecha de árboles y de semillas de alta calidad genética.

Producción en vivero

La semilla de melina requiere de un tratamiento pregerminativo, sumergiéndose en agua durante cinco días y cambiando el agua todos los días. El período de germinación es de 5 a 30 días (IRENA, 1992b).

La técnica de producción de plantas en vivero que más se usa en Nicaragua, es la siembra directa en bolsas, en las que permanecen por un período de tres meses. Para la producción de pseudoestacas, específicamente para zonas húmedas, se usan bancales y la distancia es de 20 x 20 cm, con un tiempo necesario de seis meses. De acuerdo con la fertilidad del sustrato, se puede recomendar fertilizar las plantas en el vivero 1 ó 2 veces usando 3 a 4 gr/planta del fertilizante NPK con la fórmula 10-30-10 (Murillo y Valerio, 1991).

Cuando melina se planta en bolsa y por ser una especie de muy rápido crecimiento, es recomendable realizar 1 ó 2 podas en el vivero cuando tengan 2 a 3 meses y hacer remoción de plantas para evitar el enraizamiento. Antes de trasladarlas al sitio definitivo de plantación, el riego debe ser reducido para rustificarlas o endurecer y llevar las plantas bien lignificadas.

Establecimiento de la plantación

El espaciamiento de plantación depende del objetivo de producción. Melina generalmente se usa para aserrío y los espaciamientos indicados son 2.5 x 2.5 m. Con la planificación de actividades de manejo (podas y raleos) (1600 plantas/ha) y 3 x 3 m (1111 plantas/ha). En terrenos con pendiente puede establecerse en curvas a nivel bajo el sistema de tres bolillos. En cercos vivos ó árboles de lindero el espaciamiento indicado es de 2 a 3 m entre árboles.

En el establecimiento se debe poner énfasis en la preparación de suelo y el control de malezas.

El método de plantación más usado es a través de planta completa y preparación de hoyos y la época apropiada es el inicio de las lluvias, en los meses de mayo y junio en la Zona del Pacífico de Nicaragua y en el Trópico Húmedo hasta el mes de octubre.

Preparación del suelo

Para realizar una plantación de melina se debe hacer una buena preparación del terreno. Las labores son: limpieza del área y el ahoyado, es aconsejable no quemar la biomasa, para mejorar la disponibilidad de materia orgánica y demás nutrimentos en el suelo. En suelos compactados por uso anterior, se debe subsolar el terreno, o hacer hoyos grandes para favorecer el desarrollo inicial de la especie.

Fertilización

En Nicaragua se ha utilizado poco fertilizante, pero si desea usar, se recomienda una aplicación de fertilizante completo (NPK), con una dosis de 40 a 50 gr/planta de 12-30-10, en el fondo del hoyo, al momento de la plantación. El Proyecto Los Maribios en León, en ensayos de especies incluyendo melina, utilizó 0-50-100 hasta 200 gr/planta, observándose mejor crecimiento para 50 y 100 gr, en comparación con el testigo (Lanuza y Díaz, 1995).

Control de malezas

La melina es muy susceptible a las malezas principalmente a las trepadoras y gramíneas, por lo que se hace necesario una buena preparación del terreno. Para favorecer el crecimiento inicial de la especie, es necesario realizar 2 ó 3 limpiezas durante los dos primeros años dependiendo del desarrollo de la maleza en el sitio. Se recomienda el uso de cultivos de cobertura como la *Stylobim pruriens* (Mucuna-Terciopelo) y la *Canavalia ensiformis* (Canavalia) con el fin de reducir el desarrollo de las malezas y mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. Al inicio de la época seca, deben hacerse rondas corta fuego para evitar daños en la plantación.

Podas

Cuando el objetivo es madera para aserrío, la primera poda se hace cuando el árbol alcanza 5 m, es necesario realizar podas de las ramas laterales y bajas, hasta 1/3 de altura. Cuando existan dos ejes o más, se deben eliminar los más defectuosos, con el propósito de tener un solo fuste bien formado. Esto es frecuente si se utiliza pseudoestacas. En este caso debe hacerse la deshija cuando los brotes alcanzan 1 m (Galloway, 1993). La segunda poda se debe hacer después del primer raleo hasta una altura de 3 m para tener una troza libre de nudos.

Raleos

Otra actividad básica de manejo son los raleos, estos se efectuarán el primero cuando los árboles alcanzan 7 a 8 m de altura; dependiendo del distanciamiento inicial el segundo raleo cuando alcanzan una altura de 14 m, quedando alrededor de unos 600 a 800 árboles/ha, hasta dejar como

remanentes aproximadamente 200 árboles/ha para la cosecha final (Galloway, 1993).

Cuando el objetivo es producción de leña, no son necesarios los aclareos; el método de aprovechamiento adecuado es la tala rasa con posterior manejo de rebrotes, ya que pueden manejarse con uno hasta tres rebrotes por tocón, con turnos de corte cada cuatro a cinco años.

Sistemas Agroforestales

En sistemas agroforestales se ha utilizado poco, pero puede utilizarse en combinación con cultivos agrícolas (Sistema Taungya), durante el primer año y como árbol en linderos para delimitaciones de fincas, pero su copa crece muy amplia. En la Zona de Río San Juan se utilizó asociado con frijol común. Este sistema reduce los costos de mantenimiento de la plantación durante el primer y segundo años.

SITIOS Y ENSAYOS ANALIZADOS

El Cuadro 1 muestra las parcelas de melina que se establecieron en Nicaragua, definiendo nueve experimentos entre los cuales dos son con diseños estadísticos, sumando un total de 17 parcelas de crecimiento, en ocho sitios diferentes del Pacífico seco.

Clima

En el cuadro 1 se presenta la localización de los ensayos establecidos. Generalmente los experimentos se establecieron en sitios correspondientes a las zonas de vida del bosque seco Tropical y bosque muy seco Tropical. Los sitios presentan una precipitación que varía entre 889 y 1995 mm con seis meses secos y con mala distribución de las lluvias; sin embargo dentro del período lluvioso, hay un tiempo corto (aproximadamente 1 mes), de relativa sequedad denominado "canícula". La temperatura media anual varía entre 25.7 y 29.3°C y con una altitud entre 50 hasta 480 msnm de los sitios ensayados.

Suelos

Se hace énfasis a la textura, profundidad, pH, contenido de materia orgánica (MO), Calcio extractable (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Capacidad de intercambio catiónico (CIC), correspondiente a los sitios donde se establecieron las parcelas.

Los sitios que presentan una textura franco arcillosa son: El Granero Sébaco, Acosasco León, DEAZUCAR, San Francisco Libre y la Estación Experimental de Sébaco. El sitio proyecto semillero de Sébaco, tiene textura franco arcilloso limoso y para los sitios MANISA y Mateare la textura es franca. En otro ensayo en DEAZUCAR, la textura del sitio es completamente arcilloso.

En los nueve sitios el pH es básico. El porcentaje de materia orgánica es óptimo para ocho sitios y solamente bajo, en la Estación Experimental de Sébaco. Los niveles de Calcio (Ca) son óptimos para los sitios: Semillero de Sébaco, MANISA, DEAZUCAR y Mateare; siendo alto en

otro sitio de DEAZUCAR, San Francisco Libre y La Estación Experimental de Sébaco. Los niveles de Magnesio (Mg) son óptimos para la mayoría de los sitios. DEAZUCAR con dos tipos de suelos presentan niveles altos para suelos arcillosos y favorable en suelos franco arcillosos. El contenido de Potasio (K) es bueno para la mayoría de los sitios, es alto en Mateare y en DEAZUCAR para suelos franco arcillosos.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

Como puede observarse en el Cuadro 1, la sobrevivencia promedio para los diferentes sitios fue mayor de 80% con un rango entre 57 y 100%, hasta los ocho años de establecidos. Los sitios que mostraron mayor sobrevivencia fueron Acosasco, León (100%) y Mateare (94%) y los de menor sobrevivencia fueron San Francisco Libre (76%) y el Granero de Sébaco con 57%; este último con una precipitación de 889 mm. En Mateare a partir de los ocho años melina presentó alta mortalidad regresiva, a pesar de haber tenido un índice de sitio medio.

Cuadro 1. Crecimiento de *Gmelina arborea* en ocho sitios del Pacífico de Nicaragua.

Sitio Nombre	No sitio	No Exp	Cotrat	Edad (meses)	Espac. Inicial (m)	Densidad inicial	Superv	Altura (m)		Dcm (cm)		IMA Altura
								\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA	Rango
Proy.Semillero Sébaco.	506	001L	CREC	201	2.0 x 2.0	2500	52	13.2	0.8	12.6	0.8	medio
Proy.Semillero Sébaco	506	001L	CREC	201	2.0 x 2.0	2500	52	12.2	0.7	13.3	0.8	medio
Granero Sébaco	508	002L	CREC	201	2.0 x 2.0	2500	61	11.2	0.7	14.8	0.9	medio
Granero Sébaco	508	002L	CREC	201	2.0 x 2.0	2500	33	13.1	0.8	14.6	0.9	medio
Acosasco	101	005L	CREC	119	2.5 x 2.5	1600	100	12.3	1.2	15.3	1.5	medio
MANISA	105	009L	CREC	67	2.0 x 2.0	2500	88	12.2	2.1	13.5	2.4	alto
DEAZUCAR	209	032L	ESPECIES	54	2.0 x 2.0	2500	89	8.0	1.8	9.4	2.1	medio
DEAZUCAR	209	051L	ESPECIES	51	1.6 x 2.0	3125	78	8.0	1.9	7.1	1.7	medio
Mateare	204	067L	CREC	55	2.0 x 2.0	2500	96	9.5	2.1	11.0	2.4	alto
Mateare	204	067L	CREC	72	2.0 x 2.0	2500	92	9.9	1.7	12.4	2.1	alto
Mateare	204	067L	REBRO	47	2.0 x 2.0	2500	92	9.6	2.5	12.0	3.1	alto
San Fco. Libre	205	080L	CREC	57	2.0 x 2.0	2500	76	6.8	1.4	9.7	2.0	bajo
Estación Experimental	516	130L	CREC	58	2.0 x 2.0	2500	96	6.3	1.3	9.5	2.0	medio

CREC: parcela de crecimiento
COTRAT: tratamiento

ESPECIES: ensayo de especies
DCM : diámetro cuadrático medio

Altura total

El Cuadro 1 muestra el ámbito de crecimiento de melina en altura total. Se observa un crecimiento inicial acelerado, alcanzando hasta 7.5 m en los primeros cuatro años; a partir de esta edad, el crecimiento se reduce tendiendo a estabilizarse.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de clasificación de sitios para melina en las parcelas evaluadas. Considerando el crecimiento en altura de los árboles, en estas parcelas se definieron tres clases de sitios alto, medio y bajo. Los sitios con mayor potencial para establecer plantaciones de melina fueron MANISA en Chinandega y Mateare en Managua. Los sitios medios se consideran buenos, pero con un manejo apropiado y los sitios bajos son marginales para cultivar melina.

Cuadro 2. Clasificación de calidad de sitios para *Gmelina arborea* en Nicaragua.

Calidad de sitio	IMAALTOT (m)	Sitios
Alto	>2.0	Manisa, Chinandega, Mateare Managua.
Medio	1.5 - 2	Proyecto Semillero, Granero Norte, Est. Experimental en Sébaco, Acosasco León y DEAZUCAR.
Bajo	<1.5	San Francisco Libre

Generalmente los sitios que presentan mayor crecimiento en altura son MANISA y Mateare, sitios con una precipitación de 1995 y 1261 mm respectivamente, con suelos de textura franca. El incremento medio anual en altura total para melina varió entre 0.7 y 2.5 m/año; las parcelas de los sitios Proyecto Semillero de Sébaco, Granero Sébaco y Acosasco León, presentan un incremento menor de 1.5 m/año debido a la edad (17.7 años). Los sitios que mostraron mejor crecimiento en altura fueron: Manisa Chinandega y Mateare. En una parcela de manejo de rebrotes en Mateare, alcanzó un incremento en altura de 2.5 m/año a los 47 meses de edad de los rebrotes; superando a los árboles originales.

Los menores crecimientos en altura para melina se presentan en los sitios de la Estación Experimental de Sébaco y San Francisco Libre. Estos sitios tienen suelos de textura franca, con buena profundidad y un pH básico. Para San Francisco Libre el porcentaje del contenido de materia orgánica (MO) es óptimo y bajo en la Estación Experimental de Sébaco. Los niveles de calcio (Ca) son altos, mientras que el magnesio (Mg) y el potasio (K) son óptimos. El bajo comportamiento alcanzado por melina, en estos sitios puede estar influenciado por la baja precipitación con 889 y 1143 mm respectivamente durante el año; además por la inconsistencia en la distribución de las lluvias concentrándose en los meses de setiembre y octubre.

Un ensayo de siete procedencias de *G.arborea*, establecido en Río San Juan por el Proyecto de Investigación Agroforestal MARENA/SAREC, mostró a los 24 meses de edad, una altura promedio de 9.2 m, representando un incremento excelente de 4.6 m/año; siendo las procedencias Sarapiquí, Florencia Norte y Hojancha de Costa Rica las que mostraron mejor crecimiento en altura (Lanuza y Víquez, 1994). Este sitio está a una altitud de 200 msnm, con una precipitación anual de 2000 mm (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos de crecimiento de siete de Procedencias de *Gmelina arborea* a los dos años de edad en La Payla, Río San Juan, Nicaragua.

PROCEDENCIA	SOBREVIVENCIA (%)	DIAMETRO		ALTURA		# DE EJES
		DAP (cm)	IMA (cm)	ALTURA TOTAL (cm)	IMA (cm)	
1 Tailandia	91.7	9.80	4.90	8.16	4.08	1.6
2 Celulosa	91.7	9.70	4.85	8.99	4.49	1.7
3 El Gurú	95.8	10.59	5.29	8.42	4.21	1.7
4 Florencia	97.5	10.76	5.38	9.91	4.95	1.8
5 Hojancha	87.5	10.65	5.32	9.77	4.88	1.9
6 Manila	89.6	10.34	5.17	8.95	4.47	1.9
7 Sarapiquí	87.5	14.81	7.40	10.14	5.07	1.3
PROMEDIO	91.7	10.95	5.47	9.19	4.59	1.7

Fuente: Lanuza y Víquez, 1994.

Diámetro

En el cuadro 1 se muestran los datos de crecimiento en diámetro. El incremento medio anual varió entre 1.7 y 4 cm/año. Para edades de 3.5 y 4 años alcanzan un buen crecimiento inicial, la curva de crecimiento se estabiliza a partir de esa edad.

Los sitios que mostraron mejor crecimiento en diámetro fueron Manisa y Mateare. En los sitios del Proyecto semillero y Granero en el Valle de Sébaco, en plantaciones de mayor edad (16.7 años), presentan incrementos medios en diámetro de 0.8 y 0.9 cm/año, debido a su edad.

Los menores incrementos en diámetro se observan en los sitios de San Francisco Libre, DEAZUCAR y la Estación Experimental con valores de 1.7 a 2.1 cm/año. El bajo crecimiento en diámetro de la especie está limitada a la falta de manejo (aclareos), la baja precipitación y la inconsistencia en la distribución de las lluvias en los sitios.

En un ensayo de siete procedencias de melina en la Zona de Bosque Húmedo en Río San Juan, la especie presentó un promedio general de 10.9 cm de dap, con incremento excelente de 5.5 cm/año a los 2 años; siendo las mejores procedencias de Sarapiquí, Florencia Norte y Hojancha, todas de Costa Rica (Lanuza y Víquez, 1994).

Producción de leña.

En un ensayo de cuantificación de biomasa realizado en el sitio de Mateare, se obtuvo un rendimiento de 30 tm/ha en peso seco del fuste a la edad de 3 años, para la producción de leña, considerándose este rendimiento como bueno, dadas las condiciones del sitio (Lanuza y Víquez, 1994).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. La supervivencia promedio para todos los sitios fue superior del 80% hasta los 8 años.
2. Los mejores crecimientos en altura y diámetro se observaron en los sitios de MANISA Chinandega y Mateare Managua, con suelos óptimos y una precipitación mayor de 1200 mm.
3. Los crecimientos bajos en altura y diámetro se dan en los sitios con problemas de una precipitación menor de 900 mm y por la inconsistencia en la distribución; además de la falta de manejo silvicultural.
4. Las observaciones de campo indican, que para melina hizo falta tratamientos silviculturales, como podas y raleos oportunos, ya que las parcelas evaluadas muestran alta densidad.
5. Basado en los resultados, se puede afirmar que *Gmelina arborea* es una especie con gran potencial para la forestación, en aquellos sitios con precipitación mayor de 1200 mm y con elevaciones inferiores a los 600 msnm.
6. La selección del mejor espaciamiento dependerá de los objetivos de producción, de los mercados existentes y de los costos; por lo que se recomienda realizar un análisis financiero para cada caso y región en particular.
7. Se recomienda continuar la investigación con ensayos de procedencias y aspectos de manejo silvicultural apropiado, ya que en un futuro esta especie podría ser utilizada en plantaciones a mayor escala.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central. Resultados de cinco años de investigación. Turrialba Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 86. 220 p.
- GALLOWAY, G. 1993. Manejo de plantaciones forestales; Guía técnica para el extensionista forestal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 7; Proyecto del cultivo de árboles de uso múltiple. Colección Materiales de Extensión. no. 1. 59 p.
- GOMEZ, D. 1981. Evaluación del Comportamiento de Ensayos y Plantaciones Forestales en Nicaragua. Tesis Mg. Sc. UCR/CATIE. Turrialba, C.R. 166 p.
- HERRERA, Z; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales 100 Maderas Nicaragüenses. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional/IRENA, Managua, Nicaragua. 178 p.
- IRENA. 1992.. Melina (*Gmelina arborea* Roxb). Ficha Técnica de Madera No 19. Laboratorio de Tecnología de la Madera.Servicio Forestal Nacional. Managua, Nicaragua.
- IRENA. 1992. Melina. *Gmelina arborea*. Especies para la Reforestación. Nota Técnica. No 4. Laboratorio de Tecnología de la Madera. Servicio Forestal Nacional Managua, Nicaragua. 2 p.
- LAMB A., F. A. 1970. Especies maderables de crecimiento rápido en tierra baja Tropical: *Gmelina arborea*. Boletín Instituto Forestal Latinoamericano (Ven.) no 33/34:21-34.
- LANUZA, B. ; DIAZ, N. 1995. Evaluación de parcelas de crecimiento de parcelas forestales con potencial para la producción de leña en Los Maribios León, Nicaragua. Managua, Nicaragua. Proyecto FAO-MARENA. (no publicado).
- LANUZA, B. ; VIQUEZ, E. 1994. Comportamiento inicial de siete procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, en Río San Juan, Nicaragua. Servicio Forestal Nacional/MARENA. Especies para reforestación. Nota Técnica No 33, Managua, Nicaragua.
- MURILLO, O. 1991. Melina (*Gmelina arborea* Roxb) especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, C.Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No 181. 72 p.
- OTAROLA, A.; REYES, M.; DELGADILLO, J. F. 1983. Energía Renovable: Guía de la investigación silvicultura en Nicaragua. IRENA/CATIE, Managua, Nicaragua.
- VASQUEZ, W. ; UGALDE, L. 1995. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. No. 256. Convenio de Cooperación. Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO/Holanda). Proyecto Madeleña-3. Turrialba, C. R. 40p.

ESPECIE: *Simarouba glauca*

Redactora: Fátima Calero

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Simarouba glauca*

Nombres comunes: Aceituno, talchocote, negrito

Familia: Simaroubaceae

Origen y distribución natural

En América se encuentra desde el Sur de Florida y México, pasando por las Antillas, hasta la parte norte de América del Sur. En Nicaragua, la especie está altamente distribuida en la Región del Pacífico y Región Central (IRENA, 1992).

Descripción de la especie

Es un árbol generalmente mediano de 6 a 15 m de altura, ocasionalmente 30 m, con diámetro de 25 a 90 cm. Corteza externa fisurada, color pardo amarillento a grisáceo; corteza interna de color blanquecino y sabor extremadamente amargo. Hojas compuestas imparipinnadas con 6 a 20 hojuelas; color verde brillante de 2.5 a 12.0 cm de largo y 1.5 a 5.0 cm de ancho (MARENA, 1994).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Crece desde el nivel del mar hasta los 900 m, en Nicaragua se ha plantado en altitudes entre 5 y 650 m (IRENA, 1992). Se encuentra en climas de secos a húmedos en lugares con precipitaciones que oscilan entre 1000 a 2000 mm anuales.

El Aceituno puede desarrollarse en una gran variedad de suelos, prefiriendo los profundos. En Nicaragua se ha plantado en suelos francos, arcillosos, franco arenosos y franco limosos y franco arcillo limosos y generalmente profundos.

El crecimiento de malezas en los sitios donde se establece puede afectar el crecimiento de esta especie.

En Nicaragua *Simarouba glauca* se ha plantado en sitios con precipitación de 1261 mm, temperatura promedio anual de 28.4°C, altitud de 100 msnm, con zonas de vida según Holdridge de bosque seco Tropical donde se obtuvieron crecimientos medios de esta especie. Los suelos de este sitio son suelos franco arenosos (IRENA, 1994).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Ha sido usada como leña, ya que arde fácilmente, aunque produce mucho humo (MARENA, 1994). La madera de aceituno es de color amarillo pálido; textura media, grano recto, superficie poco lustrosa; sabor amargo, olor no característico. Posee baja densidad, con una densidad básica de 0.38 g/cm^3 , densidad anhidra de 0.40 g/cm^3 y densidad seca al aire entre 0.4 y 0.5 g/cm^3 (15% contenido de humedad). Sus propiedades mecánicas se clasifican de muy bajas a medianas. Seca al aire con defectos moderados. Su duramen es moderadamente resistente a hongos de pudrición. Es fácil de tratar con productos preservantes, posee buenas propiedades de trabajabilidad (IRENA, 1992).

Tradicionalmente, se usa en construcciones livianas y molduras, contrachapados, cajas, cajones, juguetes, artículos deportivos, fósforos, palillos, tacones de zapatos, partes de instrumentos musicales y artesanías; gran parte de estos usos se pueden observar en el Departamento de Masaya.

Los frutos de aceituno son consumidos por humanos y animales silvestres. La semilla produce aceite el cual se utiliza para cocinar, para jabones y para margarina. En El Salvador existen plantaciones para el aprovechamiento de los frutos como fuente oleaginosa (Grijalba, 1992; Geilfus, 1989; Bringskog, 1985). El exudado de la corteza se aplica en la piel afectada por sarna, es amarga y sirve como antifebrífuga, antiamebiásica, para combatir los tricocéfalos y la malaria (Grijalba, 1992). También es una planta melífera, esta especie en etapa de floración es muy visitada por las abejas.

SILVICULTURA

Regeneración natural y calidad de semillas

Simarouba glauca tiene buena capacidad de regeneración natural sus semillas poseen una viabilidad de 90%. El número de semillas por kg es de 1200 y la época de recolección es durante los meses de marzo y abril (IRENA, 1992; MARENA, 1994).

Manejo en vivero

El tratamiento pregerminativo recomendado consiste en sumergir las semillas en agua corriente por siete días, cambiándola tres veces al día. Las plantas se producen en bolsas depositando dos semillas en cada una. El período de germinación es de 15-20 días en buenas condiciones de humedad y la permanencia en vivero es de 3-4 meses. Se debe disminuir el riego durante el último mes con el fin de llevar una planta rustificada al sitio de plantación.

Establecimiento

El aceituno puede sembrarse en plantaciones puras y en sistemas agroforestales como Taungya y como sombra para cultivos. En Nicaragua existen pocas experiencias a nivel de plantaciones puras, ya que principalmente ha sido utilizada en sistemas agroforestales. Se puede plantar aceituno en el sistema Taungya, es decir, en combinación con la siembra de cultivos

agrícolas durante los primeros tres años de establecimiento de los árboles.

Otro sistema agroforestal en que el aceituno se comporta exitosamente es como árbol de sombra para el cultivo de café. En Nicaragua, se ha empleado en el Departamento de Carazo.

La mejor época de plantación es al inicio de la estación lluviosa, entre los meses de mayo y julio. Los espaciamientos más comunes en plantaciones puras son de 2.5 x 2.5 m y 3.0 x 3.0; cuando se planta como sombra para el café, los espaciamientos deberán ser mayores de 6 x 6 m o 8 x 8 m.

Control de malezas

En los primeros tres años, es necesario realizar un buen control de malezas, en caso contrario, puede reducirse el crecimiento inicial de la especie.

Podas

Cuando se maneja el aceituno asociado al cultivo de café se realizan podas parciales para favorecer las condiciones ambientales del café, es decir, regulación de la sombra y humedad. Estas podas pueden practicarse desde el segundo y tercer año de edad.

Raleos

En plantaciones puras se efectúan raleos intermedios cuando inician a tocarse las copas, dependiendo del distanciamiento inicial. En los raleos se deben eliminar los árboles mal formados y de poco desarrollo, pudiéndose utilizar la madera en la pequeña industria o en artesanías. El turno de corta para obtener madera para aserrío, puede ser de 20-30 años.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Clima

En Nicaragua, se establecieron siete experimentos de *S. glauca* distribuidos en las regiones del Pacífico y Central del país. Se establecieron en altitudes de 50 a 215 msnm. Las temperaturas en los sitios varían de 27.7°C a 29.1°C. Las precipitaciones oscilan de 1131 a 1438 mm. La zona de vida en todos los sitios es de bosque seco Tropical. Los suelos varían de franco a franco arcilloso y de franco arenosos a franco arenoso limoso.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

El Cuadro 1 muestra los datos de crecimiento para esta especie.

Cuadro 1. Datos de crecimiento *Simarouba glauca* en las parcelas establecidas en Nicaragua.

NOMBRE	COD SITIO	N EXP	COTRAT	EDAD (meses)	ESPACIAM. (m)	DENSIDAD INICIAL (árbo/Ha)	SUPERV. (%)	ALTURA (m)		DAP (cm)	
								\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA
Km 22 UCA-Mateare	209	018L	crec.001	128	2.5 x 2.5	1602	100	9.0	0.85	13.6	1.28
DEAZUCAR, Tipitapa-Malacatoya	209	051L	crec.002	39	1.6 x 2.0	3103	89	4.2	1.29	4.0	1.23
UCA-Masaya	210	057L	crec.001	58	2.0 x 2.0	2500	64	3.3	0.68	0.6	0.2
San Francisco Libre	205	069L	crec.001	17	2.5 x 2.5	1602	88	0.9	1.56	-88	-88
San Ramón	206	087L	crec.001	16	2.5 x 2.5	1602	76	0.4	0.30	-88	-88
DEAZUCAR, Tipitapa-Malacatoya	209	170L	crec.005	43	1.6 x 1.6	3906	46	3.5	0.97	5.5	1.4
UCA-Mateare	204	185L	crec.001	44	2.0 x 2.0	2500	61	6.7	1.86	10.6	2.94

Sobrevivencia

La sobrevivencia en los sitios donde fue establecida *S. glauca* fue bastante variada. Los sitios que mostraron mayor sobrevivencia fueron: UCA-Mateare con 100% a los 128 meses, Deazúcar un 89% y San Francisco Libre con 88%. En el resto de los sitios en estudio la sobrevivencia osciló de 46 a 76%.

Altura

Los sitios que mostraron los mayores valores de altura son: UCA-Mateare con 9.00 m y 6.7 m respectivamente.

Para catalogar los sitios se utilizó la siguiente clasificación.

CALIDAD DE SITIO	IMA - ALT
Alto	> 1.5
Medio	1 - 1.5
Bajo	< 1

Los mayores incrementos anuales en altura (IMA), se presentan en los sitios: UCA-Mateare (1.86 m/año), San Francisco Libre (1.56 m/año) y Deazúcar (1.29 m/año). Mientras que los sitios que presentaron los incrementos más bajos en altura (IMA), se observan en UCA-Masaya (0.68 m/año), San Ramón (0.30 m/año). El resto de sitios muestran incremento medios anuales entre 0.85 y 0.97 m/año.

De acuerdo a estos resultados se puede asumir que *S. glauca* presenta un crecimiento medio. Los sitios donde se presentan incrementos bajos poseen suelos franco arenosos, con pH y nutrientes óptimos. En estos sitios el factor limitante para el crecimiento de la especie fue el fuego, seguido por el ataque de hormigas cortadoras (*Atta* sp).

Otro sitio que presentó bajo crecimiento fue San Ramón, donde los suelos son bajos en materia orgánica y con textura arcillo limoso, es decir, son suelos pesados donde la falta de drenaje de los mismos puede limitar el crecimiento.

Estos resultados obtenidos reafirman las conclusiones de estudios realizados por IRENA/Dpto de Agroforestería, donde se obtuvo promedios de altura a los 2.16 años y 2.8 años de 3.5 m y un incremento medio anual de 1.6 y 1.2 m, respectivamente.

Diámetro

Los mayores valores en diámetro se alcanzaron en los sitios UCA-Mateare 13.6 cm y 10.6 cm, respectivamente. Rendimientos medios en diámetros se presentaron en Deazúcar con 5.5 y 4.4 cm, respectivamente. Los incrementos medios anuales en diámetro más altos se presentan en los experimentos de UCA-Mateare con 2.94 cm/año y 1.28 cm/año. DEAZUCAR muestra 1.4 cm/año y 1.23 cm/año.

Basados en los resultados anteriores podemos afirmar que *S. glauca* es una especie de crecimiento medio, sus mayores incrementos en altura (IMA) y diámetro se logra alrededor de los 44 meses.

CONCLUSIONES

1. Los experimentos con mejores crecimientos en altura fueron: los establecidos en UCA-Mateare (Exp. 018L) con 9.0 m a los 128 meses.
2. Los mayores incrementos anuales (IMA) en altura se observan en: UCA-Mateare (Exp. 185L) 1.86 m/año, San Francisco Libre 1.56 m/año y DEAZUCAR 1.29 m/año.
3. Los mayores diámetros se alcanzaron en los experimentos establecidos en UCA-Mateare con 13.6 cm y 10.6 cm.
4. Los mayores incrementos medios anuales (IMA) en diámetro se presentan en UCA-Mateare con 2.94 cm/año y 1.28 cm/año respectivamente; y en DEAZUCAR con 1.4 cm/año y 1.23 cm/año respectivamente.
5. Suelos pesados, es decir, arcillosos y con bajos contenidos de materia orgánica y falta de drenaje limitan el crecimiento de esta especie.
6. La intervención del fuego, en algunos sitios, fue factor limitante en el crecimiento de esta especie.

RECOMENDACIONES

1. En plantaciones en bloques de *S. glauca* para madera de aserrío, se recomienda hacer el primer raleo entre 3 y 4 años, dependiendo de la calidad del sitio, que es cuando se alcanzan sus máximos incrementos en altura y diámetro.
2. Deben realizarse plantaciones de *S. glauca* en condiciones de sitios similares como respuesta a la demanda de los agricultores; tomando como punto de partida los resultados obtenidos en esta investigación.
3. *S. glauca* es una especie prometedora para sistemas agroforestales en los sitios donde se establecieron los experimentos en estudio.
4. Se recomienda continuar investigando con procedencias y con el manejo de esta especie que es muy prometedora para Nicaragua.

BIBLIOGRAFIA

- BRINGSKOG, A. 1985. Características de 11 especies forestales utilizadas en Reforestación en el Proyecto Control de Erosión de Managua (PCEM). IRENA. Managua, Nicaragua. 28 p.
- GEILFUS, F. 1989. El árbol al servicio del agricultor: Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural. Vol. 2: Guía de especies. ENDA-CARIBE/CATIE. Santo Domingo, República Dominicana. 772 p.
- GRIJALBA, A. 1992. Plantas útiles de la Cordillera de los Maribios. Proyecto UCA-FAO-IRENA. Managua, Nicaragua
- HERRERA, Z.; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. IRENA/SFN/ASDI. Laboratorio de Tecnología de la Madera. 178 p.
- IRENA. 1992. Árboles forestales útiles para su propagación. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente. Servicio Forestal Nacional. Managua, Nicaragua.
- MARENA. 1994. Aceituno, *Simarouba glauca* DC. Simaroubaceae Especies para reforestación. Nota Técnica No. 32.

ANEXO



Rodal de *Simarouba glauca* de 33 meses de edad los árboles y 13 meses los rebrotes, en Mateare, Nicaragua.

ESPECIE: *Tectona grandis*. L.f

Redactor: Bernardo Lanuza

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Tectona grandis* L.f.

Nombre común: Teca.

Familia: Verbenaceae.

Origen y distribución

La Teca es originaria de la India, Myanmar (antigua Birmania), Bangladesh, Tailandia e Indonesia, de las zonas húmedas hasta los 1000 m de altitud (CATIE, 1986). Se ha plantado en Trinidad, Belice, República Dominicana, Jamaica, en el Sureste Asiático y en Africa. En Centro América existen plantaciones de diferentes tamaños. En Nicaragua fue introducida a partir de 1972, por la Misión Forestal Británica (Gómez, 1981) y se encuentra en pequeñas plantaciones y parcelas experimentales en bosque seco tropical y bosque húmedo tropical.

Descripción de la especie

La teca es una especie de crecimiento rápido en condiciones favorables, en su lugar de origen alcanza alturas de más de 40 m y 150 cm de diámetro (CATIE, 1986). Es de fuste recto y limpio en plantaciones compactas. Su sistema radicular es amplio con una raíz principal (pivotante) y profunda. Se caracteriza por tener hojas opuestas y grandes, de 11 a 85 cm de largo y de 6 a 50 cm de ancho (López, 1977; Aristeguieta, 1986). Por la calidad de su madera, es una especie de alto valor económico en el mercado mundial.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En su sitio de origen, la especie crece en sitios con temperaturas entre 13°C y 35°C, con una media de 24°C (Mahaphol, 1954). Según Flinta, (1960), para un desarrollo óptimo, requiere una temperatura media de 25°C; asimismo Rodríguez (1963), indica que el ámbito puede ser entre 40°C y 12.5°C. En Nicaragua se ha plantado en sitios con temperaturas medias de entre 25.7 y 29.3°C.

La teca en general requiere una precipitación entre 1000 y 1800 mm/año (Flinta, 1960). La experiencia en América Central indica que el rango varía entre 1,250 y 2,500 mm/año con una estación seca de tres a cinco meses (CATIE, 1986). En Nicaragua se ha establecido en sitios con precipitaciones que varían entre 889 y 3039 mm, en el Rama, zona de Trópico Húmedo.

En relación a la altitud, Flinta (1960) y CATIE (1986), reportan que en la India, Myanmar (antiguamente Birmania) y Tailandia, crece desde el nivel del mar, hasta los 1000 msnm. En Nicaragua se ha ensayado desde 30 m en el Rama hasta 480 msnm, en Sébaco, Matagalpa.

La especie se adapta a gran variedad de suelos, pero prefiere suelos franco arenosos o ligeramente arcillosos (Flinta, 1960; CATIE, 1986); además con pH neutro o ligeramente ácido (Webb, 1980; Bauer, 1982; García, 1978; citados por CATIE, 1991).

Factores limitantes

Como factores limitantes, se indican las malezas, los incendios, el drenaje impedido, suelos compactados de poca profundidad o de textura pesada (CATIE, 1986). Las plagas principales son, el zompopo (*Atta* sp) y en algunos casos la gallina ciega (*Phyllophaga* sp) que daña las raíces en viveros y plantaciones jóvenes. En Venezuela, Rodríguez (1963) reportó como factor limitante el drenaje.

En pendiente de más de 25% una vez que cierra el dosel y se elimina la vegetación inferior, puede causar erosión severa (Vásquez y Ugalde, 1995).

CARACTERISTICAS Y USO DE LA ESPECIE

Leña

La leña de teca tiene un poder calorífico de 5000 Kcal/kg (CATIE, 1988), sin embargo, debido al alto valor económico de la madera, se han establecido poco en plantaciones para producción de leña y carbón.

Madera

La madera de teca es muy valiosa y apreciada comercialmente en el mundo. Su madera tiene una densidad que varía entre 0.61 a 0.69 g/cm³, con un promedio de 0.65 g/cm³. Posee propiedades excelentes como alta estabilidad dimensional, alta durabilidad natural y buena trabajabilidad, el secado es fácil pero lento (Herrera y Morales, 1993; IRENA, 1992).

La madera puede utilizarse para muebles finos, contra chapados, pisos, gabinetes, acabados interiores/exteriores, parquet, chapas decorativas, construcciones de barcos, botes y artículos torneados.

Otros usos

Se le ha utilizado en sistemas agroforestales, como el sistema Taungya cultivando granos básicos durante los primeros años. Este sistema reduce los costos de mantenimiento de la plantación con la producción de cultivos; además favorece el desarrollo inicial de los árboles. En Nicaragua se ha usado como cerco vivo en la zona Atlántica del Rama, puede utilizarse también como árbol de linderos para delimitar áreas. Las hojas de teca pueden utilizarse para la producción de colorantes (CATIE, 1986).

SILVICULTURA

Regeneración natural.

En Nicaragua se ha observado poca regeneración natural hasta el momento. Generalmente la especie produce alguna regeneración natural, si los frutos caen en los lugares libres de maleza y de sombra (CATIE, 1986).

Recolección de semillas.

La época de recolección de frutos de teca en Nicaragua es de diciembre a febrero. Los frutos son moderadamente grandes y la recolección puede hacerse fácilmente en el suelo o directamente de los árboles. La cantidad de semillas es de 800 a 2000 semillas por Kilogramo (IRENA, 1992).

Producción en vivero.

Las semillas de teca presentan dormancia o sea demora en la germinación. Su porcentaje de germinación es bajo, con un promedio de 40 a 60% (IRENA, 1992). La germinación comienza de los 10 a 12 días y puede extenderse hasta un año. Para tener un buen resultado, es necesario de un tratamiento pregerminativo que consiste en sumergir las semillas en agua hasta 72 horas cambiando el agua diariamente y luego sembrar. También sumergir las semillas en agua cada 24 horas, alternando 24 horas de secado y así se repite el proceso durante una semana (CATIE, 1986).

Gupta y Pattanath (1975), citados por CATIE (1992), estudiaron los factores que afectan la germinación de la semillas de teca. Indican que el desbalance de nutrientes, es una causa importante y que las semillas provenientes de áreas secas, en algunos casos, germinan más fácilmente, que la de sitios más húmedos.

El sistema de producción de plantas en vivero más usado en Nicaragua, en la zona del Pacífico es el de plantas en bolsas plásticas. Esta técnica permite mayor sobrevivencia en el sitio de plantación. Para las zonas más húmedas su propagación puede hacerse también por pseudoestacas.

En el vivero, las plantas en bolsa se deben remover dos o tres veces, para evitar el enraizamiento. El riego debe disminuirse durante el último mes con el fin de rustificar las plantas, antes de trasladarlas al sitio de plantación.

Establecimiento de la plantación

Para establecer una plantación de teca es necesario seleccionar adecuadamente el sitio cuando serán manejadas para la producción de madera y así tener buenos resultados. En Guanacaste, Costa Rica los mejores sitios para teca estuvieron ubicados en zonas con precipitación mayor a 2000 mm, suelos con más de 90 cm y contenidos de calcio en el primer horizonte mayores de 10 meg/100 ml de suelo (Vásquez y Ugalde, 1995).

Para madera de aserrió, los espaciamientos más indicados son 3 x 3 m (1111 árb/ha) siempre que se establezca un buen plan de manejo de la plantación. Además puede plantarse en combinación con cultivos agrícolas (taungya) con el propósito de disminuir los costos de mantenimiento de la plantación, durante los primeros años. En las plantaciones que se establecen con pseudoestacas, debe realizarse un corte de brotes o deshija, seleccionando el mejor rebrote cuando alcanza un metro de altura.

En terrenos con pendientes fuertes (25%), no debe plantarse teca, ya que por el tamaño grande de las hojas, captan mucha agua durante las lluvias, la cual forma gotas grandes o bien escurre a lo largo del fuste, favoreciendo la erosión por escorrentía. Es necesario proteger la plantación de los animales y del fuego.

Control de malezas

La teca es susceptible a la competencia de malezas, por lo que se hace necesario una buena preparación del terreno y realizar de una a tres limpiezas durante los dos primeros años de crecimiento. Se debe evitar la quema de los rastrojos, estos ayudan a reducir el desarrollo de las malezas y aumentar el reciclaje de nutrimentos.

En la zona de Ticuantepe, Masaya existen experiencias sobre plantaciones de teca, caoba (*Swetenia macrophylla*), cedro real (*Cedrella odorata*), nim (*Azadirachta indica*) y laurel (*Cordia alliodora*); con frijoles abonos (*Stylobium pruriens*) para reducir el desarrollo de malezas.

Preparación del suelo

El método más común para preparar el suelo es la chapoda de la vegetación herbácea, luego realizar los hoyos para plantar teca. En suelos compactados es necesario preparar el suelo mediante un subsoleo, una o dos pases de arada mecánica, la cual se recomienda solamente en terrenos planos.

Fertilización

En plantaciones de teca, no se ha utilizado fertilizante, pero si se desea usar y dependiendo de la fertilidad del suelo, se puede suministrar una o dos aplicaciones de fertilizante completo (NPK), con una dosis de 40-50 gr/planta de 12-30-10, al momento y al año de la plantación. Actualmente se utilizan otras alternativas biológicas, para aumentar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento de los árboles; como el uso de abonos verdes manejados bajo el sistema Taungya; además del uso de abonos orgánicos aplicado en el fondo del hoyo al momento de la plantación.

Sistemas agroforestales

En Tailandia y Trinidad se ha plantado teca usando el sistema Taungya (Flinta, 1960). Este sistema reduce los costos de plantación y favorece el crecimiento de la especie (Mahapol, 1954; Raets, 1964; Aguirre, 1963; Citados por CATIE, 1991).

En Ticuantepe Nicaragua, se ha utilizado en combinación con frijoles abono como, *Stylobium pruriens* (*mucuma, terciopelo*) y *Canavalia ensiformis* (frijol de chanco), bajo el sistema Taungya, para aumentar la fertilidad del terreno, reducir el crecimiento de malezas y favorecer el desarrollo de la especie, durante dos años después de establecida la plantación. Esta buena experiencia ha sido de parte del personal técnico, del Proyecto Agroforestal MARENA/SAREC.

La teca puede plantarse también como cerco vivo, árboles en linderos para delimitar áreas y en pequeños bosquetes.

Manejo de la plantación

Cuando se utilizan pseudoestacas, la primera labor es la "deshija", cuando los brotes alcanzan un metro de altura, se selecciona el eje más recto y vigoroso.

Para mejorar la calidad del fuste y tener madera libre de nudos, la primera poda debe hacerse hasta 1/3 de la altura, antes de los tres años cuando los árboles alcanzan cinco metros de altura total. La segunda poda se realiza después del primer raleo hasta una altura de tres metros lo que asegura una troza limpia.

Raleos

En Nicaragua no existen experiencias sobre sistemas de aclareo, dependiendo del distanciamiento y de las condiciones del sitio, es necesario intervenir las plantaciones, para obtener madera de mejor calidad.

Para la teca se han propuesto varios sistemas de aclareo basado en la altura total de los árboles como, el índice de espaciamento relativo de Hart (S%) y el área basal (Chaves, 1991). En plantación a 3 x 3 m, el primer raleo debe realizarse cuando los árboles alcancen una altura de 8 m. Un segundo raleo puede ser cuando los árboles hayan alcanzado entre 12 y 16 m de altura; el número final de árboles varían entre 150 y 200 árboles/ha, que serán aprovechados en la cosecha final (Galloway, 1993).

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS.

Los cinco sitios de estudio se ubicaron en los departamentos de Chinandega, León, Managua y Matagalpa. Para teca se establecieron 6 experimentos entre los cuales dos son con diseño estadístico, sumando un total de 13 parcelas de crecimiento en cinco sitios diferentes.

Clima

La zonas ecológicas donde se ha establecido la especie, corresponden a bosque seco Tropical y bosque muy seco Tropical. La precipitación varía entre 889 mm en San Francisco Libre y 1995 mm en Manisa Chinandega. Durante el período de lluvias, se presenta un tiempo de

aproximadamente un mes de relativa sequedad. La temperatura varía entre 25.7°C y 29.3°C, y la altitud entre 40 y 480 msnm.

Suelos

Los sitios MANISA y el Gurú son suelos de textura franca, en DEAZUCAR son franco arcilloso; mientras que Sébaco es un suelo franco arcilloso limoso. El pH es básico para todos los sitios, el contenido de materia orgánica es óptimo para MANISA, DEAZUCAR, Sébaco y San Francisco Libre, siendo alto para el Gurú. Los niveles de Ca son óptimos para MANISA y Sébaco y es alto en DEAZUCAR, San Francisco Libre y el Gurú. El Mg y el K es óptimo en todos los sitios, excepto DEAZUCAR donde el K es alto. Los suelos de mayor profundidad son Manisa y Sébaco.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

El Cuadro 1, presenta el resumen de los datos de crecimiento de teca en los cinco sitios

Cuadro 1. Promedios de crecimiento de cinco sitios de *Tectona grandis* en Nicaragua.

Sitio	Cod	No de exp.	Edad (meses)	Espc. inicial	Densidad inicial	Sobrev. (%)	Altura (m)		DAP (cm)	
							\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA
MANISA	105	006L	79	2.0 X 1.0	5000	80	9.1	1.4	10.7	1.6
MANISA	105	010L	72	2.3 X 1.3	3333	72	11.3	1.9	13.4	2.2
Proy. Sem. Sébaco	506	017L	54	2.5 X 2.5	1600	47	1.3	0.3	-	-
DEAZUCAR	209	032L	54	2.0 X 2.0	2500	82	6.9	1.5	7.1	1.6
San Fco. Libre	205	081L	57	2.0 X 2.0	2500	56	2.6	0.5	2.9	0.6
El Gurú	109	096L	68	2.5 X 2.5	1600	90	7.2	1.3	9.2	1.6

Sobrevivencia

La sobrevivencia de teca se considera buena, la cual presenta un promedio de 71% con un rango de 47 a 90% hasta la edad de 79 meses (Cuadro 1).

Los sitios que mostraron mejor sobrevivencia de teca fueron: el Gurú (90%) y Manisa (80%), siendo estos sitios los que presentan una mayor precipitación con 1559 y 1995 mm, respectivamente. El sitio DEAZUCAR también presenta una buena sobrevivencia de 82% a pesar de que tiene precipitación de 1131 mm.

Los sitios de menor sobrevivencia fueron San Francisco Libre y Proyecto Semillero en Sébaco con precipitación menor de 889 mm cada uno.

Altura

Para clasificar la calidad de los cinco sitios se utiliza la clasificación del Cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de calidad de sitios para *Tectona grandis* en Nicaragua.

Calidad de Sitio	IMA Altura (m)	Sitios
Alto	> 2.0	-
Medio	1.0-2.0	MANISA, DEAZUCAR, GURU
Bajo	< 1.0	San Francisco Libre, Semillero Sébaco

El crecimiento más alto en altura total se presentó en el sitio Manisa, con un incremento de 1.9 m/año, hasta los 79 meses de edad. En un segundo grupo encontramos el Gurú y DEAZUCAR. En los sitios MANISA y el Gurú, la textura del suelo es franca, el pH es básico y los niveles de materia orgánica, Ca Mg y K son de óptimos a altos. En el sitio DEAZUCAR la textura es franca arcillosa y el pH, MO y Mg son óptimos, mientras que el Ca y el K son altos. Los sitios Manisa y el Gurú presentan mayor precipitación.

Los sitios de menor crecimiento fueron San Francisco Libre y por último el Proyecto Semillero en Sébaco donde no logró adaptarse; posiblemente debido a problemas de suelo con textura que corresponde a franco arcilloso limoso y por baja precipitación (889 mm). Obsérvese la tendencia del crecimiento en altura; ésta crece rápido en los primeros 30 meses.

Generalmente las características de los suelos no presentan limitaciones para el buen desarrollo de la especie, excepto en Sébaco; razón por la cual el bajo crecimiento de la especie en algunos sitios se debe a la baja precipitación y a la inconsistencia en la distribución de las lluvias en los sitios.

Actualmente el Proyecto de Investigación Agroforestal MARENA/SAREC, lleva a cabo un ensayo de cuatro procedencias de teca, en la zona de Río San Juan (Trópico húmedo). Los resultados de este ensayo aún no se han publicado por ser muy recientes.

Diámetro

En el sitio, Manisa la Teca alcanzó el mayor crecimiento, con un incremento de 2.2 cm/año. El resultado exitoso en este sitio se debe a las condiciones favorables de clima y suelo para la especie, DEAZUCAR y Gurú presentan el segundo grupo e importancia y, en último lugar, San Francisco Libre y Proyecto Semillero de Sébaco, que presentan menor precipitación. En todos los ensayos no se realizó manejo silvicultural como podas y aclareos, lo que ha afectado el crecimiento deseable en diámetro debido a la alta densidad inicial. Obsérvese la tendencia del crecimiento en las diferentes parcelas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio realizado sobre el comportamiento de *Tectona grandis* en ensayos experimentales en Nicaragua, permite llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. Los sitios de mejor supervivencia fueron el Gurú, León, DEAZUCAR y MANISA, Chinandega.
2. Los sitios que mejor comportamiento mostraron en altura, correspondieron a Manisa, DEAZUCAR y el Gurú, los que presentan una precipitación que varía entre 1131 y 1995 mm.
3. Los sitios de mejor comportamiento en diámetro fueron Manisa, Gurú y DEAZUCAR, respectivamente. El bajo crecimiento en diámetro de la especie puede estar influenciado al mal manejo de las plantaciones.
4. Los crecimientos pobres en altura y diámetro se dan en sitios con problemas textura arcillosa y con precipitaciones menores de 1200 mm y por la inconsistencia en la distribución de las lluvias.
5. Basados en los resultados, se puede afirmar que *Tectona grandis*, es una especie muy prometedora y de alto valor económico. Se puede usar en sitios de buena precipitación y en suelos que tengan buen drenaje, para la producción de madera de alta calidad.
6. Se recomienda realizar plantaciones de Teca en sitios con suelos bien drenados profundos, sin deficiencia de nutrientes y con precipitaciones mayores de 1200 mm.
7. Se recomienda continuar con la investigación forestal sobre *Tectona grandis*, con ensayos de mejoramiento genético, semillas, aspectos de manejo silvicultural y estudios económicos de los productos maderables en diferentes condiciones ecológicas.

BIBLIOGRAFIA

- ARISTEGUIETA, L. 1986. Familias y géneros de los árboles de Venezuela. Caracas, Ven., Instituto Botánico. 845 p.
- CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. no. 86. 220 p.
- CHAVES, E; FONSECA, W. 1991. Teca (*Tectona grandis* L.E.). Arbol de uso múltiple en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 179. 60 p.
- FLINTA, M.C. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO. Montes no. 13; FAO. Cuadernos de Fomento Forestal no.15. 499 p.
- GALLOWAY, G. 1993. Manejo de plantaciones forestales; guía técnica para el extensionista forestal. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica, Manual Técnico No. 7. 59 p.
- GARCIA, J.R. 1978. Evaluación preliminar de la plantación experimental con especies forestales en las sabanas de la Estación Irael. Barrancas, Estado de Barinas-Venezuela. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 18(28):97-139.
- GOMEZ, C.D. 1981. Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. UCR/CATIE. 166 p.
- HERRERA, Z; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas Nicaragüense. Laboratorio de Tecnología de la madera, Servicio Forestal Nacional/IRENA. Managua, Nicaragua. 178 p.
- IRENA/SERVICIO FORESTAL NACIONAL. 1992. Teca (*Tectona grandis*). Especies para la reforestación. Nota Técnica no. 9, Managua, Nicaragua.
- LOPEZ, P. 1977. Flora de Venezuela Verbenaceae. Mérida, Ven., Talleres Gráficos Universitarios. 654 p.
- MAHAPHOL, S. 1954. Teak in Thailandia. Ministry of Agriculture. Royal Forest Department. no. R.16. 30 p.
- RAETS, G.H. 1964. Informe preliminar acerca del cultivo de *Tectona grandis* L.f. en la estación de Barinitas, Venezuela. Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación (Ven.) (14):29-40.
- RODRIGUEZ, M. 1963. El cultivo de Teca en Venezuela: informe general y resultados preliminares de algunos ensayos de crecimiento. Revista Forestal Venezolana (Ven.) 6(8-9):49-72.
- OTAROLA, A; REYES, M; DELGADILLO, J.F. 1983. Energía Renovable: Guía de la investigación silvicultural en Nicaragua. IRENA/CATIE, Managua, Nicaragua. 143 p.
- VASQUEZ, W; UGALDE, L. 1995. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE Serie Técnica, Informe Técnico No. 526. 40 p.

ESPECIES CON POTENCIAL

A continuación se incluye un grupo de especies, las que se consideran con potencial, pero que aún requieren de más investigación para poder recomendarlas o descartarlas. Para estas especies, se hace una descripción corta y se comenta el potencial de la especie, con base en los crecimientos encontrados y en la experiencia del personal de MADELEÑA en Nicaragua.

Especie: *Casuarina equisetifolia*

Redactor: Alejandro Sequeira

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Casuarina equisetifolia* L. ex J.R. & G. Forst

Nombre común: Casuarina

Familia: Casuarinaceae

Origen y distribución

Es una especie ampliamente distribuida en las costas tropicales, desde Bangladesh, Myanmar (antigua Birmania) y las Islas de Andamán, hasta Indonesia, Filipinas y el norte y este de Australia.

Descripción general

Casuarina equisetifolia es el árbol no leguminoso más importante en el trópico y subtropico, capaz de fijar nitrógeno atmosférico mediante la relación simbiótica establecida entre las raíces de los árboles y un micro organismo del suelo (*Frankia*).

Es un árbol siempre verde de fuste recto y tamaño de mediano a grande, de 15 a 30 m de altura o más y diámetro entre 20 a 50 cm o más, con ramillas delgadas aciculares que lo asemejan a pinos, de copa delgada que se hace ancha con la edad (CATIE, 1992). La corteza es gris-marrón claro, lisa cuando los árboles son jóvenes, luego se hace rugosa, gruesa, fisurada y se desprende en hojuelas delgadas y alargadas cuando es adulto; la corteza interna es rojiza, picante o astringente (NAS, 1984). Las ramillas colgantes son generalmente de 23 a 38 cm de longitud y 1 mm de diámetro, de color verde oscuro a pálido; racimos florales poco conspicuos de color ligeramente marrón.

Las flores masculinas y femeninas se encuentran generalmente en el mismo árbol (monoico); los racimos delgados de flores (amentos) masculinos al final de las ramillas y los racimos de flores femeninas en cabezuelas de pedicelo corto, los cuales consisten de un pistilo, con ovario de pequeñas dimensiones. Frutos compuestos en forma de pequeños conos o piñas

redondeadas de 13 a 20 mm de diámetro. La madera de la albura es rosada a marrón claro y la madera del duramen marrón oscuro (CATIE, 1986).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En forma natural, *C. equisetifolia* crece en zonas cálidas y subtropicales con temperaturas medias entre 10 y 33°C. Además, es poco resistente a las heladas (NAS, 1984).

En su habitat natural la precipitación varía entre 700 y 2000 mm, especialmente entre 1000 y 1500 mm, con una estación seca de 6 a 8 meses. Se ha introducido en lugares con precipitación de 2000-2500 mm. En América Central se le ha plantado en sitios con precipitaciones de 900 a 2800 mm anuales (NAS, 1984; CATIE, 1986). En Australia se le encuentra desde el nivel del mar hasta 100 m de altitud y en las regiones tropicales se le ha plantado hasta aproximadamente 1600 msnm (CATIE, 1986).

Crece en un rango amplio de suelos desde calcáreos y ligeramente salinos hasta ligeramente ácidos. Resiste inundación parcial por algún tiempo. Posee nódulos radiculares que contienen microorganismos (actinomicetes) que fijan el nitrógeno del aire y por tanto no dependen exclusivamente del nitrógeno del suelo para un buen crecimiento. En América Central se le ha cultivado en suelos de los órdenes Alfisol, Ultisol e Inceptisol, con mejor comportamiento en el último. Presenta mal desarrollo en suelos pesados muy arcillosos como los vertisoles (CATIE, 1986).

Los principales factores limitantes para el desarrollo de la especie detectados en América Central son: presencia de malezas en las primeras etapas de desarrollo, mala calidad de plántulas producidas en vivero, suelos compactados, arcillosos, con mal drenaje y ataques consecutivos de hormigas defoliadoras (*Atta* sp). Es sensible a daños por incendios, aunque resiste ramoneo.

En Nicaragua, esta especie se ha plantado en sitios con altitudes que van de 70 a 215 msnm y temperaturas medias anuales de 26.8 a 27.7°C, con precipitación media anual de 1133 a 1559 mm en los departamentos de Managua en Tipitapa y Masaya. También se encuentra como ornamental en el departamento de Carazo.

CARACTERISTICAS Y USOS

La madera de esta especie ha sido llamada "la mejor madera del mundo" por la gran cantidad de calor que libera al arder con poca producción de ceniza. Tiene un poder calorífico de 20700 kJ/kg (4500 kcal/kg) y produce carbón de excelente calidad (30000 kJ/kg). La madera ha sido utilizada en forma directa como combustible de locomotoras. Arde fácilmente, aún verde y las cenizas retienen el calor por un período largo (CATIE, 1986).

La madera se raja fácilmente, aunque es fuerte, pesada (0.8 a 0.95 g/cm³) y muy resistente. Se utiliza en postes de conducción eléctrica o telefónica, puntales de minas y remos. Los postes son de gran durabilidad en construcciones marinas. La madera se usa para fabricación de pulpa por el

proceso semiquímico de sulfito neutro. También, se utiliza en almacenes para techos, mangos de herramientas, yugos y ruedas de carretas (CATIE, 1986).

La corteza se usa para la obtención de taninos (6%) y el follaje es utilizado como forraje cuando no hay ningún otro material verde disponible. La especie se utiliza con propósitos ornamentales en muchos países tropicales. Debido a que tolera la salinidad y puede crecer y reproducirse en arenas, la especie se ha utilizado para el control de la erosión en costas, estuarios, márgenes de ríos y arroyos. Asimismo, por tener abundantes ramitas flexibles puede absorber gran cantidad de energía eólica, por lo que se utiliza como cortina rompeviento. Por la capacidad para fijar nitrógeno del aire se le puede utilizar para restaurar terrenos erosionados, también se utiliza como cercos o setos vivos (CATIE, 1986).

SITIOS ENSAYADOS

Entre los sitios donde se establecieron ensayos se encuentran: Deazúcar (suelo rojo) en la Estación Experimental (ensayo 033L) y en Chagüitillo (ensayo 176L). La especie presenta baja sobrevivencia para los sitios Estación Experimental y Chagüitillo, en Sébaco. Los mejores crecimientos de la especie se reportan en Deazúcar, Colonia E. Pérez en León y UCA, Masaya. El Cuadro 1 presenta la descripción de los sitios y los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Casuarina equisetifolia* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Densidad inic.(árb/ha)	Supervivencia (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)
El Gurú, León	bs - T	0.4	2500	100	-	0.5
		1.6	2500	33	-	1.3
		1.6	2500	33	-	2.2
		3.6	2500	33	3.0	4.1
		4.6	2500	33	5.5	7.0
Colonia E. Pérez León.	bs - T	0.6	1600	97	-	3.1
		1.7	1600	89	6.0	7.4
		2.7	1600	81	7.8	7.2
		3.7	1600	25	10.5	10.5
DE AZUCAR, Tipitapa, Managua.	bs - T	0.5	2500	89	-	0.6
		1.5	2500	78	2.8	3.0
		2.6	2500	33	4.9	6.4
		3.6	2500	33	6.0	6.0
UCA, Masaya, Km. 17	bs - T	0.7	2500	96	-	0.9
		1.7	2500	72	1.6	1.8
		2.8	2500	60	3.3	3.0
		3.7	2500	56	5.8	4.6
		4.8	2500	12	9.7	7.8
Estación Experimental del Valle de Sébaco.	bms - PT	0.5	2500	89	-	0.5
		1.7	2500	44	1.0	2.0
		2.8	2500	11	2.5	3.0
		3.7	2500	11	3.4	3.5
		4.6	2500	11	3.8	2.9

ESPECIE: *Caesalpinia velutina*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Caesalpinia velutina* (B.& R) Standl.

Familia: Leguminosae (Caesalpinaceae)

Nombre común: Aripín, Brasilito

Origen y distribución:

C. velutina crece en forma natural en las zonas secas del tipo matorral poco denso, de lomerías de Oaxaca, México y en Guatemala, en las zonas de bosque seco subtropical y monte espinoso subtropical en Huehuetenango, cerca de la frontera con México, en el litoral Pacífico y zonas aledañas al Río Motagua, en los departamentos de El Progreso, Zacapa Chiquimula. También se le ha encontrado en Sébaco y Matagalpa, en Nicaragua (CATIE, 1992).

Descripción general

Es un árbol de tamaño mediano que alcanza entre 10 a 20 m de altura y entre 30 a 40 cm de diámetro. De copa amplia, fuste recto que ramifica a poca altura cuando crece en espacios abiertos. Su corteza es de color grisáceo y lenticelada, la que en árboles adultos es desprendible en placas grandes; su madera es amarillenta, de grano fino, compacta, fuerte y moderadamente pesada.

El sistema radicular es profundo, con una raíz pivotante y raíces secundarias laterales con capacidad de enraizamiento en suelos rocosos; en capas muy endurecidas tiende a desarrollar un sistema radicular superficial. Las hojas son densamente velutinosas o pilosas, con yemas axilares frecuentemente grandes (20 a 30 cm de longitud), son compuestas, paripinadas, alternas de 2 a 4 pares de pinnas; las hojuelas son oblongo-ovadas generalmente de 3 a 6 cm de largo, de base obtusa, redondeada y algunas veces oblicuas.

Su floración es abundante y se produce en racimos más cortos que las hojas, con pétalos amarillos. Los frutos son legumbres oblongas indehiscentes, de 2.5 a 3 cm de ancho y de 10 a 15 cm de largo, de color verde cuando están inmaduros, luego se tornan de color café oscuro, cada vaina o legumbre contiene de 2 a 10 semillas redondeadas y aplanadas.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Requiere de una temperatura media entre los 24 a 28 grados centígrados; con una precipitación media anual entre los 400 a 1000 mm, resistiendo déficit hídrico de 6 a 8 meses. Esta especie crece de forma óptima entre los 50 a 500 msnm; prefiere suelos bien drenados, de textura liviana, de franco a franco arenosos. Crece en suelos pedregosos bien drenados.

CARACTERISTICAS Y USOS

Es una de las especies preferidas para leña, por su alta sobrevivencia y crecimiento rápido en sitios relativamente secos; está libre de nudos, raja fácilmente, quema lentamente con gran producción de brasas, sin olor desagradable y produce poco humo, seca rápidamente y puede ser usada verde mezclada con leña seca. Es una especie deseable para programas de producción de leña en zonas secas.

La madera se emplea en mueblería semifina, construcciones rurales, mangos de herramientas, carpintería rústica y fabricación de yugos y arados.

Es una especie compatible con cultivos anuales, por lo que se ha utilizado en asociados agroforestales, con frijol, maíz y tomate. Por su facilidad de establecimiento y capacidad de rebrote se emplea en cercas vivas.

La pérdida total de sus hojas durante la estación seca, trae como beneficio una abundante capa de materia orgánica que se adiciona al suelo.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Son pocos los problemas de plagas y enfermedades reportados para esta especie, los principales organismos que la atacan se pueden apreciar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Plagas y enfermedades reportadas para *Caesalpinia velutina* en América Central.

PLAGA O ENFERMEDAD	DAÑO	REPORTADO POR
Planta parásita (<i>O. alveolatus</i>)	Afecta ramas	Puntarenas, Costa Rica. Arguedas <i>et al</i> , 1992
Gusano defoliador (Orden Lepid)	Afecta hojas en viveros y Plantaciones.	CATIE, 1991.
Perforador de semillas (Orden Lepid.)	Destruye las semillas	CATIE, 1991.
Gorgojo destructor de frutos (Larvas de Coleópteros)	Destruye frutos maduros y semillas mal almacenadas	CATIE, 1986; Martínez, 1985
Coleóptero que ovoposita en vaina en estado tierno.	Destruye frutos y semillas	Barrios, 1985

SITIOS ENSAYADOS

Los sitios experimentales fueron Deazúcar en Managua, Estación Experimental en el Valle de Sébaco y Sébaco, Matagalpa. El Cuadro 2, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 2. Crecimiento de *Caesalpinia velutina* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Densidad inic. (árbo/ha)	Superviv. (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)
DEAZUCAR, Managua	bs - T	0.5	2500	100	0.80	0.6
		1.5	2500	96	3.38	2.6
		2.6	2500	93	5.68	5.0
		3.6	2500	93	7.11	6.1
		4.5	2500	93	7.70	7.0
Estación Experimental del Valle de Sébaco	bms-PT	0.5	2500	61		0.2
		1.7	2500	39	2.10	1.6
		2.8	2500	39	3.39	2.3
		3.7	2500	39	4.57	3.2
		4.6	2500	39	5.83	3.9
Sébaco, Matagalpa	bs-st	1.7	2500	78		1.3
		2.6	2500	67	2.55	1.7
		3.8	2500	56	3.15	2.5

ESPECIE: *Calliandra calothyrsus*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre botánico: *Calliandra calothyrsus*. Meissn.

Sinónimo: *Calliandra confusa* Sprague Riley

Nombre común: Calliandra , Cabello de Angel

Familia: Leguminosae (Mimosoidae)

Origen y distribución natural

La planta es nativa del área entre el sur de México hasta el norte de América del Sur (8°-16° N) aproximadamente, en zonas húmedas. En 1936 se introdujeron en Indonesia semillas provenientes de Guatemala. Las plantaciones de caliandra en indonesia resultaron tan exitosas que en 1950 la empresa Forestal Estatal de Indonesia (Perum Perhutani) inició la plantación a gran escala y para principios de 1979, ya había cerca de 30 000 ha. cultivadas en Java Central, Oriental y Occidental.

Descripción de la especie

Calliandra calothyrsus es un arbusto que raras veces alcanza una altura mayor de 10m, con un diámetro máximo de 20 cm. Este pequeño arbusto es muy prometedor como fuente de leña, debido a su excelente capacidad de rebrote y muy rápido crecimiento. En Indonesia se ha cortado para leña al año de edad y luego se realizan cortas anuales por un período de 15 a 20 años. A pesar de que se corta en rotaciones tan cortas, produce una buena cantidad de leña de ramas, que es un buen combustible doméstico.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En Java la planta crece entre los 150 y 1500 m de altitud. Esta especie crece en lugares que reciben más de 1000 mm de precipitación anual, aunque puede resistir varios meses de sequía. Con mayor ocurrencia se le encuentra en sitios con precipitación entre 1400 a 3000 mm por año. Puede crecer en varias clases de suelos , incluyendo suelos infértiles y suelos arcillosos, pesados, compactos y con poca aireación.

CARACTERISTICAS Y USO DE LA ESPECIE

Calliandra calothyrsus se ha convertido en una especie favorita para leña en muchas partes de Java. La madera tiene un peso específico de 0.51 a 0.78, un valor calorífico de 4 500 a 4 750 Kcal/kg y un contenido de ceniza de 1.8%. Se usa tanto para cocinar como para consumo en la pequeña industria, por ejemplo en las fábricas de cal, tejas y ladrillos.

SITIOS ENSAYADOS

Los sitios donde se establecieron los ensayos fueron El Gurú en León, Deazúcar en Managua y en la Estación Experimental del Valle de Sébaco. El cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Calliandra calothyrsus* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Densidad inicial (árb/ha)	Supervivencia (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)
EL GURU, León	bs - T	0.5	2500	67	-	1.1
		1.6	2500	44	4.35	3.2
		2.7	2500	40	5.05	3.7
		3.6	2500	18	6.65	4.2
		4.6	2500	11	8.75	5.5
DEAZUCAR, Managua	bs - T	0.5	2500	93	-	1.23
		1.6	2500	54	3.55	2.7
		2.6	2500	33	5.51	3.7
		3.6	2500	17	4.40	3.6
Estación Experimental del Valle de Sébaco	bms -PT	0.5	2500	97	-	1.2
		1.7	2500	75	2.82	2.3
		2.8	2500	25	5.52	3.6
		3.7	2500	25	5.99	3.7

ESPECIE: *Delonix regia*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Delonix regia* (Bojer) Raf.

Familia: Leguminosae (Caesalpinaceae)

Nombre común: Malinche

Descripción general

Esta especie es nativa de Madagascar; en América Central, es una especie exótica o introducida; es un árbol de copa muy extendida, que alcanza hasta 18 m de altura, el follaje es plumoso, las hojas son grandes divididas en 10 a 25 pares de pinnas (ramillas), cada una con 12 a 40 pares de hojuelas. Las flores son grandes entre 12 y 15 cm de ancho, muy vistosas de color rojo vivo. El fruto es una legumbre grande (vaina), de 35 a 50 cm de largo, con muchas semillas alargadas.

La época de recolección de las semillas se realiza de agosto a octubre, siendo su viabilidad hasta de un 85 %; las semillas se siembran en canteros y bolsas realizando el trasplante a los cuatro meses al campo. Esta especie es de clima cálido y húmedo que con buenas condiciones de humedad germina fácilmente entre los 10 y 12 días. El crecimiento inicial de las plántulas es rápido.

CARACTERISTICAS Y USOS

Se utiliza principalmente como ornamental en parques y orillas de carreteras, pero no es muy apreciada por sus raíces superficiales, se emplea para postes y cajas, pero su mayor utilización es para leña al igual que sus vainas secas. Por ser una especie fijadora de nitrógeno, produce abono verde y se planta como cercos aboneros. Porque contiene un 12 % de proteínas, es utilizada para forraje. Como su madera es blanda es susceptible al ataque de comejenes. Las orugas defoliadoras atacan las plantas.

SITIOS ENSAYADOS

Los sitios donde se experimentó con esta especie fueron Deazúcar en Managua y en la Estación Experimental del Valle de Sébaco. El Cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Delonix regia* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Densidad inic.(árbs/ha)	Supervivencia (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)
DEAZUCAR, Managua	bs - T	0.5	2500	83	-	1.4
		1.5	2500	72	5.89	3.6
		2.5	2500	55	9.30	5.8
		3.5	2500	55	11.35	6.8
		4.5	2500	55	12.30	7.5
Estación Experimental del Valle de Sébaco	bms-PT	0.5	2500	89	-	0.5
		1.6	2500	53	3.21	1.9
		2.8	2500	41	4.59	3.1
		3.6	2500	39	5.58	3.5
		4.6	2500	36	6.30	3.7

ESPECIE: *Tecoma stans*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Tecoma stans* (L.) Juss ex H.B.K.

Nombres comunes: Amarguito

Familia: Bignoniaceae

Origen y distribución natural

En América se encuentra desde Estados Unidos hasta Argentina. En Nicaragua crece mayormente en la región del Pacífico y en la región Central, en la parte de la región del Atlántico en niveles altitudinales entre 0 y 1500 msnm.

Descripción de la especie

Es un árbol de avanzada, o sea que invade campos abandonados, terrenos pobres y pedregosos. De tamaño pequeño a mediano. Alcanza alturas comprendidas entre 3 y 15 m y diámetros de 6 a 30 cm a la altura del pecho. Bastante ramificado desde abajo. Su copa es irregular. Las ramitas tiernas son verdes, tornándose luego de color castaño, con abundancia de lenticelas. Corteza externa de color gris claro, áspera y agrietada verticalmente, interna de color castaño, fibrosa y amarga. Hojas compuestas opuestas, imparipinnadas, de 9 a 20 cm de largo, sentadas o con pecíolos muy cortos. El cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Tecoma stans* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Densidad inic.(árb/ha)	Supervivencia (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)
EL GURU, León	bs - T	0.5	2500	100		0.30
		1.6	2500	100	3.00	3.1
		2.6	2500	100	4.56	4.2
		3.6	2500	56	3.47	3.3
UCA, Mateare, Managua	bs - T	0.5	2500	93		0.8
		2.6	2500	93	3.71	2.7
		3.6	2500	89	4.92	2.4
		4.7	2500	89	5.10	3.8
Estación Experimental, Sébaco, Matagalpa	bms-pT	0.7	2500	96		0.6
		1.6	2500	96	2.39	2.5
		2.7	2500	92	4.93	3.2
		3.6	2500	92	5.85	3.9
		4.7	2500	92	6.36	4.4

ESPECIE: *Pithecellobium saman*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Pithecellobium saman* (Jacq) Benth

Nombres comunes: Genízaro o Cenicero

Familia: Mimosaceae

Origen y distribución natural

En América se extiende desde México hasta Brasil y Bolivia. Ha sido introducido en otros países tropicales. En Nicaragua crece en la región del Pacífico y en la región Central entre 5 y 500 msnm, en climas calientes y frescos así como en climas secos y húmedos.

Descripción de la especie

Arbol de tamaño grande. Alcanza alturas comprendidas entre unos 9 a 26 mts y un diámetro de 40 a 120 cm a la altura del pecho. Tiene copa ancha y extendida en forma de paraguas. El tronco es usualmente corto, irregular, bastante torcido.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Se le encuentra desde el nivel del mar hasta 500 msnm en sitios con precipitaciones entre 760 a 3000 mm anuales y una estación seca mínima de 2 a 4 meses. Puede crecer en suelos de textura arenosa, franco-arenosa y arcillosa, con pH neutro o ácido.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La madera del genízaro tiene la albura de color amarillo pálido; duramen castaño claro. Posee grano recto a entrecruzado; textura media, sin olor ni sabor característico.

Tiene una densidad básica de 0.53 cm^3 ; densidad anhidra de 0.58 g/cm^3 y densidad seca al aire de 0.62 g/cm^3 . El duramen es medianamente resistente a hongos de pudrición e insectos; difícil de tratar con productos preservantes en albura y duramen; seca al aire con una velocidad moderadamente lenta con defectos moderados principalmente arqueaduras y curvaturas. Su trabajabilidad es medianamente fácil y estructuralmente se clasifica en el grupo C.

Se puede usar en construcciones en general, acabados y divisiones interiores, artículos torneados, gabinetes, molduras, ruedas de carreta y chapas decorativas.

SITIOS ANALIZADOS

Se plantaron dos parcelas en total para los sitios El Gurú y Las Colinas en el departamento de León.

Para el sitio El Gurú a 1,4 años con espaciamiento de 2,5 x 2,5 m presentó sobrevivencia del 88% con 1,0 m de altura total, 0,7 m/año. Este sitio fue afectado por incendio ocasionando severa mortalidad.

Para el sitio Las Colinas a los 7,9 años con el espaciamiento de 2,1 x 2,1 arrojó sobrevivencia del 46%, altura total de 9,3 m, diámetro cuadrático medio de 14,2 cm, el incremento para altura fue de 1,1 m/año y 1,7 cm/año en diámetro. La alta mortalidad que presenta este sitio es ocasionada por la incidencia de incendios a que fue sometida esta zona.

Esta especie es prometedora para la zona, pero se requieren más estudios sobre selección de sitios y el manejo más apropiado. En el cuadro 1, se presentan los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento *Pithecellobium saman* en dos sitios de Nicaragua.

Sitio	Zona de vida	Edad años	Espaciamiento (m)	Sobrevivencia	altura (m)		Diámetro (cm)	
					Prom	IMA	Prom	IMA
El Gurú, León	bs-T	1,4	2,5x2,5	88	1,0	0,7	-	-
Las Colinas, León	bs-T	7,9	2,1x2,1	46	9,3	1,1	14,2	1,7

ESPECIE: *Tabebuia rosea*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Tabebuia rosea* (Bertol) D.C.

Nombres comunes: Roble sabanero, Macuelizo, Roble macuelizo

Familia: Bignoniaceae

Origen y distribución natural

Originario de América. Se adapta a gran variedad de suelos y de climas. Es abundante en campos abandonados. En Nicaragua se encuentra ampliamente distribuido en todo el territorio.

Descripción de la especie

Arbol de tamaño mediano, alcanza unos 20 m de altura, copa amplia e irregular, tronco recto. Corteza externa áspera, fisurada, internamente blancuzca, de sabor amargo y con suave olor a menta. Hojas: compuestas, digitadas, opuestas, con cinco hojuelas de tamaño diferente de las cuales la mayor es la central, de forma obovada, el apice es de punta larga. Flores grandes, hermafroditas, abundantes a veces solitarias, por lo general en inflorescencias terminales; de color rosado. Los frutos son cápsulas largas, dehiscentes longitudinalmente a ambos lados, libera numerosas semillas de color pardo claro con alas blancas.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Esta especie se encuentra normalmente a temperaturas mayores de 26°C. En lo que respecta a la altitud, se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm; ocasionalmente se puede encontrar a mayores altitudes. Se encuentra en sitios con precipitaciones entre 1500 a 2500 mm anuales. Se adapta a una gran variedad de suelos y puede prosperar en suelos calcáreos, arcillosos y en suelos que se inundan por un período del año.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

El roble es una especie de crecimiento lento, tiene un crecimiento "dicotómico", o sea que produce dos ramas en el ápice. Se ha logrado establecer que las ramas del roble, tienen una gran capacidad de autopoda y su fuste tiende a mejorar su forma.

La madera de roble tiene albura no diferenciada del duramen, color castaño muy pálido; textura media; grano recto a entrecruzado; poco lustrosa; sin olor ni sabor característico. Posee buenas propiedades de trabajabilidad y presenta un atractivo acabado. Es fácil de tratar con productos preservantes en albura y duramen. Estructuralmente se clasifica en el grupo B. Se

utiliza en construcciones generales, muebles, acabados interiores, artículos deportivos, pisos, cubiertas y otras partes de botes, chapas decorativas.

SITIOS ENSAYADOS

El Cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Tabebuia rosea* en dos sitios de Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona vida (Holdridge)	Edad (años)	Densidad inic. (árbo/ha)	Supervivencia (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)
Las Colinas, León	bs - T	0.5	2222	100	-	1.2
		1.6	2222	100	3.94	3.3
		3.7	2222	100	9.49	8.0
UCA, Mateare, Managua	bs - T	1.2	1600	84	2.88	3.0
		2.0	1600	84	4.16	4.0
		3.6	1600	84	7.05	5.3
		4.5	1600	84	8.77	6.3
		5.5	1600	84	9.52	7.3
		7.0	1600	72	10.29	7.0

ESPECIE: *Eucalyptus citriodora*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Eucalyptus citriodora* Hook.

Nombres comunes: Spotted gun, lemon-scented gun.

Familia: Myrtaceae.

Origen y distribución natural

Eucalyptus citriodora ocurre en forma natural solamente en dos lugares: las costas centrales y las costas norteñas de Queensland, en Australia. Sin embargo, se ha adaptado al cultivo en varios países que tienen diferentes climas y tipos de suelos. Se han obtenidos buenos resultados en Portugal y en muchas partes de Africa; también en Brasil, India, Hawai y América Central.

Descripción de la especie

Eucalyptus citriodora es un árbol de buen porte, con corteza blanca, roja o azul tenue. Alcanza hasta 45m de altura, tiene un tronco blanco y recto cuyo diámetro mide alrededor de 1.3m y una copa abierta, elegante, de follaje angosto y pendular.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

El clima de Queensland, Australia que es su hábitat natural, varía entre tropical y subtropical. Los árboles soportan altas temperaturas (media mensual máxima entre 29° y 35°C) y heladas ligeras. Sin embargo, las plántulas son delicadas y sensibles a las heladas.

A esta especie se le encuentra desde el nivel del mar hasta 900 msnm, pero en Sri Lanka se ha plantado a altitudes hasta de 2000 m. En Hawai crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 500 m; otras especies de eucalipto crecen mejor en tierras altas. Tolera de cinco a siete meses de sequía. La precipitación mínima requerida es de 600 mm por año, pero para lograr mejor crecimiento es preferible una precipitación mayor de 900 mm.

En su hábitat de origen, este árbol crece en terrenos ondulados, donde los suelos son generalmente pobres y pedregosos, incluyendo podsoles, podsoles residuales de origen laterítico y arcillas infértiles. Parece tener preferencia por los suelos bien drenados.

CARACTERISTICAS Y USO DE LA ESPECIE

El *Eucalyptus citriodora* se ha usado para leña en Australia durante largo tiempo. La madera es dura y pesada (peso específico 0.75-1.1) arde en forma constante . El carbón tiene un contenido de ceniza de 1 a 2%. Esta es la principal especie utilizada en Brasil para producir el carbón que se usa en la industria del acero.

Es una especie de rápido crecimiento, que típicamente tiene un incremento en altura de 3 m por año durante los primeros años y crece aún más rápido en los mejores sitios . Algunas plantaciones en Tanzania produjeron 15 m³/ha por año, cosechadas en rotaciones de rebrote de ocho años.

SITIOS ENSAYADOS

El Cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Eucalyptus citriodora* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Espaciamiento (m)	Supervivencia (%)	Altura (m)		Diámetro (cm)	
					Prom	IMA	Prom	IMA
Estación Experimental 126L	bms-PT	4.5	2.0x2.0	81	8.4	1.8	8.4	1.8
Estación Experimental 126L	bms-PT	4.5	2.0x2.0	64	8.0	1.6	8.3	1.7

ESPECIE: *Eucalyptus deglupta*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Eucalyptus deglupta*

Nombres comunes: Eucalipto o deglupta

Familia: Myrtaceae

Origen y distribución natural

Nativa de Papúa-Nueva Guinea, partes de Indonesia y las Filipinas; donde se limita a las condiciones de bosque húmedo de bajura. Se le ha plantado ampliamente en muchas partes del mundo tropical; en Africa, Asia y América principalmente, en donde se ha investigado desde fines del siglo pasado.

En América Central su introducción data de los últimos 40 a 50 años, donde se ha demostrado gran potencial para el desarrollo de proyectos forestales de alta producción, despertando el interés de técnicos y productores.

Descripción de la especie

En los bosques nativos, es un árbol que alcanza de 35 a 60 m de altura; con diámetros desde 50 hasta 200 cm. Frecuentemente desarrolla gambas pero éstas no son muy grandes. El fuste, libre de ramas, es típicamente recto (NAS, 1984).

Esta especie ha sido introducida en muchos países tropicales húmedos de todo el mundo y gana importancia constantemente en plantaciones de tierras bajas del trópico (FAO, 1981); sin embargo, este entusiasmo ha disminuido recientemente en muchos países, debido a lo sensible de la especie, a las condiciones de sitio, al fuego y algunas plagas y enfermedades (Eldridge, *et al*, 1993).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

E. deglupta es una especie de clima muy húmedo, donde la precipitación varía de 2000 a 5000 mm y las temperaturas de 24 a 32°C, en el mes más cálido y de 20 a 22°C en el mes más frío (FAO, 1981).

En América Central se planta en las zonas bajas húmedas de la vertiente Atlántica y en menor escala en la Pacífica, en elevaciones por debajo de los 1250 msnm y con una precipitación superior a 1500 mm de lluvia por año, normalmente entre 2500 y 3500 mm.

Se ha plantado con buenos rendimientos en condiciones idénticas en el ámbito centroamericano. En su lugar de origen los mejores crecimientos se producen en los suelos arenosos francos, bien drenados, profundos, húmedos y fértiles. Sin embargo, también crece en suelos de origen volcánico. No crece bien en suelos pantanosos, según Goudet (1980), citado por FAO (1981).

SITIOS ENSAYADOS

El Cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Eucalyptus deglupta* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Espaciamento (m)	Supervivencia (%)	Altura (m)		Diámetro (cm)	
					Prom	IMA	Prom	IMA
Manisa, Chinandega	bh-T	4,4	2,3x2,1	80	15,7	3,5	13,0	2,9

ESPECIE: *Eucalyptus pellita*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre botánico: *Eucalyptus pellita* F. Muell.

Sinónimo: *E. spectabilis* F. Muell.

Nombres comunes: Red mahogany, red stringybark.

Familia: Myrtaceae.

Origen y distribución

Este eucalipto ocurre en las laderas costeras más bajas de Australia. Las poblaciones del norte ocurren desde cerca de la parte superior de la península de Cabo York hasta el área comprendida entre Cairns y Townsville (entre los 12° y 18° de latitud sur) y los del sur de Brisbane hasta el área de la Bahía de Bateman en las costas meridionales de Nueva Gales del Sur (27° 36' de latitud sur).

En Nicaragua la introdujo el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía en el sitio Deazúcar, con semillas provenientes de Indonesia y facilitadas por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales de CATIE.

Descripción general

Es un árbol de tamaño mediano a grande, generalmente con 20 a 25 m de altura, aunque en condiciones favorables excede los 35 m. En las mejores condiciones su fuste crece recto hasta la mitad de la altura total del árbol y tiene una copa ancha y muy ramificada. Cuando crece en roca desnuda más arriba de la playa puede reducirse a un arbusto copudo.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

La temperatura media máxima del mes más caliente varía entre 24° y 33°C y la media mínima del mes más frío es de 6° a 16°C. En sitios donde casi no hay heladas o éstas ocurren menos de cinco veces al año. Se adapta a altitudes desde el nivel del mar hasta 750m. La precipitación media anual en su hábitat en Australia, es de 900 a 2300 mm.

Los tipos de suelos fluctúan entre podsoles arenosos poco profundos derivados de areniscas y suelos francos profundos. Sin embargo, se recomienda plantar esta especie solamente en suelos arenosos con buen drenaje.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Crece rápidamente en tierras bajas tropicales húmedas y subhúmedas. La madera de esta especie tiene una densidad alta (990 kg/cm³) apropiado para carbón y leña. La madera no es fácil de trabajar. Tiene un amplio rango de usos en construcción y trabajo ornamental pesado.

SITIOS ENSAYADOS

El Cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Eucalyptus pellita* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Espaciamiento(m)	Sobrevivencia (%)	Altura (m)		Diámetro (cm)	
					Prom	IMA	Prom	IMA
Deazúcar	bs-T	3,6	1,6x1,0	35	4,9	1,4	4,8	1,3
Deazúcar	bs-T	3,6	1,6x1,2	29	4,6	1,3	4,4	1,2
Deazúcar	bs-T	3,6	1,6x1,6	29	4,1	1,1	3,9	1,1
Deazúcar	bs-T	3,6	1,6x2,2	28	4,8	1,3	4,6	1,3

ESPECIE: *Eucalyptus robusta*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Eucalyptus robusta* Sm.

Sinónimo: *Eucalyptus multiflora* Poir.

Nombres comunes: Eucalypto, Swamp mahogany, White mahogany, Australian brown mahogany, swamp messmate,(Australia); robusta, beakpod eucalyptus (EEUU); brown gun red gun (Sri Lanka e India).

Familia: Myrtaceae

Origen y distribución

Nativa de la Costa de Nueva Gales del Sur y Queensland meridional. *E. robusta* puede mantenerse solamente en los fondos de los valles y pantanos lo que ha dado origen a su nombre "Caoba de los pantanos". La especie crece en forma natural, en una angosta franja costera que se extiende desde Queensland hasta el sur de Bega en Nueva Gales del Sur, en Australia.

Descripción de la especie

En Australia alcanza hasta 30 m de altura. La corteza es áspera, escamosa y persistente hasta ramas más pequeñas. Hojas adultas alternas pecioladas, lanceoladas anchas. Madera rojo claro a pardo rojizo, textura áspera moderadamente dura. Usos en construcción general, aunque presenta difícil curado.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En su presencia natural se encuentra cerca del nivel del mar, principalmente en suelos húmedos de valles y en pantanos de aguas frescas. Precipitaciones 1000 a 1500 mm/año con cuatro meses de estación seca. Temperaturas desde 5 hasta 32°C.

SITIOS ENSAYADOS

Cuadro 1. Datos de crecimiento *Eucalyptus robusta* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Espaciamiento (m)	Supervivencia (%)	Altura (m)		DIAMETRO (cm)	
					Prom	IMA (cm/año)	Prom (cm)	IMA (cm/año)
Est. Exp. Sébaco	bms-PT	4,8	2,0x2,0	48	7,3	1,5	9,2	1,9

ESPECIE: *Eucalyptus torrelliana*

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Eucalyptus torrelliana*

Nombre común: Eucalypto En Australia conocido como Cadagu.

Familia: Myrtaceae

Origen y distribución natural

Esta especie es nativa de la meseta de Athurlon, Queensland (Australia) en el borde del bosque pluvial. Crece en suelos franco arenoso y suelos francos más pesados de origen volcánico, exigiendo subsuelos permeables o un buen drenaje superficial.

Descripción de la especie

Es un árbol que alcanza 30 m de altura, buen tronco y copa densa. Corteza en placas subfibrosa en la base y fisurada hasta cerca de los 5 m, lisa más arriba. Hojas juveniles peltadas o con ciertos peciolos cortos. Cuando existe talluelo es minutamente vellosa. Usos: madera y ornamental.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Se le encuentra en alturas desde 100 hasta 800 msnm, precipitaciones de 1100 a 1500 mm con estación seca de 3 meses. Temperaturas desde 16 hasta 29°C. En Nicaragua se le ha plantado en el sitio Las Vegas, Sébaco con una altitud de 480 msnm, 25.2° C de temperatura media anual, 876 mm/año de precipitación en una zona de vida de bms-ST.

SITIOS ENSAYADOS

El Cuadro 1, presenta los datos de crecimiento de esta especie en Nicaragua.

Cuadro 1. Crecimiento de *Eucalyptus torrelliana* en Nicaragua.

Nombre del Sitio	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Espaciamiento (m)	Supervivencia (%)	Altura (m)		Diámetro (cm)	
					Prom	IMA	Prom	IMA
Las Vegas. Sébaco	bms-PT	3,6	2,5x2,5	96	8	2,2	9,5	2,6
Las Vegas. Sébaco	bms-PT	3,6	2,5x2,5	96	6,4	1,8	7,1	2,0

RESULTADOS DE OTRAS EVALUACIONES

En esta sección se presentan los resultados y conclusiones más relevantes del estudio realizado por Danilo Gómez en 1981 sobre "Evaluación del comportamiento de ensayos y plantaciones forestales en Nicaragua". Este trabajo se hizo como parte de las actividades iniciales del Proyecto LEÑA, con el fin de conocer y utilizar como base para el programa de investigación y experiencias de reforestación en Nicaragua.

Con el objeto de evaluar el comportamiento inicial de especies forestales, seleccionar las más adecuadas para plantación e identificar algunos de los factores que han limitado su crecimiento, se llevó a cabo una evaluación estática de los ensayos de introducción de especies y procedencias, establecidas por la Misión Forestal Británica a partir de 1972 y plantaciones de especies hechas por reforestadores privados y organismos de gobierno de diferentes regiones edafoclimáticas de Nicaragua.

Durante el período de trabajo de campo que abarcó desde el 26 de setiembre de 1980, hasta el 30 de enero de 1981, se visitaron 26 sitios dentro de cinco regiones. En los ensayos forestales se evaluaron 88 parcelas, tanto de especies, como de procedencias. En las plantaciones semiextensivas se delinearón y midieron 22 parcelas muestras en su mayoría de 0,1 ha. En total se evaluaron 110 parcelas distribuidas en 19 sitios con 13 especies diferentes.

Las especies fueron agrupadas conforme la ubicación de cada plantación en la delimitación regional del país, así: a) Región I, Pacífico Norte; b) Región II, Pacífico Central; c) Región III, Pacífico Sur; d) Región V, Interior Central y e) Región VIII, Atlántico Sur (sin tomar en cuenta los sitios Jerusalén, por sus plantaciones menores de dos años y El Recreo, por ser inaccesible en época de lluvias).

CONCLUSIONES

1. En los sitios Granero Regional del Norte, Proyecto Semillero Sébaco y el Tepeyac, se encuentra el mayor número de parcelas que aún conservan la población original con alta supervivencia, dentro del grupo de ensayos establecidos con asistencia de la Misión Forestal Británica, en un total de 13 sitios en Nicaragua. Según la información recopilada en este estudio, las causas principales de la pérdida de parcelas experimentales fueron: la falta de mantenimiento adecuado, los incendios y las intervenciones humanas. Existe así una marcada discrepancia entre el deseo técnico de instalar ensayos de investigación forestal y la capacidad de la(s) institución(es) nacional(es) correspondiente(s) para mantenerlos y evaluarlos.
2. Las parcelas de medición establecidas en plantaciones forestales semiextensivas pueden suministrar valiosa información adicional a los programas institucionales, especialmente cuando se puede ejercer cierto control sobre su mantenimiento, protección y aprovechamiento, facilitando así, las evaluaciones periódicas.
3. Las especies que mejor comportamiento muestran en la zona del Pacífico (estación seca pronunciada) son: *E. camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* y *Gmelina arborea*. En sitios con mayor precipitación de esta zona, *E. deglupta* es de muy rápido crecimiento y cuando los suelos tienen buen drenaje *Tectona grandis* es un especie prometedora de alto valor.
4. Para sitios con elevaciones inferiores a los 600 msnm en la zona interior del país, las especies que se adaptaron mejor fueron: *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *Gmelina arborea* y *Azadirachta indica*. A elevaciones entre 600 y 1000 msnm: *E. grandis* y *E. robusta* presentaron rápido crecimiento..
5. Las procedencias *E. camaldulensis* del Norte y Noreste de Australia, presentaron mayor sobrevivencia y crecimiento que aquellas procedencias del Sureste australiano. Las procedencias Petford y Katherine de la especie *E. camaldulensis*, tienen un ritmo de crecimiento muy similar y no fue posible diferenciarlas estadísticamente debido a las grandes diferencias entre sitios y el bajo número de repeticiones válidas en cada sitio.
6. La procedencia Mackay de *E. tereticornis* mostró un buen comportamiento, pero la comparación con las demás no permitió establecer la mejor procedencia.
7. Para *E. grandis* la procedencia Bulahdelah arrojaba buenos valores de crecimiento, pero tampoco se pudo demostrar su superioridad en forma estadística.
8. La adaptabilidad de *Gmelina arborea* en diferentes tipos de suelo y clima, indica que se trata de una especie que en el futuro podría estar sujeta a plantaciones en mayor escala. La mala forma de un fuste, se atribuye a la fuente de semillas.

9. Las especies *E. camamldulensis*, *E. tereticornis* y *Gmelina arborea*, mostraron un desarrollo vigoroso, en casi todos los sitios donde fueron ensayadas. A pesar de la competencia de malezas, la presencia de ganado y de incendios, se combina un rápido crecimiento con adecuada resistencia al fuego a edad temprana y existe alta capacidad de rebrote. En sitios adecuados, *Tectona grandis*, *Leucaena leucocephala* y *Azadirachta indica*, presentan las mismas características.

BIBLIOGRAFIA PARA ESPECIES POTENCIALES

- BAUCH R.E.; *et al.* 1991. Plan de Acción Forestal de Nicaragua. Subprograma Leña y Energía, Documento Base. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente.
- CATIE. 1994. Deglupta: *Eucalyptus deglupta* Blume. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie técnica. Informe técnico No 240. Turrialba, Costa Rica. 43 p.
- CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central: Resultados de cinco años de investigación. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico No. 86. 288 p.
- CATIE. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Traducido de la versión inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. 344 p.
- CATIE. 1991 b. Casuarina (*Casuarina equisetifolia*, L. ex J.R. Forst & G. Forst). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico/CATIE, No. 173. 68 p.
- CATIE. 1992. Aripín (*Caesalpinia velutina* (Britton & Rose) Standley). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe Técnico/CATIE, No. 197. 45 p.
- ELDRIDGE, K., *et al.* 1993. Eucalypt Domestication and Breeding. Oxford Science Publications. Oxford University Press Inc, New York. 288 p.
- FAO. 1981. El Eucalipto en la repoblación forestal. Roma. FAO Montes No. 11. 723 p.
- HERRERA, Z.; MORALES, A. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. IRENA. Laboratorio de Tecnología de la madera. Managua, Nicaragua. 178 p.
- IRENA. 1993. Preservación de 34 maderas nicaragüenses. Laboratorio de Tecnología de la madera. Managua, Nicaragua.

- IRENA. 1993. Secado al aire de 37 maderas nicaragüenses. Laboratorio de Tecnología de la madera. Managua, Nicaragua.
- IRENA. 1992a. *Tabebuia rosea*. Nota técnica No 14. Especie para reforestación. Servicio Forestal Nacional. Proyecto Forestal Campesino. Managua, Nicaragua.
- IRENA. 1992b. *Pithecellobium saman*. Nota técnica No 12. Especie para Reforestación. Servicio Forestal Nacional. Proyecto Forestal Campesino.
- MARTINEZ H., H.A. 1990. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico/CATIE, No. 158. 68 p.
- MURILLO, O. 1991. Melina (*Gmelina arborea* Roxb.) Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico/CATIE, No. 181. 72 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.
- OTAROLA, A.; DELGADILLO F.J.; REYES M. 1983. Energía renovable: Guía de la Investigación forestal en Nicaragua. Managua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente. 43 p.

Abreviaturas utilizadas en los cuadros

Variables incluidas en los cuadros sobre crecimiento:

Acopa = Area de la copa del árbol (m^2)
Altot.; H; ALT = Altura total promedio de los árboles (m)
Altura Dom.;Hdom.;Altdom = Altura dominante de los árboles (m)
Cod. Trat. = Código de tratamiento de la parcela
CV = Coeficiente de variación
DCM = Diámetro promedio, calculado con base al diámetro cuadrático medio
DAP = Diámetro promedio, calculado con base al diámetro promedio aritmético
Espac.1 = Espaciamiento entre los árboles dentro de la línea de plantación (cm)
Espac.2 = Espaciamiento de los árboles entre las líneas de plantación (cm)
Especie = Código de 4 letras para el género y 2 letras para la especie
Exp. Diseño = Experimentos con diseño estadístico
G; AB = Area basal (m^2/ha)
IMA en DCM; id; IMA-DAP = Incremento medio anual en diámetro (cm/año)
IMA en Altura; ih; IMA-H = Incremento medio anual en altura total (m/año)
IMA-HDOM = Incremento medio anual en altura dominante (m/año)
IMA en A.Basal; ig; IMA-G = Incremento medio anual en área basal ($m^2/ha/año$)
IMA-VOL; IMA-VT = Incremento medio anual en volumen ($m^3/ha/año$)
IS = Índice de sitio
IDR = Índice de densidad del rodal
No. de arb. = Número de árboles
NoMes = Edad de la plantación en meses
No. Parc. = Número de parcelas establecidas
No. Ensay. = Número de ensayos establecidos
N1; Dens. Inic. = Número de árboles originales en la plantación; densidad inicial
N2 = Número de árboles actuales en la plantación
R = Número de raleos que ha tenido la plantación
Sobrev.; Superv.; S% = Supervivencia en porcentaje
Vol. Tot. con Cort.; Vol; Vtcc = Volumen total con corteza en metros cúbicos
VCC5= Volumen hasta un diámetro mínimo del fuste de 5 cm

Variables incluidas en los cuadros sobre descripción de sitios y climas:

Alt. msnm; Elevac. = Altitud en metros sobre el nivel del mar
Defhíd. = Número de meses en el año con déficit hídrico
Pend.% = Pendiente en porcentaje
Precip.; PMA; PAño = Precipitación media anual en milímetros
Temp.; TMA = Temperatura media anual, calculada con promedios mensuales en °C
Zonas de Vida = Abreviaciones utilizadas en el sistema de zonas de vida de Holdridge

VARIABLES INCLUIDAS EN LOS CUADROS SOBRE CARACTERÍSTICAS DE SUELO:

Ca = Contenido de calcio en el suelo (meq/100 gr de suelo)

CIC = Capacidad de intercambio catiónico en el suelo

K = Contenido de potasio en el suelo (meq/100 gr de suelo)

Mat. Org. = Materia orgánica del suelo en porcentaje

Mg = Contenido de magnesio en el suelo (meq/100 gr de suelo)

No. Horiz. = Número de horizonte dentro del perfil de suelo

No. Perfil = Número del perfil del suelo

Prof. Sup = Profundidad superior del horizonte del suelo (cm)

Prof. Inf. = Profundidad inferior del horizonte del suelo (cm)

Text = Textura del suelo