

CATIE

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



Editor: Luis A. Ugalde Arias

**RESULTADOS DE 10 AÑOS DE
INVESTIGACIÓN SILVICULTURAL DEL
PROYECTO MADELEÑA EN GUATEMALA**

C636



Serie Técnica
Informe Técnico no. 287

12 NOV 1997

//
**RESULTADOS DE 10 AÑOS DE INVESTIGACION
SILVICULTURAL DEL PROYECTO MADELEÑA EN
GUATEMALA**

Editor:

Luis A. Ugalde Arias

Redactores:

Gustavo Baeza Larios
Aroldo García Escobar
René Suárez Valenzuela
Rolando Zanotti de León
César Ruiz
Rudy Herrera Pérez

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
(CATIE)**

**DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE
(DIGEBOS)**

Turrialba, Costa Rica, 1997

CATIE
ST
IT-287

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).

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



634.95097281

R436 Resultados de 10 años de investigación silvicultural del Proyecto MADELEÑA en Guatemala / redactores : Gustavo Baeza Larios ... [et al.] ; ed. : Luis A. Ugalde Arias. -- Turrialba, C. R. : CATIE : Dirección General de Bosques y Vida Silvestre, 1997.
300 p. ; 27 cm. -- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 287)

ISBN 9977-57-274-7

1. Silvicultura - Investigación - Guatemala I. Baeza Larios, G. II. Ugalde Arias, Luis A., ed. III. CATIE IV. Guatemala. Dirección General de Bosques y Vida Silvestre V. Título VI. Serie

CONTENIDO

	Página
Presentación.....	vii
Agradecimiento	viii
INTRODUCCION.....	1
Antecedentes	1
Situación Forestal de Guatemala	1
Objetivo	3
Selección de Sitios para la Investigación	3
Ensayos y Parcelas Establecidos	4
Especies Ensayadas	6
Análisis de la Información	7
Bibliografía.....	8
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	9
Descripción botánica y ecológica	9
Requerimientos ambientales	10
Características y usos de la especie	11
Silvicultura	11
Sitios y experimentos analizados.....	16
Resultados de crecimiento	17
Conclusiones	24
Recomendaciones	24
Bibliografía	25
Anexo	26
<i>Caesalpinia velutina</i>	47
Descripción botánica y ecológica	47
Requerimientos ambientales	48
Características y usos de la especie	49
Silvicultura	49
Sitios y experimentos analizados.....	51
Resultados de crecimiento	57
Conclusiones y recomendaciones.....	62
Bibliografía	62
Anexo	63
<i>Gliricidia sepium</i>	75
Descripción botánica y ecológica	75
Requerimientos ambientales	75
Características y usos de la especie	76
Silvicultura	77
Sitios y experimentos analizados	81
Resultados de crecimiento	88
Conclusiones	94

Recomendaciones	94
Bibliografía	95
Anexo	97
<i>Gmelina arborea</i>	113
Descripción botánica y ecológica	113
Requerimientos ambientales	113
Características y usos de la especie	114
Silvicultura	115
Sitios y experimentos analizados.....	117
Resultados de crecimiento	120
Otras experiencias.....	124
Conclusión... ..	125
Recomendación.....	125
Bibliografía	125
Anexo	127
<i>Leucaena leucocephala</i>	137
Descripción botánica y ecológica	137
Requerimientos ambientales	137
Características y usos de la especie	138
Silvicultura	138
Sitios y experimentos analizados.....	141
Resultados de crecimiento	146
Conclusiones	152
Recomendaciones	152
Bibliografía	153
Anexo	155
<i>Leucaena diversifolia</i>	163
Descripción botánica y ecológica	163
Requerimientos ambientales	163
Características y usos de la especie	164
Silvicultura	165
Sitios y experimentos analizados	166
Resultados de crecimiento	170
Conclusiones	173
Recomendaciones	174
Bibliografía	174
Anexo	175
<i>Acacia mangium</i>	181
Descripción botánica y ecológica	181
Requerimientos ambientales	181
Características y usos de la especie	182
Silvicultura	182
Sitios y experimentos analizados	184
Resultados de crecimiento	186
Conclusiones y recomendaciones.....	188
Bibliografía	188

Anexo	189
<i>Cupressus lusitanica</i>	195
Descripción botánica y ecológica	195
Requerimientos ambientales	195
Características y usos de la especie	196
Silvicultura	196
Sitios y experimentos analizados.....	198
Resultados de crecimiento	200
Otras experiencias	203
Conclusiones	203
Bibliografía	203
Anexo	205
<i>Pinus caribaea var. hondurensis</i>	219
Descripción botánica y ecológica	219
Requerimientos ambientales	220
Características y usos de la especie	221
Silvicultura	222
Sitios y experimentos analizados.....	225
Resultados de crecimiento	228
Conclusiones	233
Recomendaciones	233
Bibliografía	234
Anexo	235
<i>Eucalyptus saligna</i>	241
Descripción botánica y ecológica	241
Requerimientos ambientales	241
Características y usos de la especie	242
Silvicultura	243
Sitios y experimentos analizados.....	245
Resultados de crecimiento	248
Conclusiones	251
Recomendaciones	251
Bibliografía	251
Anexo	253
<i>Cassia siamea</i>	259
Descripción botánica y ecológica	259
Requerimientos ambientales	259
Características y usos de la especie	260
Silvicultura	260
Sitios y experimentos analizados	261
Resultados de crecimiento	265
Conclusiones	268
Bibliografía	268
Anexo	269
Especies con Potencial	275

<i>Calliandra calothyrsus</i>	277
Descripción botánica y ecológica	277
Requerimientos ambientales	277
Características y usos de la especie	278
Silvicultura	279
Sitios y experimentos analizados.....	282
Resultados de crecimiento	285
Conclusiones	286
Recomendaciones	286
Bibliografía	287
Anexo	289
Especies para la Zona Seca	294
Introducción.....	294
Antecedentes.....	294
Objetivos.....	295
Características de las regiones secas de Guatemala	295
Resultados	298
Conclusiones.....	298
Bibliografía.....	303

PRESENTACION

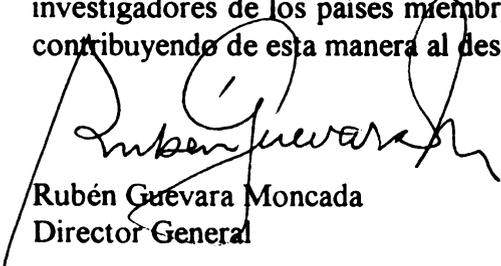
El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en conjunto con las instituciones forestales y de recursos naturales de los países de América Central, y con el apoyo financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), implementó entre los años 1980 y 1995 el proyecto conocido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

Durante este período 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 Guatemala, Ing. Rolando Zanotti, 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 Olga Vásquez, Eddy Morales G. y Denis García por su colaboración en la digitalización y preparación de la información.

También se desea reconocer la colaboración de un gran número de técnicos de DIGEBOS, que apoyaron el Proyecto o personas que participaron en algún período o durante el establecimiento y medición de los ensayos. Se destacan los ingenieros Héctor Martínez, Mario Mogollón, Carlos Figueroa, Eberto de León, Carlos Fausto, Edwin Oliva, Salvador Rivera, Carlos Estrada, Donald Morán, Wilson Castañeda, Francisco Padilla, Fernando Aldana, Rafael Peralta, Byron Villeda, Edwin Villagrán, Luis Felipe Méndez, Ricardo Morataya, Rolando López, Sergio Catalán, Francisco Barillas, José Gutiérrez, Edgar Morataya, Cesar Aceituno, Feliciano Miranda, Ruddy Herrera, así como a los productores que apoyaron y permitieron que el Proyecto MADELEÑA estableciera los ensayos y parcelas en sus propias fincas.

Agradecimiento también a William Vásquez, Luis Meléndez y José Miguel Méndez, por la revisión final de los documentos en la Sede del CATIE.

INTRODUCCION

Antecedentes

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con el apoyo financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), a través 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, con el nombre de Cultivo de Arboles de Uso Múltiple, conocida como MADELEÑA y a partir de 1986, se continuó con la tercera fase, Diseminación del Cultivo de Arboles 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, especialmente 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 dentro de cada país, para incorporarlas a los sistemas de finca de los pequeños y medianos productores. Las actividades de investigación durante estas dos fases, fueron ejecutadas a través de convenios de cooperación entre el CATIE y las instituciones nacionales de investigación forestal en cada uno de estos países.

En el caso de Guatemala, la investigación silvicultural se inició con el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), lo que hoy día es la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) y con el apoyo del personal destacado en las oficinas regionales.

Situación Forestal de Guatemala

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 la cual 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). No hay duda, que este proceso de deforestación ha generado una serie de problemas en la región, ligados con el deterioro ambiental, erosión de suelos y ha provocado mayor escasez de los productos derivados de los árboles.

Debe destacarse que en la región centroamericana, hubo una acelerada transformación de los bosques en tierras para agricultura de subsistencia y ganadería extensiva, acción que se realiza en ciertas áreas, mediante la colonización espontánea no controlada, siendo esta una de las principales causas de la deforestación en América Central. Esta situación está conduciendo a la degradación de la riqueza forestal, tanto en el número de especies como en la calidad genética de las mismas.

No cabe duda que el avance de la frontera agrícola en las décadas desde 1960 hasta la actualidad, ha sido impresionante. Aunque se estima que casi dos terceras partes del territorio centroamericano es de vocación forestal, más del 60% de este territorio se encuentra deforestado y se considera que dos tercios de esta deforestación, han ocurrido en las tres últimas décadas.

En el caso de Guatemala, se estima una cobertura boscosa de 4,3 millones de ha, distribuidas en unas 3,5 millones de ha en bosque latifoliado y unas 0,8 millones de ha en bosques de coníferas y se estima una tasa de deforestación de 90000 ha por año (PAFG,1991). En Guatemala, la deforestación para cambio de uso de la tierra se calcula en unas 50000 ha por año, lo que equivale a la superficie de todo el departamento de Sacatepéquez.

Se debe notar que aproximadamente el 76% del total de esta superficie deforestada anualmente, se produce en el departamento del Petén, es decir unas 38000 ha (844 caballerías por año), (PAFG, 1991).

La leña es un recurso energético de mucha importancia en Guatemala. Un estudio socio-económico realizado por el proyecto LEÑA (Martínez,1981), determinó que tanto los hogares como las pequeñas industrias que no poseían electricidad, dependían casi exclusivamente de la leña como combustible (87 y 92% respectivamente), mientras quienes la poseían dependían en menor grado (53% de los hogares y 77% de las pequeñas industrias). El mismo estudio mostró, que en el interior del país, la leña se obtenía en bosques municipales o comunales y bosques particulares ubicados en los alrededores de pueblos y aldeas, mientras que la ciudad capital, se provee de áreas ubicadas a distancias promedio de 120 km y aún de lugares situados a 266 km.

El tipo de aprovechamiento, especialmente de los bosques secos de Guatemala, para la extracción de leña y el cambio de uso de la tierra, no asegura una producción forestal sostenible, provocando como resultado de esto, la crítica situación de suministro de leña y otros productos forestales en la región del Pacífico y la Región Oriental, donde gran parte de la leña proviene de los bosques naturales secundarios.

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 el conocimiento y la tecnología apropiada sobre el cultivo y manejo de especies que reúnan excelentes cualidades para este fin y los sitios apropiados para plantar las especies.

Los primeros esfuerzos por encontrar opciones viables, para aumentar la disponibilidad de la leña en Guatemala se iniciaron en 1980 con la implementación del Proyecto LEÑA antes mencionado, cuyo objetivo fue la investigación silvicultural de especies de rápido crecimiento en diferentes condiciones de clima y suelo, especialmente en aquellas áreas críticas en cuanto a la demanda y al abastecimiento de leña. Es así como durante los primeros 10 años de investigación en Guatemala, se establecieron 493 experimentos, tanto con diseño estadístico como de parcelas individuales de crecimiento, en total se establecieron 3098 parcelas. Con base en la cantidad de ensayos, sobresalen los de espaciamiento, selección de especies, procedencias, parcelas de crecimiento, rebrotes, fertilización, tipo de planta y control de maleza.

Objetivo

El objetivo principal de este documento, es dar a conocer los resultados más sobresalientes de la investigación silvicultural realizada por el proyecto MADELEÑA en Guatemala, 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 una 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 de especies, lo conforman aquellas con las que se han tenido buenos resultados en algunos sitios, según la investigación realizada por MADELEÑA o por otros proyectos, pero que requieren de 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, porque 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 con base en otras experiencias en la región tienen cierta importancia, se incluyen como “otras especies”.

Para las especies más importantes hay bastante información y documentos individuales producidos por el Proyecto, la metodología seleccionada fue 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, etc. 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 DIGEBOS.

Como complemento a los resultados de la investigación de los proyectos LEÑA y MADELEÑA se incluyen resultados y conclusiones interesantes de otros proyectos en Guatemala, así como, 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.

Selección de Sitios para la Investigación

La selección de las áreas de trabajo se basó principalmente en el diagnóstico socio-económico sobre el uso y consumo de leña en hogares, en la pequeña industria y distribuidores en Guatemala, que realizó el proyecto LEÑA (Martínez, 1981). Así como, en las observaciones de campo de los técnicos, sobre áreas críticas y potencialmente críticas, en cuanto al abastecimiento y alto consumo de leña y otros productos forestales; en la disponibilidad de área para el establecimiento de los experimentos, en su mayoría en fincas privadas de productores o grupos organizados (cooperativas, comunidades, y parcelamientos) y en menor número en estaciones experimentales; y con base en las posibilidades de apoyo por parte del personal en las oficinas regionales de DIGEBOS.

Un aspecto de mucha importancia, durante este proceso de la investigación, fue haber seleccionado productores denominados líderes, por su interés y liderazgo en sus comunidades y 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, fue claro que las áreas más críticas en el abastecimiento de leña y otros productos forestales fue la Región Pacífica, especialmente en los Departamentos de Suchitepéquez, Escuintla y Retalhuleu. 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.

La distribución espacial de los sitios de trabajo del Proyecto LEÑA, se realizó con base en la Regionalización Agrícola del país, la Figura 1 muestra los sitios de trabajo dentro de las regiones forestales de Guatemala. Los sitios se encuentran distribuidos especialmente en las siguientes regiones forestales, ordenados según su importancia:

- Región IV, principalmente en el Parcelamiento La Máquina del Departamento de Suchitepéquez; en el Departamento de Escuintla (Nueva Concepción, Cuyuta y Palín) y en menor grado en los Departamentos de San Marcos y Retalhuleu (Parcelamiento La Blanca).

- Región VI, Departamentos de Jutiapa (municipios de Atescatempa y Jalpatagua); Jalapa (San Martín Jilotepeque), Santa Rosa (Oratorio, Taxisco y San Juan Tecuaco).

- Región V, Departamentos de Guatemala (Bárceñas, Villa Nueva, Amatitlán, San Pedro Ayanpuc, Fraijanes y el municipio de Guatemala), El Progreso (Morazán, Santa Rita, Palo Amontonado, Sanarate y Tierra Blanca), Sacatepéquez (Pastores), Chimaltenango (San Andrés Itzapa, Patzicia).

- Región I, Departamentos de Huehuetenango (San Lorenzo), Quetzaltenango (Olintepeque, Palestina, Coatepeque, San Carlos Sija, Sololá (Nahualá).

- Región VII, Departamentos de Zacapa (Huité, Gualán), Chiquimula (Concepción Las Minas, Chiquimula, San Juan Ermita).

Ensayos y Parcelas Establecidas

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

Se establecieron en total 493 experimentos con y sin diseño estadístico, los cuales incluyen 3098 parcelas.

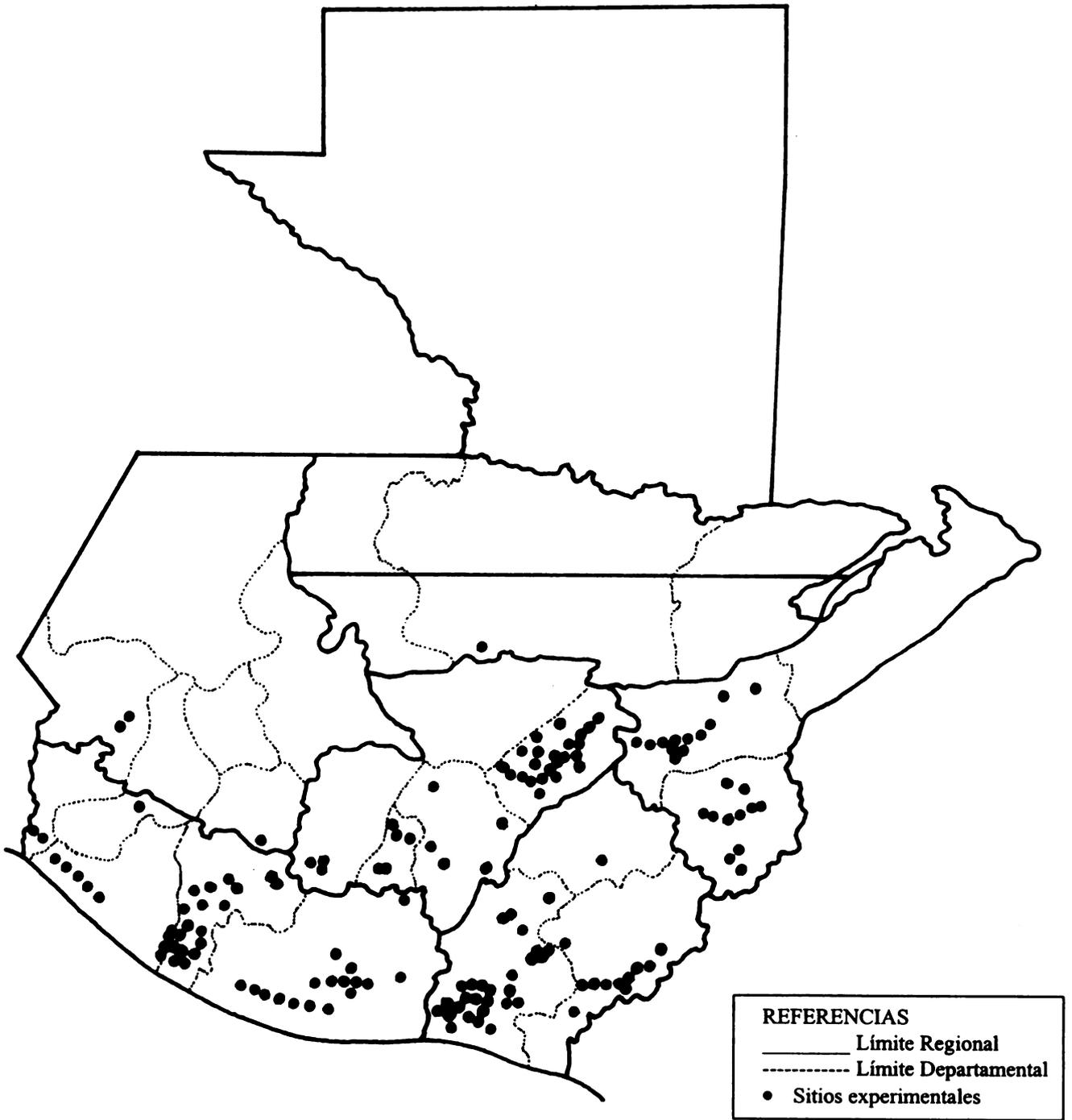


Figura 1. Lugares donde se establecieron sitios experimentales en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

Especies Ensayadas

La selección de las especies a ensayar se basó en varios aspectos: los inventarios que se realizaron en cada país sobre plantaciones existentes (el Proyecto, en algunos casos, estableció parcelas temporales o permanentes), y la recopilación de información generada por otros proyectos y técnicos de INAFOR y Universidades. Esto permitió tener información base sobre las experiencias en reforestación en el país, en relación con sitios y especies potenciales. Además, los estudios socio-económicos realizados por el proyecto LEÑA en cada país, identificaron una lista grande de especies más utilizadas y preferidas para leña y otros usos. La mayoría de las especies más utilizadas eran 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 en general, las experiencias de reforestación eran escasas, básicamente existían sólo pequeñas parcelas de reforestación y la investigación era mínima.

Debido a la necesidad urgente de producir leña en turnos cortos, se decidió iniciar 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. Dependiendo de la disponibilidad de semillas se establecieron ensayos con diseño estadístico o únicamente parcelas individuales de crecimiento.

En el caso de Guatemala se ensayaron un total de 108 especies en parcelas y ensayos. Para la presentación de los resultados en este documento se seleccionó un primer grupo de especies consideradas como prioritarias, con base en la mayor cantidad de parcelas, ensayos y sitios estudiados. Un segundo grupo, incluye las especies con potencial pero con menor investigación. En un tercer grupo, 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: *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Caesalpinia velutina*, *Gmelina arborea* y *Leucaena leucocephala*.

Análisis de la Información

La información utilizada fue obtenida del sistema MIRA y se transfirió al programa estadístico SYSTAT donde 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 durante los primeros tres años de crecimiento. Se asume que en estos primeros años, los árboles están creciendo sin tener una competencia o supresión fuerte. Esto permitió clasificar y comparar las parcelas con diferentes edades de medición en relación a los sitios ensayados.

Aunque, como es lógico 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 5 años, donde por lo general las especies están creciendo más rápido, sin tener una disminución significativa del crecimiento. Además, considerando 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 y 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 un promotor o extensionista, para 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 por ejemplo, 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, de manera que la altura del árbol, no sería la más apropiada para evaluar su tasa de crecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- 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. + anexos.
- COMISION ORGANIZADORA. 1991. Memoria II Congreso Forestal Nacional. Quetzaltenango, Guatemala, Mayo 28 al 31 de 1991. 189 p.
- COMISION ORGANIZADORA. 1993. I Congreso Forestal Centroamericano, III Congreso Forestal de Guatemala. Guatemala. 192 p.
- MARTINEZ, H., H. A. 1981. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 27. 1982. 64 p.
- MONTERROSO, E., L. E. 1989. Evaluación de la acción del proyecto Leña de Guatemala y su efecto en dos localidades. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 90 p.
- Plan de Acción Forestal de Guatemala. 1991. 227 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., 1994. Manejo y análisis de información forestal con el Programa estadístico SYSTAT. Proyecto Diseminación del Cultivo de Arboles de Uso de Múltiple. MADELEÑA-3. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 51 p.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre Científico: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh

Sinónimo: *Eucalyptus rostrata* Schlecht

Nombres Comunes: Internacionalmente se le conoce como Red River Gum, en Guatemala es conocido como *Eucalyptus camaldulensis*, *camaldulensis* y "ocalito"

Familia: *Myrtaceae*

Origen y Distribución

Eucalyptus camaldulensis es una de las especies de eucalipto más ampliamente distribuida en Australia, entre los 15°30' y los 38° de latitud y con extensos programas de plantación fuera de este continente. En Guatemala es la especie de eucalipto más plantada, las plantaciones más grandes se localizan en la Costa Sur (Océano Pacífico) y en la zona seca del país.

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 a 1.0 m de diámetro (DAP), con copa abierta e irregular; corteza, lisa, blanca, ligeramente grisácea, desprendible en tiras largas o en placas irregulares que exponen capas internas de corteza blanquecina. En suelos sueltos forma un sistema radicular profundo y bastante amplio, puede formar raíces, aéreas en la base.

Se caracteriza por tener una copa alargada y pequeña de donde cuelgan en ángulos agudos, ramillas terminales rojizas, largas y delgadas. Hojas juveniles opuestas y posteriormente alternas. Las hojas adultas son lanceoladas, pecioladas, delgadas y pendientes, recurvadas, de borde liso, glabras, de color verde opaco en el haz, con el envés ocasionalmente gris.

Flores blancas en cabezuela (umbelas), con botones florales de forma aovada. Frutos o cápsulas seminales generalmente en ramilletes. Semillas numerosas y pequeñas de color ligeramente marrón. Tiene aproximadamente de 110000 a 220000 semillas/kg. La madera es rojiza, dura y durable, resistente a las termitas. Tiende a torcerse con el secado.

Es la especie de este género que mejores resultados ha tenido en las zonas húmedas y sub-húmedas de América Central y específicamente en Guatemala. Es de crecimiento rápido, caracterizada por:

- a) Capacidad de prosperar y producir cosechas aceptables sus suelos relativamente pobres y sitios con estación seca prolongada.
- b) Alta capacidad de rebrote por tocón.
- c) Copa pequeña poco apta para suprimir rápidamente el crecimiento de hierbas y sotobosque, aunque esto le da una ventaja para el asocio con cultivos durante la etapa de establecimiento.
- d) Produce madera dura, pesada, muy coloreada es de buena calidad para leña, postes, producción de muebles de pequeños dimensiones y construcciones rurales.

- e) En algunos casos tienen mala forma (torcido) y con bifurcaciones a diferentes alturas que limita su utilización como postes de transmisión eléctrica y telefónica.
- f) El desarrollo de la especie se ve limitado en suelos muy compactados, con horizontes calcáreo endurecidos y superficiales o presencia de malezas durante los primeras etapas de crecimiento. (National Academy of Science y CATIE, 1984).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

En la zona de origen la especie soporta temperaturas en verano de 29 a 35°C y temperaturas bajas de hasta 3 a 5 °C en invierno. En América Central se ha plantado en sitios con temperaturas medias entre 20 y 29°C. Los mejores crecimientos se han registrado en zonas bajas con temperaturas superiores a 22 °C como por ejemplo en el parcelamiento La Máquina en Guatemala. Es una especie heliófila que requiere plena exposición para lograr un crecimiento satisfactorio.

Precipitación

En el área de distribución natural se le encuentra tanto en zonas con poca precipitación como en zonas con mayor pluviosidad (200-1,250 mm). El mínimo para plantaciones parece ser 400 mm, aunque la especie puede crecer bien en zonas con menor precipitación si cuenta con inundaciones estacionales o una napa freática alta, puede resistir sequías de 4 a 8 meses.

En la zona seca oriental de Guatemala, en el sitio Palo Amontonado, departamento El Progreso, con precipitación media anual inferior a 400 mm y cerca de nueve meses de déficit hídrico, la especie ha respondido bien a la remoción del suelo con azadón, después de dos años de establecida la plantación, los árboles alcanzaron más de tres metros de altura y dos centímetros de diámetro.

Elevación

Es una especie de zonas bajas, que crece naturalmente a la orilla de los ríos. En Guatemala se ha plantado desde el nivel del mar (Playa de Churirín, Parcelamiento La Máquina) hasta 1800 msnm en Chimaltenango, aunque los mejores crecimientos se han registrado abajo de los 650 msnm.

Suelos

Se adapta a una amplia gama de suelos desde muy pobres en fertilidad, hasta periódicamente inundados, sin embargo, el crecimiento de esta especie se ve limitado cuando se planta en suelos compactados por pastoreo o suelos calcáreos con capas de cenizas volcánicas endurecidas superficiales, (Talpetate, Duripan, Hardpan).

Vientos

La especie resiste muy bien a los vientos, por lo que se le emplea en la formación de cortinas rompevientos, asociadas a otras especies de porte bajo. En León Nicaragua es utilizada en cortinas rompevientos asociada con *Leucaena leucocephala* y *Tecoma stans* en los estratos inferiores. (NAS,1984; Martínez, 1990).

Factores Limitantes

Los principales limitantes para el crecimiento de la especie son: suelos endurecidos calcáreos la existencia de malezas y las hormigas (género *Atta*) (NAS, 1984; CATIE, 1986; Martínez 1990).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

En Guatemala, es una especie apta para combinaciones con cultivos anuales limpios y cultivos perennes. Dependiendo de la zona donde se plante puede combinarse con maíz durante los dos primeros años. En zonas en donde el crecimiento de la especie es muy rápido (La Máquina) en el primer año de establecimiento se podría combinar con dos cultivos el maíz en la primera siembra y el ajonjolí, soya o frijol en la segunda siembra del año. *Camaldulensis* se ha asociado a maní (*Arachis hipogea*), a piña (*Ananas comusus*), papaya (*Carica papaya*), tomate (*Lycopersicum esculentum*), y otros en la Costa Sur, contrario a lo que muchos indican del *Eucalipto*, no se ha encontrado ningún daño en los cultivos agrícolas.

Además del asocio con cultivos, se utiliza como cerco vivo, barrera rompeviento, arboledas en las orillas de los caminos y en las entradas de las fincas. En la comunidad de la etnia Mam del asentamiento humano Nueva Cajolá, departamento de Retalhuleu la mayoría de las viviendas lo tienen asociado con gandul (*Cajanus cajan*).

Leña

En toda la Costa Sur de Guatemala en donde ha sido plantada esta especie es muy utilizada para la cocción de los alimentos, contrario a lo que indican sus detractores que amarga la comida, las amas de casa indican que es una excelente leña. El poder calórico es de aproximadamente de 20000 Kj/Kg (4800 Kcal/Kg). Debido a que el carbón que produce es de buena calidad, en Argentina es utilizado por la industria del acero.

Madera de Uso Comercial y Familiar

La madera es moderadamente densa (0,6 g/cm³). En Guatemala la madera de *camaldulensis* se utiliza principalmente para el secado del tabaco y construcciones rurales; otros usos que se le da es para tutores de tomate. En otros países es utilizada la madera como soporte de las matas en los plantaciones de banano.

Otros Usos

Las flores producen miel de excelente calidad y las hojas son utilizadas en algunos lugares para quemarlas y controlar los insectos. En la Costa Sur de Guatemala algunas personas hacen jarabe y pomada con el extracto de las hojas. remedios utilizados contra las enfermedades respiratorias. (NAS,1984; Martínez, 1990; CATIE 1986).

SILVICULTURA

Regeneración Natural

En algunos países indican que existe regeneración natural, sin embargo, en Guatemala no se ha observado regeneración natural.

Regeneración Artificial

En Guatemala, la procedencia mayormente utilizada de *camaldulensis* es Petford que proviene de Nicaragua, además existen rodales semilleros de buena calidad en El Parcelamiento La Máquina. La mejor semilla se produce de agosto a octubre, se recolectan los frutos, se secan al sol, para que suelten las semillas y posteriormente se almacenan en recipiente herméticos en cámaras frías.

Producción en Vivero

Debido a que la semilla de este eucalipto es muy pequeña la caja germinadora debe tener un sustrato muy fino, tamizado, libre de semillas de malezas; lo recomendable es utilizar arena fina de río desinfectada con fungicidas principalmente o agua hirviendo. El inconveniente de utilizar solo arena en las cajas germinadoras es que no conserva la humedad y los riegos tienen que hacerse con mayor frecuencia. El riego debe realizarse con gotas muy finas para evitar remover las semillas de la caja germinadora y acumularlas en un solo sitio.

En las primeras etapas de la germinación deben protegerse los germinadores para evitar la exposición a pleno sol. Además, deben estar en un lugar en donde animales domésticos y silvestres no los dañen. Aproximadamente el 90% de la semilla germina cuando es fresca y de buena calidad, no necesita ningún tratamiento de pregerminación. Un kilogramo de semilla tiene en promedio 150,000 semillas. El período de germinación de la semilla fluctúa entre 5 y 12 días.

Las plántulas están listas para el repique cuando tienen una altura de aproximadamente de 3 a 5 cm y han producido las dos primeras hojas verdaderas, lo cual se produce entre 14 y 30 días después de la germinación. Durante la etapa de germinación se debe tener cuidado con los hongos, para evitarlo debe aplicarse semanalmente un riego con productos químicos a base de cobre. En la costa sur de Guatemala los promotores forestales acostumbran aplicar a las plántulas, polvo muy fino de cal dolomítica, con el propósito de controlar el daño ocasionado por los hongos. Se ha comprobado la asociación de ectomicorrizas con las raíces de *camaldulensis*.

La práctica más común en Guatemala de producción de plantas, es en bolsas de polietileno negro, la medida más utilizada es la conocida en el mercado como 4" x 8" (10 cm x 20 cm). La mezcla ideal del sustrato es de dos partes de suelo, una parte de arena y una parte de materia orgánica. Se puede enmendar la deficiencia aplicando un fertilizante químico con los elementos NPK y micro nutrientes, a razón de un quintal por metro cúbico de suelo (NAS 1984; Martínez H. 1990; CATIE 1986).

Establecimiento de la plantación

El *camaldulensis* puede plantarse en una amplia variedad de suelos. Cuando se trata de suelos compactados, es necesario hacer una buena preparación de los mismos (subsolado si es posible y arado) u hoyos profundos y anchos.

Por lo general la preparación del sitio para plantación incluye la eliminación de malezas, quemado de las mismas y apertura de los hoyos, la disposición geométrica de los mismos depende de la pendiente del terreno y la distancia de la posibilidad de asocio inicial con cultivos y el tipo de producto que desea obtener, ya sea en cortas intermedias (raleos), o el producto final, así como la intensidad de manejo (fertilización, podas, raleos y manejo de rebrotes).

A pesar del rápido crecimiento de esta especie, es necesario un estricto control de las malezas en las primeras etapas. Es recomendable chapear y quemar las malezas previo a la plantación. En algunos casos en sitios con fuertes pendientes, las malezas en lugar de quemarse se juntan y se colocan en curvas a nivel, contra la pendiente, con el propósito de disminuir el potencial de erosión del suelo.

Fertilización

No se tiene mucha experiencia sobre aplicación de fertilizante (tipo, dosis, formas de aplicación), sin embargo, en Guatemala el Proyecto MADELEÑA, realizó algunos experimentos de fertilización con esta especie con el propósito de ver los efectos sobre su crecimiento y rendimiento en las primeras etapas de desarrollo. Un estudio realizado para probar los efectos de la fertilización fue hecho en el municipio de Jalapatagua, departamento de Jutiapa, el fertilizante utilizado fue NPK (15-15-15) siendo las dosis 0 gr. (testigo), 50 g, 100 g. y 200 g, las variables evaluadas fueron: sobrevivencia en porcentaje (%), diámetro cuadrado medio (DCM), incremento medio anual del diámetro cuadrado medio (IMADCM), altura total (ALTOT), incremento medio anual de la altura total (IMAALTOT), área basal (ABASAL), incremento medio anual del área basal (IMAABASAL), volumen total con corteza (VTCC), incremento

medio anual del volumen con corteza (IMAVTCC). El diseño utilizado fue el de Bloques completos al azar. El cuadro 1 presenta los resultados obtenidos en este experimento.

Cuadro 1. Crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis* plantado a 2x2m, bajo diferentes dosis de fertilización a los 0.7, 1.8 y 2.7 años de edad, en Jalpatagua, departamento de Jutiapa, Guatemala

Tratamiento	Edad en años	No. de arb. vivos/ha.	Sobrev. %	DCM (cm)	IMA en DCM (cm/año)	Altura Total (m)	Area Basal (m ² /ha)	IMA en A. Basal (m ³ /ha/año)	Vol. Tot. con Cort. (m ³ /ha)	IMA en Vol. Tot. con Cort. (m ³ /ha/año)
TESTIGO	0,7	2,5	100			1				
TESTIGO	1,8	2,5	100	3,3	1,9	3,8	2,34	1,33	4,3	2,5
TESTIGO	2,7	2,5	100	NS 5,3	NS 2,0	B 6,3	NS 5,75	NS 2,17	NS 17,2	NS 6,5
FERT50	0,7	2,5	100			1,4				
FERT50	1,8	2,5	100	4	2,3	4,5	3,26	1,86	6,9	3,9
FERT50	2,7	2,456	98	NS 6,1	NS 2,3	AB 7,1	NS 7,27	NS 2,73	NS 24,3	NS 9,1
FERT100	0,7	2,5	100			1,6				
FERT100	1,8	2,456	98	4,6	2,6	5,2	4,25	2,43	10,5	6
FERT100	2,7	2,456	98	NS 6,7	NS 2,5	AB 7,7	NS 8,78	NS 3,29	NS 31,4	NS 11,8
FERT200	0,7	2,5	100			1,9				
FERT200	1,8	2,5	100	5,2	3	5,4	5,38	3,07	13,3	7,6
FERT200	2,7	2,5	100	NS 7,1	NS 2,7	A 8,0	NS 10,06	NS 3,77	NS 36,6	NS 13,7

Referencias: DCM = Diámetro cuadrático medio
 IMADCM = Incremento medio anual del DCM.
 Vol. Tot. con Corteza = A. Basal * Alt. Total * 0,45

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/DIGEBOS/CATIE, 1995.

A la edad de 2.7 años se encontró que hubo diferencia significativa en altura entre tratamientos. Como puede observarse en el cuadro 1, en el tratamiento de 200 gramos de fertilizante NPK por planta la altura promedio fue de 8 metros en contraposición del tratamiento testigo (0 gramos) que el promedio de crecimiento en altura fue de 6.3 metros. Sin embargo el tratamiento de 100 gramos de fertilizante por planta versus el de 200 gramos no presenta diferencias significativa, por lo que se puede recomendar aplicar 100 gramos de fertilizante por planta lo que en un plan de fertilización ésta dosis bajaría considerablemente los costos.

Esta recomendación se basa en el rendimiento que para este caso es el volumen total con corteza (VTCC), el cual como se puede observar en el cuadro 1 no presenta diferencia significativa, sin embargo sobrepasa en 19.4 m³/ha, lo que representa el 113% más en volumen de madera. (Méndez L. 1995, Base de datos MIRA, 1995).

Sistemas Agroforestales

En el parcelamiento La Máquina en 1983 se realizó un experimento, utilizando tres especies forestales: (*Caesalpineia velutina*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Leucaena leucocephala*). El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques completos al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos, habiéndole agregado a cada bloque dos parcelas testigo de maíz sin asocio con árboles, a fin de poder comparar el rendimiento de este cultivo con el de los tratamientos asociados al mismo.

Los resultados del experimento mostraron que los rendimientos en maíz asociado con los árboles fueron casi similares con las parcelas del maíz sin asocio.

Otro resultado del estudio fue confirmar los resultados obtenidos por los investigadores (Griffith y Howland,), quienes concluyeron que después de un año de estudio de árboles asociados con maíz, se reduce el crecimiento de los primeros en comparación de árboles plantados sin asocio. Lo importante del estudio fue que éste y otros experimentos

sirvieron de muestra a los agricultores del parcelamiento La Máquina, para que se aficionaran a plantar árboles asociados con cultivos como ocurre actualmente.

Camaldulensis al igual que otras especies forestales de uso múltiple y de rápido crecimiento, pueden asociarse durante el primer año con cultivos agrícolas limpios. La técnica de establecimiento es similar a la de cualquier cultivo Taungya, durante las primeras fases de utilización de los terrenos se realizan cultivos limpios, para luego establecer simultáneamente el cultivo y los árboles.

Además de la ventaja obvia de la disminución de los costos de establecimiento de la plantación forestal, existen otras de carácter práctico, al asociar inicialmente los árboles con los cultivos: los árboles se benefician de los cuidados culturales (limpios) dados al cultivo; los cultivos no permiten el crecimiento de malezas cuando se acerca la edad de la cosecha, la aplicación de fertilizante favorece el crecimiento del árbol ya que aprovecha parte de éstos debido a que posee raíces más profundas que el cultivo. Al cosechar la biomasa no aprovechable del cultivo sirve como fuente de nutrimento y controladora de malezas si se deja en el terreno de la plantación.

El *camaldulensis*, como se indicó en párrafos anteriores, es la especie más difundida entre pequeños, medianos y grandes agricultores y es utilizado en diversas formas: cercos vivos, cortina rompevientos, árboles dispersos, bosquetes puros, asociado a cultivos estacionales o perennes etc.

Podas y raleos

La procedencia de *Eucalyptus camaldulensis* en Guatemala, se caracteriza por no tener ramificaciones, en general son árboles esbeltos con un solo eje el cual se autopoda.

El factor que parece determinar el crecimiento de las especies es el área disponible por árbol. El área mínima por árbol cambia con la edad durante los primeros dos años de crecimiento, un área de 4 m²/árbol parece adecuada. Sin embargo, en un estudio realizado en La Máquina, árboles plantados desde 1,666 a 2,500 por hectárea, el mayor IMA correspondió a los 1,5 años de edad con alturas que sobrepasan los 5,6 metros. Para densidades que oscilaban entre 1,600 a 1,111 árboles/ha el mayor IMA se presentó a la edad de 2,4 años de edad con una altura que oscilaba entre 8 y 9 metros de altura. Estos valores del IMA, indican la necesidad de hacer los raleos para aprovechar en su plenitud el potencial del sitio, sin embargo, en algunos casos prevalece el criterio del agricultor que prefiere las oportunidades de mercado. El cuadro 2 presenta un ejemplo de un experimento con cuatro distanciamientos de plantación de *E. camaldulensis* en el parcelamiento La Máquina, departamento de Suchitepéquez, Guatemala.

Cuadro 2. Datos de crecimiento de *E. camaldulensis* bajo cuatro distanciamientos de plantación en parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, Guatemala.

Tratamiento	Edad en años	No. de arb. vivos/ha.	Sobrev. %	Altura Total (m)	DCM (cm)	IMA en DCM (cm/año)	Area Basal (m ² /ha)	IMA en A. Basal (m ² /ha/año)	VCC5 (m ³ /ha)	IMA en VCC5 (m ³ /ha/año)
2x2	0.8	2,388	96	1.5						
2x2	1.5	2,388	96	5.7	4.5NS	3.0	4.05A	2.70	15.49A	10.33
2x2	2.4	2,388	96	9.0	6.7	2.8	8.82A	3.65	44.64A	18.47
2x2	3.7	2,375	95	10.8	7.8B	2.1	11.71	3.19	65.94NS	17.98
2x2	4.5	2,256	90NS	12.0B	8.7NS	1.9	13.75	3.05	82.67NS	18.37
2.5x2.5	0.8	1,576	99	1.5						
2.5x2.5	1.5	1,576	99	5.5	4.6NS	3.0	2.65AB	1.77	9.58AB	6.39
2.5x2.5	2.4	1,576	99	9.2	7.7	3.2	7.38AB	3.05	36.91AB	15.27
2.5x2.5	3.7	1,572	98	11.0	9.1AB	2.5	10.26	2.80	57.56NS	15.70
2.5x2.5	4.5	1,52	95NS	12.4A	10.2NS	2.3	12.37	2.75	74.92NS	16.65
2x3	0.8	1,592	96	1.6						
2x3	1.5	1,513	91	5.6	5.1NS	3.4	3.21AB	2.14	11.80AB	7.87
2x3	2.4	1,513	91	9.2	7.8	3.2	7.31AB	3.03	36.88AB	15.26
2x3	3.7	1,479	89	11.0	9.2AB	2.5	9.80	2.67	54.75NS	14.93
2x3	4.5	1,479	89NS	12.3AB	10.5NS	2.3	12.66	2.81	76.09NS	16.91
3x3	0.8	1,094	99	1.5						
3x3	1.5	1,078	97	5.1	4.8NS	3.2	2.15B	1.43	7.72B	5.15
3x3	2.4	1,044	94	8.8	8.1	3.3	5.62B	2.32	28.07B	11.62
3x3	3.7	1,039	94	11.2	9.9A	2.7	8.21	2.24	47.09NS	12.84
3x3	4.5	1,019	92NS	13.0A	10.6NS	2.4	9.34	2.08	59.10NS	13.13

Referencias:

VCC5= Volumen con corteza hasta 5 cm.

NS= No significativa

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/DIGEBOS/CATIE, 1995.

Los raleos con *camaldulensis* no es una práctica común en Guatemala, en donde la costumbre es plantar a 2x2m (2,500 árboles/ha); por la calidad del sitio y el clima en la Costa Sur, entre los 3,5 y 4,5 años de edad aproximadamente, los árboles alcanzan 12 a 18 cm de diámetro y alturas de 15 a 18 metros, sin embargo, como las plantaciones no son homogéneas, los raleos son selectivos de acuerdo a la demanda del mercado.

Manejo de rebrotes

El manejo de rebrotes es una práctica común entre los agricultores de América Central, quienes emplean, por ejemplo, cercas vivas con especies brotonas, para producción de estacas para nuevos cercos. En plantaciones se utiliza este sistema para producción de tutores para hortalizas o para producción de postes, leña, etc.

El manejo de rebrotes es un sistema económico que reduce la necesidad de replantar, especialmente en plantaciones cerradas donde el costo de reposición de la misma es elevado. Por otro lado, se ha comprobado que el crecimiento de los brotes es más vigoroso que el de los árboles originales, debido quizá a que encuentran un sistema radicular bien establecido que satisface las necesidades de las plantas, reduciendo, por tanto, el turno de producción en las cosechas sucesivas a la primera. La altura de corte debe de hacerse lo más próximo al nivel del suelo para evitar ataques de termitas y permitir la formación del sistema radicular de los rebrotes.

De acuerdo a estudios hechos en experimentos en la Región Centroamericana se ha comprobado que se obtiene mayor sobrevivencia de tocones cuando se conserva un solo eje o rebrote, seleccionando lo más cerca posible del suelo (punto de inserción, el cual a su vez presenta el mayor crecimiento en diámetro a nivel del individuo). El dejar un mayor número de rebrotes, produce un diámetro combinado mayor que el de un solo individuo, pero la sobrevivencia es menor.

Se recomienda hacer la selección de los rebrotes después de la estación de lluvias posterior al aprovechamiento, para elegir los rebrotes más fuertes y vigorosos, con su punto de inserción arriba del tocón, evitando los rebrotes más cercanos al suelo. Lo más recomendable es dejar un rebrote por árbol.

Para el caso de los productos de madera obtenidos del *camaldulensis*, los que tienen mejor precio en el mercado son: postes, tendales y vigas,

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS:

Sitios y clima

Una de las especies de preferencia en Guatemala es *camaldulensis*. La preferencia está ligada también a los diferentes sitios y el clima de cada país. *Camaldulensis* fue plantado en diferentes sitios y condiciones climáticas con el propósito de conocer su comportamiento y resistencia. En algunos casos a condiciones adversas de suelo y clima, afortunadamente fue la especie preferida por los agricultores por resistir la sequía y adaptarse a diferentes condiciones de suelo.

El cuadro 3 muestra los diferentes sitios y condiciones climáticas donde se ha plantado *Eucalyptus camaldulensis* en Guatemala. En el cuadro 4 se tiene una apreciación de las características de los suelos de dichos sitios.

Cuadro 3. Sitios y climas de los experimentos realizados con *Eucalyptus camaldulensis* en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
023L	408	100	bh S (c)	10	24,0	1860	La Máquina, Cuyot. Suchitepéquez
028L	411	506	bmh S	0	24,0	4560	Bulbuxyá, San Miguel Panán, Such.
029L	412	242	bmh S	0	25,0	3722	Fca. Palafóx, San Antonio, Such.
043L	415	100	bmh S	0	24,0	1860	La Máquina, Cuyot. Suchitepequez
052L	603	654	bs S	0	26,0	1591	Atescatempa, Jutiapa
054L	605	737	bmh S	0	25,0	1918	4 Km. Los Esclavos, Cuilapa, S. R.
056L	507	517	me S	0	24,0	470	5 Km. Palo Amontonado, El Progreso.
058L	509	517	me S	0	24,0	470	1 Km. Tierra Blanca, El Progreso.
059L	707	0	bh S	0	21,0	1399	4 Km. hacia el norte, Concepción, Chiq.
060L	606	654	bs S	25	25,0	1591	2 Km. Frontera, San Benito Atesc. Jutiapa
063L	510	517	bs S	0	24,0	470	Centro Progreso El Progreso
074L	603	654	bs S	0	25,0	1591	Atescatempa, Jutiapa
076L	418	46	bh S	20	24,0	1860	8 Km. Centro No. 1, La Máquina, Suchi.
081L	708	471	bh S	60	30,0	979	4 Km. Jocotán, San Juan Ermita, Chiq.

continúa Cuadro 3...

Código De Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
094L	508	360	me S	35	27,3	904	500 m, Morazán, El Progreso.
096L	421	242	bmh S	0	25,0	3722	3 Km. La Campana, Palo Gordo, Such.
108L	608	620	bs S	25	25,0	620	Atescatempa, Jutiapa.
111L	609	640	bhS	40	24,3	2834	Las Cabezas, Oratorio, Sta. Rosa.
112L	610	10	bmh S	0	25,9	1937	Taxisco, Santa Rosa.
113L	611	400	bmh S	10	25,0	2630	San Juan Tecuaco, Santa Rosa.
114L	612	10	bmh S(c)	1	25,9	1937	Taxisco, Santa Rosa.
116L	612	10	bmh S(c)	1	25,9	1937	Taxisco, Santa Rosa.
120L	603	654	bs S	0	25,0	1591	Atescatempa, Jutiapa.
136L	425	100	bmh S	5	25,0	1860	Línea B-4 7 Km., La Máquina, Such.
142L	429	100	bh S	3	25,0	1860	7 Km. Línea C-4, La Máquina, Suchi.
155L	507	517	me S	0	24,0	470	5 Km. Palo Amontonado, El Progreso.
158L	431	334	bmh S	3	25,0	1860	4 Km. Norte, La Máquina, Suchitepequez
160L	431	334	bmh S	3	25,0	1860	4 Km. Norte, La Máquina, Suchitepequez
161L	615	654	bs S	5	24,0	1591	7 Km. Atescatempa, Jutiapa.
165L	616	557	bh S	2	26,9	1365	2 Km. Jalpatagua, Jutiapa.

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO:

Sobrevivencia:

En general *E. camaldulensis* tiene excelente sobrevivencia (95-100 %) en el parcelamiento La Máquina plantado en los sitios que van desde 50 a 100 msnm, la zona de vida es bosque húmedo subtropical cálido (bh-S (c)), 1,860 mm de lluvia, seis meses de sequía, temperatura media anual 27° C, los suelos son *Vertic y typic haplustalfs*, el pH oscila entre 6,1 y 7,1 lo que indica que son suelos regularmente neutros, el contenido de M.O. en los suelos oscila entre 3,7 a 12, con niveles de Ca, Mg y K, de 10,4,2 y 2,1 respectivamente; la textura de los suelos se caracteriza por ser desde arcillosa, franco arcillosa y franco arenosa, son suelos profundos. (Martínez, 1990, Sistema MIRA, 1995).

La sobrevivencia fue alta (85 a 95%) en el sitio de Atescatempa, departamento de Jutiapa, donde fue plantada la especie. Se encuentra a 654 msnm, temperatura promedio anual 27° C, 1,591 mm de lluvia promedio anual, seis meses de sequía, se ubica en la transición de bosque seco subtropical cálido (bs S (c)) al bosque húmedo subtropical cálido (bh S (c)), suelos *Lithic y Vertic ustropepts*, de textura arcillosa a franco arcillosa, el pH oscila entre 5,9 a 6,2 ligeramente ácido, los niveles de Ca, Mg y K son respectivamente 4,3, 2,1 y 37,1.

La sobrevivencia media (70 a 85 %) fue observada en el municipio de Jalpatagua, departamento de Jutiapa, el sitio se encuentra a 557 msnm, temperatura promedio anual de 27°C, precipitación de 1,179 mm de lluvia, seis meses de sequía, zona de vida, bosque húmedo subtropical cálido (bh S (c)), tipo de suelos *Vertic ustropepts*, textura arcillosa a franca arcillosa en menor cantidad, suelos ligeramente ácidos con pH 6,5 y niveles óptimos de Ca, Mg y K (4, 3, 27,6).



Figura 1 Ubicación de los sitios experimentales de *Eucalyptus camaldulensis* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña, Guatemala.

Cuadro 4 Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *E. camaldulensis* en Guatemala.

Código de Experiment.	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca.	Mg.	K.	CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
023L	408	2	1	FA FAL	6.8	3.7	19.0	4.2	2.1	30.0	50	0	9	La Máquina
023L	408	2	2	FA FAL	6.7	2.3	19.5	3.7	1.1	26.8	50	9	27	La Máquina
023L	408	2	3	AL	7.0	1.4	19.0	3.8	1.0	25.5	50	27	41	La Máquina
023L	408	2	4	A	7.0	0.9	16.5	3.9	1.1	26.8	50	41	65	La Máquina
023L	408	2	5	FA	7.1	0.5	14.5	4.1	1.0	25.2	50	65	-	La Máquina
028L	411	46	1	Fa	5.9	4.4	4.0	0.8	0.4	26.3	506	0	11	Finca Bulbuxya
028L	411	46	2	aF Fa	6.0	0.5	3.0	0.8	0.1	23.1	506	11	36	Finca Bulbuxya
028L	411	46	3	Fa	5.9	1.5	4.0	0.8	0.2	24.2	506	36	53	Finca Bulbuxya
028L	411	46	4	Fa	6.1	1.0	4.0	0.8	0.3	26.8	506	53	63	Finca Bulbuxya
028L	411	46	5	Fa	6.1	0.5	4.0	0.8	0.3	23.6	506	63	70	Finca Bulbuxya
028L	411	46	6	Fa	6.2	2.0	0.5	0.8	0.6	27.8	506	70	-	Finca Bulbuxya
043L	415	12	1	A	6.9	5.4	23.0	5.2	1.7	36.8	100	0	18	Rogelio, Sacacol
043L	415	12	2	A	6.6	0.9	22.0	7.5	0.4	34.8	100	18	29	Rogelio, Sacacol
043L	415	12	3	A	6.3	0.5	23.5	10.2	0.2	39.6	100	29	65	Rogelio, Sacacol
043L	415	12	4	A	6.0	0.5	20.5	10.1	0.3	35.8	100	65	75	Rogelio, Sacacol
043L	415	12	5	Fa	6.9	0.2	12.0	6.0	0.4	21.4	100	75	-	Rogelio, Sacacol
052L	603	37	1	F	6.4	5.1	21.5	7.5	0.7	42.8	620	0	11	El Retiro
052L	603	37	2	Fa	6.5	1.7	20.0	5.8	0.4	41.7	620	11	38	El Retiro
052L	603	37	3	FA	6.4	2.1	26.0	9.0	0.4	43.9	620	38	47	El Retiro
052L	603	37	4	Fa	6.5	0.4	17.5	6.6	0.7	34.2	620	47	-	El Retiro
054L	605	49	1	aF	6.3	0.5	5.0	1.4	0.7	28.9	727	0	8	Los Esclavos
054L	605	49	2	F	6.4	1.5	5.0	1.5	0.6	31.5	727	8	10	Los Esclavos
054L	605	49	3	Fa	6.4	0.5	5.0	1.6	0.3	26.3	727	10	26	Los Esclavos
054L	605	49	4	F Fa	6.0	1.0	5.0	1.5	0.4	26.8	727	26	39	Los Esclavos
054L	605	49	5	Fa	5.9	1.0	5.0	1.5	0.2	27.3	727	39	-	Los Esclavos
056L	507	25	1	F	8.0	2.1	20.0	3.8	0.5	40.7	517	0	14	Palo Amontonado
056L	507	25	2	F	8.2	1.7	24.0	4.0	0.2	46.0	517	14	50	Palo Amontonado
056L	507	25	3	F	8.2	1.7	17.0	3.6	0.2	43.3	517	50	64	Palo Amontonado
056L	507	25	4	F	8.3	1.3	29.0	5.5	0.2	41.7	517	64	123	Palo Amontonado
056L	507	25	5	Fa	8.6	0.9	24.0	3.6	0.2	37.5	517	123	-	Palo Amontonado
058L	509	24	1	FL	7.5	0.9	2.5	1.0	0.3	31.6	0	0	24	Tierra Blanca
058L	509	24	2	Fa	8.1	0.4	2.0	1.0	0.2	21.4	0	24	-	Tierra Blanca
060L	606	58	1	FA	6.3	7.2	14.0	5.0	0.2	44.6	654	0	12	San Benito
060L	606	58	2	aF	6.2	4.8	16.0	5.7	0.2	45.7	654	12	38	San Benito
060L	606	58	3	AL FAL	6.3	3.8	18.5	7.0	0.2	48.3	654	38	56	San Benito
060L	606	58	4	FA	6.5	2.9	15.5	6.6	0.2	46.2	654	56	-	San Benito
074L	603	37	1	F	6.4	5.1	21.5	7.5	0.7	42.8	620	0	11	El Retiro
074L	603	37	2	Fa	6.5	1.7	20.0	5.8	0.4	41.7	620	11	38	El Retiro
074L	603	37	3	FA	6.4	2.1	26.0	9.0	0.4	43.9	620	38	47	El Retiro
074L	603	37	4	Fa	6.5	0.4	17.5	6.6	0.7	34.2	620	47	-	El Retiro
076L	418	9	1	FA	7.4	3.6	23.0	2.4	0.9	33.2	50	0	15	La Máquina B6
076L	418	9	2	FA	7.5	1.8	21.0	2.0	0.8	28.4	50	15	38	La Máquina B6
076L	418	9	3	A	7.5	0.9	19.0	2.4	1.0	25.7	50	38	52	La Máquina B6
076L	418	9	4	A	7.5	0.9	17.5	3.3	1.1	26.2	50	52	78	La Máquina B6

continúa Cuadro 4...

Código de Experm.	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. meq/100 gr suelo			CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
076L	418	9	5	A	7.4	0.5	16.5	3.8	1.1	25.7	50	78	109	La Máquina B6
076L	418	9	6	A	7.4	0.5	15.5	4.4	1.5	26.8	50	109	130	La Máquina B6
076L	418	9	7	FA A	7.2	0.5	14.5	4.5	1.4	25.2	50	130	-	La Máquina B6
094L	508	23	1	F	7.3	5.1	15.5	6.5	0.1	34.2	450	0	10	El Moral
094L	508	23	2	F	6.8	2.1	13.0	5.6	0.0	31.0	450	10	20	El Moral
094L	508	23	3	FL	6.7	1.3	13.5	7.2	0.1	36.4	450	20	27	l El Moral
108L	608	33	1	FL	6.5	5.9	13.0	4.9	1.0	40.1	0	0	18	Fosa Municipal
108L	608	33	2	FL	6.6	4.3	14.0	5.0	0.5	37.5	0	18	41	Fosa Municipal
108L	608	33	3	Fa	6.7	2.1	9.5	3.7	0.3	26.8	0	41	60	Fosa Municipal
108L	608	33	4	Fa	6.7	1.3	8.0	3.1	0.3	26.8	0	60	80	Fosa Municipal
108L	608	33	5	F FL	6.6	3.8	12.5	5.0	0.4	34.8	0	80	96	Fosa Municipal
108L	608	33	6	aF	6.8	0.9	4.0	1.7	0.4	24.1	0	96	-	Fosa Municipal
112L	610	57	1	F	6.5	5.7	8.5	2.1	1.0	34.7	60	0	16	Astillero Taxisco
112L	610	57	2	AL	6.4	3.4	8.5	2.0	0.7	29.9	60	16	29	Astillero Taxisco
112L	610	57	3	A	6.5	1.5	7.0	1.7	0.5	27.8	60	29	78	Astillero Taxisco
112L	610	57	4	A	6.5	1.0	5.0	1.3	0.2	26.3	60	78	-	Astillero Taxisco
113L	611	56	1	FA	6.2	5.3	11.0	3.0	0.6	30.5	400	0	20	San Juan Tecuaco
113L	611	56	2	AL FAL	5.8	3.4	9.0	2.8	0.3	34.7	400	29	45	San Juan Tecuaco
113L	611	56	3	FA	5.6	1.9	5.5	2.2	0.3	34.1	400	45	70	San Juan Tecuaco
113L	611	56	4	A	5.5	1.5	6.0	2.6	0.1	26.3	400	70	-	San Juan Tecuaco
114L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
120L	603	38	1	FAL	6.2	6.8	21.0	7.6	0.3	41.2	620	0	10	El Retiro
120L	603	38	2	A	6.5	2.6	24.0	10.5	0.2	45.5	620	10	35	El Retiro
120L	603	38	3	A	6.7	1.3	24.0	11.4	0.1	45.5	620	35	65	El Retiro
136L	425	60	1	F	6.3	8.1	19.0	6.3	0.8	39.6	36	0	18	La Máquina, Cuyotenango, Such.
136L	425	60	1	A	7.1	-	12.3	2.4	2.9	27.6	36	0	10	La Máquina, Cuyoten, Such.
136L	425	60	2	A	7.0	-	12.7	2.3	2.6	25.1	36	10	27	La Máquina, Cuyoten, Such.
136L	425	60	3	A	6.9	-	9.3	1.7	2.7	32.0	36	27	56	La Máquina, Cuyoten, Such.
136L	425	60	4	A	7.1	-	8.4	1.5	2.6	24.1	36	56	71	La Máquina, Cuyoten., Such.
136L	425	60	5	A	7.1	-	8.2	1.4	2.6	22.0	36	71	-	La Máquina, Cuyoten., Such.
142L	429	64	1	FA	6.7	-	12.3	2.3	3.7	19.5	40	0	17	Villa Seca, La Máquina, Retalhuleu
142L	429	64	2	A	6.6	-	11.5	2.2	2.3	25.2	40	17	61	Villa Seca, La Máquina, Retal
142L	429	64	3	A	6.8	-	5.4	1.2	2.0	23.1	40	61	112	Villa Seca, La Máquina, Retal
150L	614	85	1	FA	6.4	-	10.9	2.7	1.7	30.1	100	0	8	El Progreso, Jutiapa
150L	614	85	2	FA	5.7	-	8.0	2.7	1.3	27.2	100	8	22	El Progreso, Jutiapa

continúa Cuadro 4...

Código de Experm.	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. meq/100 gr suelo			CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación		
150L	614	85	3	A	5.5	-	4.0	2.4	1.1	30.9	1	100	22	33	El Progreso, Jutiapa	
150L	614	85	4	.	6.3	-	2.1	0.7	1.4	11.4	1	100	33	-	El Progreso, Jutiapa	
151L	614	86	1	F	7.0	-	14.6	3.1	2.4	28.5	1	100	0	17	El Progreso, Jutiapa	
151L	614	86	2	FAa	6.4	-	10.3	2.0	1.0	32.7	1	100	17	35	El Progreso, Jutiapa	
151L	614	86	3	Fa	6.5	-	9.6	2.4	4	0.0	27.1	1	100	35	44	El Progreso, Jutiapa
151L	614	86	4	Fa	6.6	-	8.0	1.6	0.7	20.8	1	100	44	-	El Progreso, Jutiapa	
155L	507	84	1	aF	8.1	-	8.8	1.4	1.4	5.9		517	0	6	Palo Amontonado	
155L	507	84	2	Fa	7.7	-	8.2	2.0	1.6	13.4		517	6	12	Palo Amontonado	
155L	507	84	3	FAa	7.3	-	10.6	3.8	1.3	20.0		517	12	35	Palo Amontonado	
155L	507	84	4	FA	8.4	-	30.0	3.7	3	4.0	15.1	517	35	-	Palo Amontonado	
158L	431	69	1	A	6.3	-	11.8	2.7	2.0	24.2		34	0	21	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
158L	431	69	2	A	6.3	-	11.3	2.6	1.3	23.0		34	21	42	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
158L	431	69	3	A	6.7	-	13.7	2.7	1.2	23.9		34	42	60	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
158L	431	69	4	A	6.9	-	12.7	3.0	3	4.0	26.3	34	60	-	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
160L	431	70	1	FA	6.7	-	10.0	2.3	2.3	20.9		34	0	16	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
160L	431	70	2	A	6.8	-	9.4	2.3	1.9	22.1		34	16	43	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
160L	431	70	3	A	6.7	-	7.2	2.1	0.8	24.5		34	43	83	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
160L	431	70	4	A	6.5	-	6.1	2.1	0.8	24.3		34	83	-	La Máquina, Cuyotenango, Such.	
161L	615	87	1	A	5.9	-	10.0	4.3	2.1	37.1		654	0	7	Atescatempa, Jutiapa	
161L	615	87	2	A	6.2	-	10.3	3.8	0.6	41.0		654	7	50	Atescatempa, Jutiapa	
161L	615	87	3	A	6.2	-	8.8	4.0	0.9	26.0		654	50	81	Atescatempa, Jutiapa	
161L	615	87	4	A	6.2	-	8.0	3.4	0.6	35.8		654	81	120	Atescatempa, Jutiapa	
161L	615	87	5	A	6.4	-	11.0	4.1	0.6	51.9		654	120	-	Atescatempa, Jutiapa	
165L	616	88	1	F	6.6	-	10.6	4.0	3.0	27.6		545	0	7	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	2	FA	6.5	-	10.8	3.9	2.3	24.6		545	7	16	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	3	FAa	6.4	-	7.7	2.8	1.7	17.9		545	16	21	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	4	A	6.6	-	15.0	4.9	2.1	30.0		545	21	41	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	5	FAa	6.4	-	9.4	3.3	1.3	28.0		545	41	61	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	6	F	6.6	-	9.1	3.0	1.0	32.3		545	61	69	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	7	FA	6.8	-	11.8	3.9	1.0	34.1		545	69	76	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	8	FA	6.8	-	15.0	4.6	0.9	38.5		545	76	96	Jalpatagua, Jutiapa	
165L	616	88	9	F	6.8	-	12.0	4.2	1.0	31.5		545	96	-	Jalpatagua, Jutiapa	

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELENA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

La sobrevivencia para esta especie se estima como baja cuando es menor de 70%, el lugar en donde *camaldulensis* no prosperó fue en la aldea Palo Amontonado, municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso. El sitio donde fue plantado está a 360 msnm, 470 mm de lluvia anual, ocho meses de sequía, temperatura media anual 25°C; zona de vida monte espinoso subtropical (me S); los suelos pertenecen a los *Typic eutropepts* y *ustorthents*, de textura franco arenosa, suelos básicos con 8,1 de pH, 8% de contenido de M.O., niveles críticos de Ca y Mg (1,4 y 1,4) y nivel óptimo de K (5,9), suelos muy superficiales con alto contenido de rocas.

Se puede aseverar que en Guatemala, *E. camaldulensis* es una especie que tiene mucha capacidad para sobrevivir en una amplia gama de suelos, pero generalmente la especie tiene una excelente sobrevivencia cuando las condiciones de clima y suelos son apropiados, además de un manejo adecuado.

Incremento medio anual de altura total (IMAALTOT)

Biológicamente hablando los mejores incrementos en altura se obtienen en los primeros años de crecimiento. Para el caso de *camaldulensis* se han tomado los tres primeros años de crecimiento, debido a que ésta especie de rápido crecimiento en el parcelamiento La Máquina, a los tres o cuatro años se está aprovechando para postes, tendales o vigas.

En los mejores sitios con buenas características de suelo y clima, esta especie ha mostrado los mayores incrementos en altura y es precisamente en La Máquina en donde en los primeros dos años de edad han sido excelentes los incrementos en altura oscilando entre los 3,5 a 5 metros/año. Los experimentos que confirman ésta son: 023L prueba de crecimiento, 136L prueba de procedencias, 142L prueba de distanciamientos, 158L prueba de fertilización y 160L también prueba de procedencias. También el experimento 096L se cataloga como con incremento excelente debido a que está arriba de 3,5 metros/año, el sitio donde fue establecido este ensayo se ubica en el municipio de Palo Gordo, todos estos sitios pertenecen al departamento de Suchitepéquez.

El incremento alto (2,5 a 3,5 m/año), también corresponde a los mismos experimentos indicados en el párrafo anterior, únicamente que un año más tarde, es decir, cuando las plantaciones se acercaban a los tres años de edad en donde lógicamente los incrementos están disminuyendo.

El incremento medio (1,5 a 2,5 m/año), se observó en sitios en donde los suelos son poco profundos y en algunos casos con limitantes de pedregosidad, aunque fértiles presentan las condiciones climáticas apropiadas para la especie. Los experimentos que se enmarcan en esta categoría son: 113L prueba de procedencias en San Juan Tecuaco, departamento de Santa Rosa y 161L ensayo de fertilización en el municipio de Atescatempa, departamento de Jutiapa.

El incremento medio anual bajo (<1,5 m/año) se observa en la zona de vida monte espinosos subtropical (me S) y bosque seco subtropical, localizado en el valle del río Motagua.

El experimento 155L, establecido en la aldea Palo Amontonado, departamento de El Progreso y plantaciones establecidas en la aldea El Moral, municipio de Morazán del mismo departamento. El cuadro 5 muestra las categorías del incremento medio anual en altura, para *E. camaldulensis*, en Guatemala.

Cuadro 5. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Altura Total (IMAALTOT) para *E. camaldulensis*, en Guatemala, según criterio del autor.

CATEGORIA	RANGO
Excelente	> 3,5 m/año
Alto	2,5-3,5 m/año
Medio	1,5-2,5 m/año
Bajo	< 1,5 m/año

Incremento medio anual en diámetro

El incremento medio anual en diámetro en la categoría de excelente (3 a 4 cm/año, se presenta en los experimentos establecidos en el parcelamiento La Máquina (023L, 136L, 142L, 158L y 160L); como también en el experimento 096L establecido en el municipio de Palo Gordo, todos estos sitios en el departamento de Suchitepéquez, coinciden con los incrementos en altura.

El IMADCM categorizado alto (2 a 3 cm/año), corresponde a los mismos experimentos indicados en el párrafo anterior pero a la edad de tres años.

El IMADCM categorizado como medio lo presentan los experimentos 113L, prueba de crecimiento en San Juan Tecuaco, departamento de Santa Rosa y el 161L prueba de fertilización en el municipio de Atescatempa, departamento de Jutiapa. La razón como se indicó en el párrafo anterior del IMAALTOT para estos sitios son las características de los suelos.

El IMADCM categorizado como bajo (< 1 cm/año), se encuentra en los experimentos que están localizados en las zonas de vida bosque seco subtropical (bs - St (c)) y monte espinoso subtropical (me - St); estas zonas se localizan principalmente en el valle del río Motagua y se caracterizan porque los suelos son alcalinos, infértiles, con 400 a 500 mm de lluvia anual y ocho meses de sequía. El experimento establecido es el número 144L, que consistió en una prueba de crecimiento y se ubicó en la aldea Palo Amontonado, departamento de El Progreso. El cuadro 6 muestra el incremento medio anual del diámetro cuadrado medio de *E. camaldulensis* en Guatemala.

Cuadro 6. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Diámetro Cuadrático Medio (IMADCM) para *E. camaldulensis*, en Guatemala, según criterio del autor.

CATEGORIA	RANGOS
Excelente	3-4 cm/año
Alto	2-3 cm/año
Medio	1-2 cm/año
Bajo	< 1 cm/año

Limitaciones para el crecimiento

Las principales limitantes son los suelos que presentan capas de ceniza endurecida (talpetate, duripan, hardpan); otra limitante importante son los suelos vérticos que en invierno se anegan por falta de un buen drenaje y en verano se agrietan rompiendo las raíces de los árboles. Se ha observado también que las malezas principalmente las enredaderas (Campanuláceas) provocan severos daños a los árboles juveniles (brinzales) agobiándolos y en algunos casos provocándoles la muerte por anillamiento. Otro problema en la etapa de crecimiento son las hormigas (género *Atta*) que defolian los árboles y en casos extremos le provocan la muerte.

En otros países reportan que son afectados por Hongos (*Cylindrocladium* sp.) también reportan cáncer en el eucalipto (*Diaporthe cubensis*) y en la República de Panamá reportan ataque de Langostas defoliadoras, hongos y un insecto anillador de los árboles (*Cerambix* sp) que corta arbolitos de hasta tres centímetros de diámetro. En Guatemala no se han observado estas enfermedades y plagas, únicamente se han reportado árboles afectados por hongos.

CONCLUSIONES

- La especie de uso múltiple más utilizada en Guatemala es el *E. camaldulensis*, debido a su rápido crecimiento y la demanda del mercado local.
- De todos los sitios donde fue plantado *E. camaldulensis*, los mejores rendimientos fueron obtenidos en la Costa Pacífica de Guatemala que además presenta las condiciones óptimas de clima y suelo para ésta especie.
- Los preconceptos que se tenían sobre los eucaliptos han desaparecido, debido a que los agricultores que lo plantan lo asocian con sus cultivos y las amas de casa utilizan con agrado la leña de esta especie para la cocción de los alimentos.
- Los agricultores de los departamentos de Suchitepequez y Retalhuleu se han beneficiado con el cultivo de esta especie, debido a están obteniendo ingresos económicos anualmente con la venta de los productos maderable para el secado del tabaco.
- La presión sobre los bosques salados (manglares) se ha reducido, al ser sustituidos los productos que se extraían del manglar, por productos maderables del eucalipto.

RECOMENDACIONES

- Se debe de investigar más sobre el manejo de rebrotes de esta especie.
- Para el futuro próximo, se debe investigar el mercado de productos que pueda ofrecer ésta especie.
- Se debe tener un monitoreo continuo en las plantaciones de *E. camaldulensis* para observar la incidencia o ataque de plagas.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA-CATIE- 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. CATIE (C.R.) Serie técnica. Informe Técnico No. 86. 228 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1994. Ensayo de cuatro distanciamientos de *E. camaldulensis*, sitio 429, experimento 142(86-8). Informe preliminar de consultoría realizada por Msc. Victor Cajas. Proyecto MADELEÑA-3, DIGEBOS/CATIE. borrador 3 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986-1991. Ensayo de cuatro distanciamientos de *E. camaldulensis*, parcelamientos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Cuyotenango, Retalhuleu, Guatemala. Carpeta del experimento 142 (86-8). Proyecto MADELEÑA-3 DIGEBOS/CATIE, GUATEMALA. 95 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1988-1992. Ensayo de fertilización con *E. camaldulensis*, Jalpatagua, Jutiapa, Guatemala. Carpeta del experimento 165 (88-06). Proyecto MADELEÑA-3, DIGEBOS/CATIE.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Base de datos: sistema MIRA, subsistema CONS. Información almacenada del experimento 142 (86-8). Guatemala. Proyecto MADELEÑA DIGEBOS/CATIE. GUATEMALA.
- MARTINEZ, H., H. 1990. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba C. R. Serie Técnica, Informe Técnico No. 158. 68 p.
- MENDEZ, L. F. 1995. Efecto de la fertilización en el crecimiento y rendimiento del *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, en Jalpatagua, Jutiapa, Guatemala. (Borrador de informe técnico) 7 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE y CATIE. 1984. Especies para leña: Arbustos y árboles para la producción de energía. Trad de la versión inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 343 p.
- UGALDE, A., L. 1993. Manejo y Análisis de la Información Forestal con el programa SYSTAT. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Proyecto MADELEÑA-3. Manual Técnico. 51 p.
- VASQUEZ, W. 1994. Taller de Análisis e Interpretación de Datos. Proyecto MADELEÑA-3, DIGEBOS/CATIE. Guatemala.

ANEXO

Cuadro A1. Resultados de crecimiento en promedios por tratamiento de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala, con *Eucalyptus camaldulensis*. (datos ordenados según IMA en Altura Total).

Código de Experimento	No. de Sitio	Código De Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
023L	408	CREC.001	17	200	200	94	5,9	7,4	8,4	5,22	4,16
158L	431	FERT.050	19	200	200	100	6,1	8,0	9,6	5,05	3,85
158L	431	FERT.100	19	200	200	100	5,6	7,7	9,6	4,86	3,54
158L	431	FERT.000	19	200	200	100	6,4	7,7	8,8	4,86	4,04
160L	431	2880.049	20	200	200	93	5,7	7,8	7,6	4,68	3,42
023L	408	CREC.001	13	200	200	94	3,8	4,9	5,9	4,52	3,51
023L	408	CREC.001	23	200	200	94	6,4	8,6	9,8	4,49	3,34
158L	431	FERT.200	19	200	200	100	5,1	7,1	7,7	4,48	3,22
136L	425	1826.002	18	200	200	99	4,7	6,7	7,6	4,47	3,13
136L	425	1827.003	18	200	200	94	4,7	6,6	7,3	4,40	3,13
136L	425	CREC.012	18	200	200	94	4,9	6,4	7,7	4,27	3,27
136L	425	1565.011	18	200	200	99	4,8	6,4	7,7	4,27	3,20
023L	408	CREC.001	32	200	200	94	7,6	11,3	13,2	4,24	2,85
023L	408	CREC.002	17	200	200	94	4,9	6,0	8,2	4,24	3,46
136L	425	1833.009	18	200	200	92	4,8	6,3	7,2	4,20	3,20
160L	431	2879.048	20	200	200	100	4,7	7,0	2,8	4,20	2,82
160L	431	2836.008	20	200	200	100	5,0	6,9	8,6	4,14	3,00
160L	431	2886.055	20	200	200	100	5,1	6,9	7,6	4,14	3,06
160L	431	2880.049	32	200	200	93	7,5	11,0	10,8	4,13	2,81
160L	431	2842.014	20	200	200	100	5,5	6,8	5,8	4,08	3,30
160L	431	2872.043	20	200	200	93	5,1	6,8	7,1	4,08	3,06
136L	425	1829.005	18	200	200	94	4,5	6,1	7,2	4,07	3,00
023L	408	CREC.002	13	200	200	94	3,6	4,4	5,6	4,06	3,32
160L	431	2887.056	20	200	200	93	5,2	6,7	6,1	4,02	3,12
160L	431	2838.010	20	200	200	98	5,0	6,7	5,8	4,02	3,00
096L	421	CREC.002	32	200	200	72	8,6	10,6	11,6	3,98	3,23
160L	431	2882.051	20	200	200	95	4,9	6,6	5,6	3,96	2,94
160L	431	2881.050	20	200	200	90	4,6	6,6	6,5	3,96	2,76
160L	431	2846.018	20	200	200	98	5,0	6,6	6,0	3,96	3,00
160L	431	2859.030	20	200	200	90	4,7	6,6	2,9	3,96	2,82
136L	425	1834.010	18	200	200	96	4,3	5,9	7,7	3,93	2,87
160L	431	2863.034	20	200	200	98	4,7	6,5	6,9	3,90	2,82
160L	431	2837.009	20	200	200	98	5,1	6,5	6,4	3,90	3,06
160L	431	2852.024	20	200	200	100	4,8	6,5	8,3	3,90	2,88
160L	431	2839.011	20	200	200	90	4,7	6,5	4,6	3,90	2,82
136L	425	1828.004	18	200	200	97	4,2	5,8	6,3	3,87	2,80
160L	431	2845.017	20	200	200	90	4,9	6,4	8,1	3,84	2,94
160L	431	2835.007	20	200	200	100	4,8	6,4	6,6	3,84	2,88
160L	431	2881.050	32	200	200	90	6,6	10,2	9,0	3,83	2,48
160L	431	2833.005	32	200	200	91	7,3	10,2	12,5	3,83	2,74

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
142L	429	E200X300	29	200	200	91	7,8	9,2	11,5	3,81	3,23
142L	429	E250X250	29	200	200	99	7,7	9,2	11,4	3,81	3,19
142L	429	E200X200	18	200	200	96	4,4	5,7	5,1	3,80	2,93
136L	425	1565.011	31	200	200	99	7,1	9,8	12,6	3,79	2,75
160L	431	2842.014	32	200	200	100	7,5	10,1	9,7	3,79	2,81
160L	431	2846.018	32	200	200	95	6,6	10,1	9,1	3,79	2,48
160L	431	2836.008	32	200	200	100	7,1	10,1	12,4	3,79	2,66
160L	431	2831.003	20	200	200	90	5,0	6,3	5,7	3,78	3,00
160L	431	2833.005	20	200	200	93	5,0	6,3	8,9	3,78	3,00
160L	431	2834.006	20	200	200	100	5,2	6,3	5,8	3,78	3,12
160L	431	2876.045	20	200	200	95	4,8	6,3	5,8	3,78	2,88
160L	431	2862.033	20	200	200	93	4,4	6,3	4,1	3,78	2,64
160L	431	2878.047	20	200	200	98	4,7	6,3	5,8	3,78	2,82
160L	431	2840.012	20	200	200	100	4,9	6,3	7,0	3,78	2,94
136L	425	1826.002	31	200	200	97	6,9	9,7	11,5	3,75	2,67
158L	431	FERT.100	39	200	200	97	8,7	12,2	15,1	3,75	2,68
160L	431	2858.029	32	200	200	89	6,0	10,0	10,4	3,75	2,25
142L	429	E200X300	18	200	200	91	5,2	5,6	7,4	3,73	3,47
136L	425	1830.006	18	200	200	100	4,6	5,6	6,4	3,73	3,07
142L	429	E200X200	29	200	200	96	6,7	9,0	9,5	3,72	2,77
158L	431	FERT.000	39	200	200	93	8,6	12,1	13,1	3,72	2,65
160L	431	2850.022	20	200	200	93	4,7	6,2	5,9	3,72	2,82
160L	431	2884.053	20	200	200	98	5,2	6,2	7,5	3,72	3,12
160L	431	2853.025	20	200	200	88	5,3	6,2	7,5	3,72	3,18
160L	431	2863.034	32	200	200	98	6,5	9,9	9,1	3,71	2,44
160L	431	2882.051	32	200	200	93	6,7	9,9	8,6	3,71	2,51
160L	431	2878.047	32	200	200	95	6,5	9,9	8,1	3,71	2,44
023L	408	CREC.002	23	200	200	94	5,9	7,1	9,8	3,70	3,08
158L	431	FERT.200	39	200	200	98	8,6	12,0	13,8	3,69	2,65
160L	431	2879.048	32	200	200	100	6,5	9,8	5,0	3,68	2,44
160L	431	2852.024	32	200	200	100	6,5	9,8	11,7	3,68	2,44
160L	431	2887.056	32	200	200	90	7,1	9,8	10,1	3,68	2,66
136L	425	1825.001	18	200	200	94	4,2	5,5	7,1	3,67	2,80
136L	425	1831.007	18	200	200	94	4,0	5,5	7,0	3,67	2,67
142L	429	E250X250	18	200	200	99	4,6	5,5	6,8	3,67	3,07
158L	431	FERT.050	39	200	200	100	8,2	11,9	15,6	3,66	2,52
160L	431	2832.004	20	200	200	95	4,7	6,1	8,1	3,66	2,82
160L	431	2841.013	20	200	200	95	4,8	6,1	6,7	3,66	2,88
160L	431	2877.046	20	200	200	100	4,5	6,1	4,5	3,66	2,70
160L	431	2873.044	20	200	200	90	4,7	6,1	4,1	3,66	2,82
160L	431	2870.041	20	200	200	93	4,6	6,1	6,8	3,66	2,76
160L	431	2867.038	20	200	200	95	4,8	6,1	5,9	3,66	2,88
160L	431	2860.031	20	200	200	93	4,3	6,1	7,0	3,66	2,58
160L	431	2864.035	20	200	200	98	4,8	6,1	6,0	3,66	2,88

continúa Cuadro A1..

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
142L	429	E300X300	29	200	200	94	8,1	8,8	9,9	3,64	3,35
136L	425	1827.003	31	200	200	92	6,5	9,4	11,6	3,64	2,52
160L	431	2853.025	32	200	200	88	7,0	9,7	10,6	3,64	2,63
160L	431	2886.055	32	200	200	95	7,2	9,7	10,8	3,64	2,70
096L	421	CREC.002	43	200	200	72	10,3	13,0	14,7	3,63	2,87
136L	425	1832.008	18	200	200	91	4,1	5,4	5,3	3,60	2,73
160L	431	2838.010	32	200	200	98	6,9	9,6	8,5	3,60	2,59
160L	431	2859.030	32	200	200	82	6,3	9,6	4,2	3,60	2,36
160L	431	2872.043	32	200	200	93	6,8	9,6	9,7	3,60	2,55
160L	431	2843.015	20	200	200	100	4,1	6,0	5,0	3,60	2,46
160L	431	2861.032	20	200	200	93	4,5	6,0	3,1	3,60	2,70
160L	431	2835.007	32	200	200	100	7,0	9,5	9,7	3,56	2,63
160L	431	2834.006	32	200	200	100	7,4	9,5	8,7	3,56	2,78
158L	431	FERT.000	44	200	200	93	8,7	13,0	14,2	3,55	2,37
160L	431	2883.052	20	200	200	98	4,7	5,9	5,1	3,54	2,82
160L	431	2847.019	20	200	200	95	4,7	5,9	8,3	3,54	2,82
160L	431	1565.001	20	200	200	88	4,8	5,9	2,4	3,54	2,88
160L	431	2837.009	32	200	200	98	7,1	9,4	9,5	3,53	2,66
160L	431	2840.012	32	200	200	100	6,9	9,4	10,0	3,53	2,59
160L	431	2873.044	32	200	200	88	6,8	9,4	7,2	3,53	2,55
160L	431	2862.033	32	200	200	90	6,0	9,4	6,6	3,53	2,25
160L	431	2867.038	32	200	200	95	6,6	9,4	9,2	3,53	2,48
158L	431	FERT.200	44	200	200	98	8,7	12,9	14,3	3,52	2,37
158L	431	FERT.100	44	200	200	97	8,8	12,8	15,5	3,49	2,40
160L	431	2876.045	32	200	200	93	6,5	9,3	8,9	3,49	2,44
136L	425	1829.005	31	200	200	94	6,5	9,0	12,6	3,48	2,52
160L	431	2848.020	20	200	200	93	4,3	5,8	5,5	3,48	2,58
160L	431	2855.026	20	200	200	100	4,8	5,8	6,2	3,48	2,88
160L	431	2839.011	32	200	200	83	6,6	9,2	6,9	3,45	2,48
160L	431	2884.053	32	200	200	98	6,9	9,2	10,6	3,45	2,59
160L	431	2845.017	32	200	200	83	6,8	9,2	11,1	3,45	2,55
160L	431	2883.052	32	200	200	98	6,3	9,2	8,2	3,45	2,36
136L	425	1834.010	31	200	200	96	6,4	8,9	12,9	3,45	2,48
136L	425	1833.009	31	200	200	92	6,5	8,9	12,4	3,45	2,52
158L	431	FERT.050	44	200	200	100	8,3	12,6	15,6	3,44	2,26
160L	431	2796.002	20	200	200	95	4,4	5,7	6,7	3,42	2,64
160L	431	2844.016	20	200	200	98	4,2	5,7	6,7	3,42	2,52
160L	431	2868.039	20	200	200	83	4,3	5,7	6,3	3,42	2,58
160L	431	2861.032	32	200	200	88	6,3	9,1	4,6	3,41	2,36
160L	431	2870.041	32	200	200	93	6,3	9,1	9,6	3,41	2,36
160L	431	2831.003	32	200	200	90	6,7	9,1	7,9	3,41	2,51
160L	431	2850.022	32	200	200	100	6,1	9,1	9,0	3,41	2,29
136L	425	CREC.012	31	200	200	91	6,6	8,8	12,3	3,41	2,55
142L	429	E300X300	18	200	200	97	4,8	5,1	6,1	3,40	3,20

continúa Cuadro A2...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
160L	431	2841.013	32	200	200	95	6,7	9,0	9,8	3,38	2,51
160L	431	1565.001	32	200	200	83	6,6	9,0	3,6	3,38	2,48
136L	425	1828.004	31	200	200	97	6,5	8,7	10,8	3,37	2,52
160L	431	2857.028	20	200	200	93	4,1	5,6	5,7	3,36	2,46
160L	431	2885.054	20	200	200	90	4,4	5,6	6,4	3,36	2,64
160L	431	2869.040	20	200	200	80	4,6	5,6	4,1	3,36	2,76
160L	431	2858.029	20	200	200	90	4,3	5,6	6,9	3,36	2,58
160L	431	2871.042	20	200	200	80	4,8	5,6	2,6	3,36	2,88
160L	431	2864.035	32	200	200	93	6,3	8,9	8,8	3,34	2,36
160L	431	2838.010	45	200	200	100	7,3	12,4	13,2	3,31	1,95
160L	431	2860.031	32	200	200	85	6,1	8,8	10,6	3,30	2,29
160L	431	2877.046	32	200	200	97	6,3	8,8	7,9	3,30	2,36
160L	431	2843.015	32	200	200	98	5,4	8,8	7,7	3,30	2,03
136L	425	1830.006	31	200	200	99	6,9	8,5	9,9	3,29	2,67
160L	431	2855.026	32	200	200	98	6,3	8,7	8,9	3,26	2,36
160L	431	2866.037	20	200	200	83	4,0	5,4	5,3	3,24	2,40
160L	431	2885.054	32	200	200	85	6,0	8,6	10,1	3,23	2,25
160L	431	2844.016	32	200	200	98	5,7	8,6	9,6	3,23	2,14
023L	408	CREC.002	32	200	200	94	7,0	8,6	12,1	3,23	2,63
160L	431	2866.037	32	200	200	86	5,5	8,6	8,0	3,23	2,06
160L	431	2796.002	32	200	200	90	6,2	8,6	9,8	3,23	2,33
023L	408	CREC.001	46	200	200	94	8,4	12,3	13,8	3,21	2,19
160L	431	2880.049	45	200	200	90	8,5	12,0	12,2	3,20	2,27
160L	431	2848.020	32	200	200	85	5,8	8,5	7,5	3,19	2,18
096L	421	CREC.001	32	200	200	72	8,8	8,5	11,8	3,19	3,30
160L	431	2847.019	32	200	200	93	6,2	8,5	11,4	3,19	2,33
160L	431	2849.021	20	200	200	93	4,0	5,3	4,3	3,18	2,40
160L	431	2856.027	20	200	200	85	4,4	5,3	6,6	3,18	2,64
136L	425	1831.007	31	200	200	94	6,1	8,2	10,6	3,17	2,36
160L	431	2871.042	32	200	200	71	6,8	8,4	5,2	3,15	2,55
160L	431	2887.056	45	200	200	85	8,0	11,8	11,8	3,15	2,13
160L	431	2846.018	45	200	200	88	7,2	11,7	11,7	3,12	1,92
160L	431	2842.014	45	200	200	100	8,4	11,6	12,2	3,09	2,24
165L	616	FERT.200	21	200	200	100	5,2	5,4	6,6	3,09	2,97
160L	431	2832.004	32	200	200	95	6,5	8,2	11,2	3,08	2,44
160L	431	2869.040	32	200	200	80	5,7	8,2	5,7	3,08	2,14
096L	421	CREC.002	57	200	200	68	11,6	14,6	16,0	3,07	2,44
160L	431	2881.050	45	200	200	86	7,3	11,5	10,2	3,07	1,95
160L	431	2849.021	32	200	200	88	5,3	8,1	7,5	3,04	1,99
136L	425	1826.002	44	200	200	97	7,6	11,1	13,7	3,03	2,07
136L	425	1565.011	44	200	200	95	7,7	11,1	14,2	3,03	2,10
142L	429	E300X300	44	200	200	94	9,9	11,1	13,0	3,03	2,70
160L	431	2876.045	45	200	200	91	7,6	11,3	10,1	3,01	2,03
160L	431	2873.044	45	200	200	89	7,9	11,3	9,0	3,01	2,11

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
160L	431	2833.005	45	200	200	87	7,9	11,3	14,0	3,01	2,11
165L	616	FERT.200	32	200	200	100	7,1	8,0	9,7	3,00	2,66
142L	429	E250X250	44	200	200	98	9,1	10,9	13,7	2,97	2,48
142L	429	E200X300	44	200	200	89	9,2	10,9	14,5	2,97	2,51
160L	431	2857.028	32	200	200	93	5,3	7,9	8,8	2,96	1,99
160L	431	2868.039	32	200	200	77	5,6	7,9	8,4	2,96	2,10
160L	431	2845.017	45	200	200	87	7,4	11,1	12,4	2,96	1,97
160L	431	2882.051	45	200	200	86	7,5	11,1	10,0	2,96	2,00
160L	431	2835.007	45	200	200	97	8,0	11,1	11,8	2,96	2,13
136L	425	1827.003	44	200	200	92	7,2	10,8	13,1	2,95	1,96
136L	425	1825.001	31	200	200	94	6,2	7,6	10,5	2,94	2,40
160L	431	2836.008	45	200	200	97	7,2	11,0	13,8	2,93	1,92
142L	429	E200X200	44	200	200	95	7,8	10,7	12,8	2,92	2,13
165L	616	FERT.100	21	200	200	98	4,6	5,1	5,6	2,91	2,63
113L	611	CREC.003	33	200	200	78	6,2	8,0	8,7	2,91	2,25
160L	431	2878.047	45	200	200	97	7,2	10,9	8,9	2,91	1,92
160L	431	2840.012	45	200	200	100	7,5	10,9	12,4	2,91	2,00
096L	421	CREC.001	43	200	200	72	10,6	10,4	13,9	2,90	2,96
142L	429	E300X300	54	200	200	92	10,6	13,0	15,0	2,89	2,36
160L	431	2865.036	32	200	200	78	5,6	7,7	7,1	2,89	2,10
165L	616	FERT.100	32	200	200	98	6,7	7,7	8,6	2,89	2,51
160L	431	2862.033	45	200	200	97	6,7	10,8	12,3	2,88	1,79
160L	431	2871.042	45	200	200	76	8,0	10,8	-	2,88	2,13
160L	431	2858.029	45	200	200	87	6,3	10,8	11,1	2,88	1,68
160L	431	2852.024	45	200	200	100	6,9	10,8	13,0	2,88	1,84
160L	431	2859.030	45	200	200	63	7,2	10,8	4,8	2,88	1,92
160L	431	2834.006	45	200	200	95	8,1	10,8	11,0	2,88	2,16
160L	431	2851.023	20	200	200	98	4,2	4,8	5,6	2,88	2,52
136L	425	1832.008	31	200	200	86	6,0	7,4	7,5	2,86	2,32
160L	431	2867.038	45	200	200	94	7,3	10,7	10,2	2,85	1,95
023L	408	CREC.001	56	200	200	94	9,3	13,2	15,1	2,83	1,99
160L	431	2872.043	45	200	200	90	7,6	10,6	10,7	2,83	2,03
160L	431	2853.025	45	200	200	85	7,9	10,6	11,5	2,83	2,11
160L	431	2839.011	45	200	200	80	7,5	10,6	9,2	2,83	2,00
160L	431	2884.053	45	200	200	83	7,8	10,6	12,1	2,83	2,08
160L	431	2865.036	20	200	200	85	4,2	4,7	4,7	2,82	2,52
136L	425	1834.010	44	200	200	95	7,1	10,3	13,9	2,81	1,94
136L	425	CREC.012	44	200	200	90	7,2	10,3	13,5	2,81	1,96
136L	425	1833.009	44	200	200	92	7,2	10,3	14,4	2,81	1,96
160L	431	2863.034	45	200	200	97	6,9	10,5	10,3	2,80	1,84
160L	431	2879.048	45	200	200	97	7,0	10,4	5,3	2,77	1,87
160L	431	2796.002	45	200	200	84	7,6	10,4	11,6	2,77	2,03
142L	429	E200X300	54	200	200	89	10,5	12,3	16,2	2,73	2,33
136L	425	1827.003	55	200	200	90	8,4	12,5	16,5	2,73	1,83

continúa Cuadro A1...

Código De Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
160L	431	2864.035	45	200	200	85	6,8	10,2	10,6	2,72	1,81
160L	431	2841.013	45	200	200	95	7,6	10,2	11,1	2,72	2,03
160L	431	2838.010	45	200	200	96	7,4	10,2	10,5	2,72	1,97
160L	431	2885.054	45	200	200	83	6,9	10,2	12,4	2,72	1,84
136L	425	1829.005	44	200	200	93	7,2	9,9	14,5	2,70	1,96
160L	431	2851.023	32	200	200	98	5,6	7,2	9,0	2,70	2,10
136L	425	1828.004	44	200	200	97	7,1	9,9	13,6	2,70	1,94
160L	431	2886.055	45	200	200	97	7,3	10,1	11,9	2,69	1,95
076L	418	CREC.003	25	200	200	93	4,3	5,6	9,8	2,69	2,06
142L	429	E200X200	54	200	200	90	8,7	12,0	14,2	2,67	1,93
160L	431	2870.041	45	200	200	88	7,1	10,0	13,4	2,67	1,89
165L	616	FERT.050	32	200	200	98	6,1	7,1	7,1	2,66	2,29
136L	425	1565.011	55	200	200	92	8,8	12,2	16,3	2,66	1,92
136L	425	CREC.012	55	200	200	92	8,5	12,2	16,4	2,66	1,85
136L	425	1831.007	44	200	200	94	7,1	9,7	13,0	2,65	1,94
160L	431	2883.052	45	200	200	94	6,9	9,9	9,5	2,64	1,84
160L	431	2855.026	45	200	200	89	6,5	9,9	9,2	2,64	1,73
160L	431	2837.009	45	200	200	88	7,2	9,9	10,7	2,64	1,92
160L	431	2850.022	45	200	200	100	6,6	9,8	9,3	2,61	1,76
160L	431	1565.001	45	200	200	83	7,3	9,8	3,8	2,61	1,95
160L	431	2831.003	45	200	200	89	7,1	9,8	8,9	2,61	1,89
160L	431	2877.046	45	200	200	87	6,7	9,8	8,7	2,61	1,79
160L	431	2865.036	45	200	200	70	6,4	9,8	10,3	2,61	1,71
094L	508	CREC.003	12	200	200	100	0,0	2,6	3,1	2,60	-
076L	418	CREC.004	12	200	200	96	2,2	2,6	2,8	2,60	2,20
136L	425	1826.002	55	200	200	97	8,7	11,9	16,0	2,60	1,90
160L	431	2856.027	32	200	200	85	6,1	6,9	-	2,59	2,29
160L	431	2844.016	45	200	200	95	6,2	9,7	11,2	2,59	1,65
160L	431	2832.004	45	200	200	90	7,4	9,7	12,9	2,59	1,97
165L	616	FERT.050	21	200	200	100	4,0	4,5	4,8	2,57	2,29
160L	431	2861.032	45	200	200	91	6,8	9,6	5,2	2,56	1,81
160L	431	2848.020	45	200	200	80	6,3	9,5	8,6	2,53	1,68
136L	425	1830.006	55	200	200	98	8,6	11,6	15,2	2,53	1,88
094L	508	CREC.003	21	200	200	100	3,7	4,4	5,1	2,51	2,11
136L	425	1828.004	55	200	200	93	8,1	11,5	15,3	2,51	1,77
094L	508	CREC.002	12	200	200	94	0,0	2,5	2,9	2,50	-
160L	431	2869.040	45	200	200	70	6,6	9,3	6,1	2,48	1,76
160L	431	2866.037	45	200	200	97	6,1	9,3	8,8	2,48	1,63
160L	431	2857.028	45	200	200	77	5,5	9,3	12,0	2,48	1,47
160L	431	2847.019	45	200	200	94	6,7	9,3	12,6	2,48	1,79
096L	421	CREC.001	57	200	200	72	11,8	11,7	16,3	2,46	2,48
094L	508	CREC.002	21	200	200	88	4,0	4,3	4,9	2,46	2,29
111L	609	CREC.001	26	150	150	89	4,1	5,3	4,6	2,45	1,89
160L	431	2843.015	45	200	200	97	5,6	9,1	10,1	2,43	1,49

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
023L	408	CREC.002	46	200	200	81	7,6	9,3	12,8	2,43	1,98
160L	431	2856.027	45	200	200	83	7,0	8,9	3,7	2,37	1,87
136L	425	1825.001	44	200	200	94	6,6	8,7	12,8	2,37	1,80
165L	616	TESTIGO*	32	200	200	100	5,3	6,3	9,7	2,36	1,99
136L	425	1833.009	55	200	200	92	7,8	10,8	14,8	2,36	1,70
160L	431	2868.039	45	200	200	77	6,1	8,8	9,7	2,35	1,63
023L	408	CREC.002	56	200	200	81	9,3	10,9	16,0	2,34	1,99
161L	615	TESTIGO*	32	200	200	78	6,1	6,2	7,4	2,33	2,29
161L	615	TESTIGO*	44	200	200	85	7,3	8,5	10,1	2,32	1,99
136L	425	1832.008	44	200	200	86	6,6	8,5	9,3	2,32	1,80
136L	425	1834.010	55	200	200	93	7,8	10,6	15,4	2,31	1,70
043L	415	CERCA.01	13	200	100	53	3,6	2,5	4,5	2,31	3,32
160L	431	2849.021	45	200	200	80	5,8	8,6	7,8	2,29	1,55
136L	425	1829.005	55	200	200	93	8,0	10,5	16,0	2,29	1,75
160L	431	2851.023	45	200	200	91	6,1	8,5	10,6	2,27	1,63
161L	615	FERT.200	44	200	200	79	7,9	8,3	10,4	2,26	2,15
043L	415	CERCA.01	33	200	100	37	7,8	6,2	11,8	2,25	2,84
111L	609	CREC.001	13	150	150	97	0,0	2,4	2,1	2,22	-
076L	418	CREC.003	12	200	200	98	1,9	2,2	4,2	2,20	1,90
094L	508	CREC.001	12	200	200	94	0,0	2,2	2,6	2,20	-
043L	415	CERCA.01	17	200	100	41	4,0	3,1	6,1	2,19	2,82
161L	615	FERT.200	32	200	200	92	6,4	5,8	7,4	2,18	2,40
165L	616	TESTIGO*	21	200	200	100	3,3	3,8	6,3	2,17	1,89
136L	425	1825.001	55	200	200	94	7,5	9,8	15,0	2,14	1,64
161L	615	FERT.050	44	200	200	90	7,1	7,8	9,9	2,13	1,94
136L	425	1831.007	55	200	200	92	7,1	9,7	13,7	2,12	1,55
076L	418	CREC.004	25	200	200	94	3,5	4,4	5,5	2,11	1,68
161L	615	FERT.100	32	200	200	86	6,2	5,6	8,1	2,10	2,33
161L	615	FERT.050	32	200	200	97	5,4	5,5	7,4	2,06	2,03
094L	508	CREC.001	21	200	200	94	4,1	3,6	4,4	2,06	2,34
043L	415	CERCA.01	23	200	100	41	5,1	3,9	8,3	2,03	2,66
094L	508	CREC.002	36	200	200	88	5,1	6,1	7,3	2,03	1,70
052L	603	CREC.002	19	150	150	100	3,0	3,2	4,9	2,02	1,89
052L	603	CREC.002	37	150	150	100	5,4	6,2	8,5	2,01	1,75
094L	508	CREC.003	36	200	200	100	4,6	6,0	7,2	2,00	1,53
150L	614	CREC.001	46	200	200	100	6,8	7,6	8,8	1,98	1,77
113L	611	CREC.003	23	200	200	81	3,0	3,8	5,5	1,98	1,57
150L	614	CREC.001	34	200	200	100	5,5	5,6	6,6	1,98	1,94
161L	615	FERT.100	44	200	200	81	8,0	7,2	10,6	1,96	2,18
155L	507	CREC.002	22	200	200	98	3,0	3,6	4,7	1,96	1,64
155L	507	CREC.003	22	200	200	96	3,1	3,6	4,4	1,96	1,69
052L	603	CREC.002	45	150	150	84	6,4	7,3	9,9	1,95	1,71
151L	614	CREC.003	34	200	200	92	6,0	5,5	7,2	1,94	2,12
151L	614	CREC.003	23	200	200	92	4,1	3,7	4,8	1,93	2,14

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
151L	614	CREC.002	34	200	200	96	6,7	5,4	7,0	1,91	2,36
136L	425	1832.008	55	200	200	84	6,7	8,7	10,4	1,90	1,46
161L	615	FERT.100	21	200	200	89	3,8	3,3	5,0	1,89	2,17
151L	614	CREC.002	45	200	200	96	7,6	7,0	9,1	1,87	2,03
150L	614	CREC.001	57	200	200	100	7,6	8,8	10,4	1,85	1,60
081L	708	CREC.002	19	200	200	80	0,0	2,9	-	1,83	-
161L	615	FERT.200	21	200	200	93	3,6	3,2	4,2	1,83	2,06
155L ^r	507	CREC.001	22	200	200	98	2,7	3,3	4,6	1,80	1,47
052L	603	CREC.004	19	150	150	92	3,0	2,8	4,9	1,77	1,89
151L	614	CREC.003	45	200	200	92	7,0	6,6	9,1	1,76	1,87
054L	605	CREC.003	16	150	150	82	0,0	2,3	4,0	1,73	-
151L	614	CREC.002	23	200	200	96	4,0	3,3	4,7	1,72	2,09
161L	615	FERT.050	21	200	200	98	3,0	3,0	4,1	1,71	1,71
161L	615	TESTIGO*	21	200	200	84	3,2	3,0	4,3	1,71	1,83
052L	603	CREC.004	45	150	150	88	6,1	6,4	10,1	1,71	1,63
052L	603	CREC.003	19	150	150	96	2,9	2,7	4,2	1,71	1,83
155L	507	CREC.003	34	200	200	93	3,7	4,8	6,0	1,69	1,31
052L	603	CREC.004	37	150	150	88	5,0	5,2	7,7	1,69	1,62
094L	508	CREC.002	45	200	200	88	5,2	6,2	7,6	1,65	1,39
094L	508	CREC.003	45	200	200	100	4,8	6,2	7,4	1,65	1,28
052L	603	CREC.003	45	150	150	88	6,4	6,1	8,6	1,63	1,71
155L	507	CREC.002	34	200	200	61	3,6	4,6	6,0	1,62	1,27
052L	603	CREC.003	37	150	150	92	4,7	5,0	7,1	1,62	1,52
081L	708	CREC.002	12	200	200	80	0,0	1,6	-	1,60	-
150L	614	CREC.002	46	200	200	92	5,4	5,9	7,5	1,54	1,41
150L	614	CREC.002	57	200	200	88	6,3	7,3	9,0	1,54	1,33
094L	508	CREC.001	36	200	200	88	5,5	4,6	7,1	1,53	1,83
052L	603	CREC.001	37	150	150	92	4,2	4,7	6,4	1,52	1,36
151L	614	CREC.001	45	200	200	100	4,5	5,7	6,7	1,52	1,20
150L	614	CREC.002	34	200	200	92	4,3	4,3	5,4	1,52	1,52
029L	412	CREC.001	12	200	200	24	0,0	1,5	1,9	1,50	-
151L	614	CREC.001	34	200	200	100	3,5	4,2	5,0	1,48	1,24
052L	603	CREC.001	19	150	150	96	1,7	2,3	3,3	1,45	1,07
155L	507	CREC.003	44	200	200	71	4,1	5,3	6,8	1,45	1,12
094L	508	CREC.003	56	200	200	100	4,9	6,6	7,8	1,41	1,05
094L	508	CREC.002	56	200	200	88	5,4	6,6	8,0	1,41	1,16
052L	603	CREC.001	45	150	150	92	5,2	5,3	8,3	1,41	1,39
094L	508	CREC.001	45	200	200	81	5,3	5,1	7,5	1,36	1,41
155L	507	CREC.001	34	200	200	91	3,1	3,8	5,5	1,34	1,09
155L	507	CREC.002	63	200	200	10	5,2	6,9	7,4	1,31	0,99
155L	507	CREC.001	44	200	200	36	3,7	4,8	5,8	1,31	1,01
155L	507	CREC.002	44	200	200	34	3,9	4,8	6,6	1,31	1,06
052L	603	CREC.002	12	150	150	100	0,0	1,3	2,4	1,30	-
094L	508	CREC.003	70	200	200	69	5,8	7,2	8,5	1,23	0,99

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
052L	603	CREC.004	12	150	150	100	0,0	1,2	2,5	1,20	-
151L	614	CREC.001	23	200	200	100	1,7	2,3	3,2	1,20	0,89
052L	603	CREC.003	12	150	150	100	0,0	1,2	1,9	1,20	-
155L	507	CREC.003	63	200	200	53	4,9	6,2	8,0	1,18	0,93
094L	508	CREC.002	70	200	200	75	6,8	6,7	8,7	1,15	1,17
094L	508	CREC.001	56	200	200	81	5,4	5,3	7,6	1,14	1,16
155L	507	CREC.001	63	200	200	10	3,7	5,2	5,5	0,99	0,70
060L	606	CREC.002	16	100	100	91	0,0	1,3	2,1	0,98	-
052L	603	CREC.001	12	150	150	100	0,0	0,7	1,1	0,70	-
052L	603	CREC.004	3	150	150	92	0,0	0,5	0,9	-	-
052L	603	CREC.001	5	150	150	100	0,0	0,8	1,3	-	-
160L	431	2868.039	7	200	200	93	0,0	2,3	-	-	-
155L	507	CREC.003	9	200	200	96	0,0	1,1	1,5	-	-
155L	507	CREC.002	9	200	200	98	0,0	1,4	1,9	-	-
160L	431	2867.038	7	200	200	98	0,0	2,7	2,2	-	-
160L	431	2879.048	7	200	200	100	0,0	2,6	1,8	-	-
160L	431	2880.049	7	200	200	93	0,0	2,8	2,5	-	-
155L	507	CREC.001	9	200	200	100	0,0	1,3	2,5	-	-
052L	603	CREC.002	5	150	150	100	0,0	0,9	1,5	-	-
052L	603	CREC.002	3	150	150	76	0,0	0,5	1,0	-	-
160L	431	2866.037	7	200	200	90	0,0	2,3	2,4	-	-
052L	603	CREC.001	3	150	150	84	0,0	0,7	1,0	-	-
052L	603	CREC.004	1	150	150	88	0,0	0,4	0,6	-	-
023L	408	CREC.001	2	200	200	100	0,0	1,1	1,4	-	-
160L	431	2878.047	7	200	200	98	0,0	2,4	2,3	-	-
052L	603	CREC.002	1	150	150	60	0,0	0,5	0,7	-	-
160L	431	2865.036	7	200	200	95	0,0	2,1	2,2	-	-
052L	603	CREC.001	1	150	150	88	0,0	0,4	0,6	-	-
052L	603	CREC.003	3	150	150	60	0,0	0,5	0,7	-	-
052L	603	CREC.003	1	150	150	92	0,0	0,3	0,5	-	-
160L	431	2857.028	7	200	200	95	0,0	2,3	2,0	-	-
160L	431	2864.035	7	200	200	98	0,0	2,4	2,0	-	-
160L	431	2877.046	7	200	200	98	0,0	2,1	-	-	-
160L	431	2885.054	7	200	200	100	0,0	2,0	2,1	-	-
158L	431	FERT.100	8	200	200	100	2,3	2,7	3,3	-	-
160L	431	2856.027	7	200	200	88	0,0	2,2	2,5	-	-
160L	431	2876.045	7	200	200	95	0,0	2,5	1,8	-	-
052L	603	CREC.004	5	150	150	100	0,0	0,7	1,3	-	-
023L	408	CREC.002	2	200	200	100	0,0	1,0	1,3	-	-
160L	431	2853.025	7	200	200	95	0,0	2,3	2,4	-	-
158L	431	FERT.200	8	200	200	100	2,1	2,8	3,4	-	-
160L	431	2884.053	7	200	200	98	0,0	2,4	2,8	-	-
160L	431	2851.023	7	200	200	98	0,0	2,2	2,4	-	-
158L	431	FERT.050	8	200	200	100	2,3	2,5	3,5	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Akt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
160L	431	2859.030	7	200	200	100	0,0	2,5	1,7	-	-
160L	431	2873.044	7	200	200	93	0,0	2,4	1,7	-	-
056L	507	CREC.049	1	200	200	98	0,0	0,4	0,5	-	-
056L	507	CREC.049	3	200	200	91	0,0	0,5	0,6	-	-
160L	431	2886.055	7	200	200	100	0,0	2,8	2,2	-	-
052L	603	CREC.003	5	150	150	92	0,0	0,7	1,3	-	-
142L	429	E250X250	9	200	200	99	0,0	1,5	1,9	-	-
142L	429	E200X300	9	200	200	96	0,0	1,6	2,5	-	-
158L	431	FERT.000	8	200	200	100	2,0	2,3	2,6	-	-
160L	431	2858.029	7	200	200	90	0,0	2,5	2,5	-	-
160L	431	2871.042	7	200	200	90	0,0	2,3	1,2	-	-
160L	431	2863.034	7	200	200	98	0,0	2,4	2,6	-	-
160L	431	2883.052	7	200	200	98	0,0	2,3	1,9	-	-
160L	431	2882.051	7	200	200	95	0,0	2,4	2,1	-	-
160L	431	2860.031	7	200	200	95	0,0	2,3	2,2	-	-
160L	431	2887.056	7	200	200	98	0,0	2,2	1,8	-	-
160L	431	2845.017	7	200	200	95	0,0	2,3	2,4	-	-
056L	507	CREC.049	6	200	200	91	0,0	0,6	0,8	-	-
056L	507	CREC.049	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
058L	509	CREC.013	1	200	200	97	0,0	0,5	-	-	-
160L	431	2844.016	7	200	200	100	0,0	2,2	2,0	-	-
058L	509	CREC.013	2	200	200	96	0,0	0,5	0,6	-	-
058L	509	CREC.013	4	200	200	96	0,0	0,6	0,8	-	-
058L	509	CREC.013	11	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
059L	707	CREC.014	1	200	200	100	0,0	0,1	0,2	-	-
059L	707	CREC.014	3	200	200	94	0,0	0,3	0,4	-	-
059L	707	CREC.014	6	200	200	94	0,0	0,3	0,5	-	-
060L	606	CREC.002	1	100	100	97	0,0	0,4	0,6	-	-
060L	606	CREC.002	3	100	100	96	0,0	0,6	0,9	-	-
136L	425	CREC.012	10	200	200	94	2,3	2,3	3,4	-	-
136L	425	1834.010	10	200	200	96	2,0	2,4	2,6	-	-
136L	425	1833.009	10	200	200	92	2,3	2,2	2,5	-	-
136L	425	1832.008	10	200	200	95	2,2	2,1	2,1	-	-
136L	425	1831.007	10	200	200	94	2,2	2,2	3,0	-	-
136L	425	1830.006	10	200	200	100	2,2	2,1	2,2	-	-
136L	425	1829.005	10	200	200	96	2,2	2,6	2,7	-	-
136L	425	1828.004	10	200	200	97	2,3	2,3	1,9	-	-
136L	425	1827.003	10	200	200	96	2,0	2,4	3,3	-	-
136L	425	1826.002	10	200	200	100	2,3	2,6	2,8	-	-
136L	425	1825.001	10	200	200	94	2,2	2,2	2,4	-	-
136L	425	1565.011	10	200	200	99	2,1	2,4	2,7	-	-
120L	603	CERCA.01	3	150	100	71	0,0	0,5	0,3	-	-
116L	612	CREC.010	6	100	100	75	0,0	0,7	1,0	-	-
116L	612	CREC.010	2	100	100	92	0,0	0,5	0,7	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
114L	612	CREC.010	6	200	200	53	0,0	1,0	-	-	-
114L	612	CREC.010	2	200	200	53	0,0	0,6	0,4	-	-
160L	431	2843.015	7	200	200	100	0,0	2,5	2,2	-	-
113L	611	CREC.003	8	200	200	86	0,0	1,2	1,7	-	-
113L	611	CREC.003	3	200	200	100	0,0	0,9	1,3	-	-
112L	610	CREC.002	33	150	150	86	0,0	0,0	-	-	-
112L	610	CREC.002	22	150	150	86	0,0	0,0	-	-	-
112L	610	CREC.002	7	150	150	86	0,0	1,2	1,4	-	-
112L	610	CREC.002	3	150	150	95	0,0	0,7	1,0	-	-
160L	431	2842.014	7	200	200	100	0,0	2,7	2,3	-	-
111L	609	CREC.001	10	150	150	97	0,0	1,8	1,6	-	-
111L	609	CREC.001	6	150	150	100	0,0	1,6	1,5	-	-
111L	609	CREC.001	3	150	150	100	0,0	1,0	0,9	-	-
108L	608	CREC.004	5	150	150	100	0,0	1,3	2,1	-	-
060L	606	CREC.002	7	100	100	91	0,0	0,7	1,0	-	-
096L	421	CREC.002	8	200	200	92	0,0	1,6	2,2	-	-
096L	421	CREC.001	8	200	200	88	0,0	2,1	2,8	-	-
160L	431	2881.050	7	200	200	95	0,0	2,3	2,0	-	-
142L	429	E200X200	9	200	200	96	0,0	1,5	1,5	-	-
094L	508	CREC.001	70	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
160L	431	2841.013	7	200	200	95	0,0	2,4	2,4	-	-
054L	605	CREC.003	1	150	150	98	0,0	0,3	0,5	-	-
160L	431	2840.012	7	200	200	100	0,0	2,7	2,5	-	-
023L	408	CREC.002	5	200	200	94	0,0	1,8	2,5	-	-
160L	431	2872.043	7	200	200	98	0,0	2,4	2,6	-	-
023L	408	CREC.001	5	200	200	100	0,0	2,2	2,6	-	-
160L	431	2852.024	7	200	200	100	0,0	2,6	2,6	-	-
043L	415	CERCA.01	6	200	100	64	0,0	1,0	2,0	-	-
160L	431	2839.011	7	200	200	93	0,0	2,6	2,1	-	-
160L	431	2838.010	7	200	200	98	0,0	2,6	2,4	-	-
142L	429	E300X300	9	200	200	96	0,0	1,5	1,7	-	-
160L	431	2837.009	7	200	200	100	0,0	2,6	2,6	-	-
160L	431	2836.008	7	200	200	100	0,0	2,7	2,9	-	-
094L	508	CREC.003	9	200	200	100	0,0	2,3	2,9	-	-
094L	508	CREC.002	9	200	200	100	0,0	2,0	2,6	-	-
094L	508	CREC.001	9	200	200	100	0,0	1,7	2,4	-	-
094L	508	CREC.003	5	200	200	100	0,0	2,2	2,9	-	-
094L	508	CREC.002	5	200	200	100	0,0	2,1	2,6	-	-
160L	431	2835.007	7	200	200	100	0,0	2,4	2,5	-	-
094L	508	CREC.001	5	200	200	100	0,0	1,8	2,4	-	-
160L	431	2870.041	7	200	200	93	0,0	2,6	2,5	-	-
160L	431	2862.033	7	200	200	100	0,0	2,3	1,9	-	-
081L	708	CREC.002	5	200	200	86	0,0	0,7	1,1	-	-
081L	708	CREC.002	2	200	200	100	0,0	0,5	0,9	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
081L	708	CREC.002	1	200	200	100	0,0	0,4	0,6	-	-
160L	431	2834.006	7	200	200	100	0,0	2,6	2,3	-	-
160L	431	2833.005	7	200	200	98	0,0	2,6	3,2	-	-
076L	418	CREC.004	6	200	200	100	0,0	2,0	2,2	-	-
076L	418	CREC.003	6	200	200	99	0,0	1,8	3,1	-	-
076L	418	CREC.004	5	200	200	100	0,0	1,7	1,8	-	-
076L	418	CREC.003	5	200	200	99	0,0	1,5	2,5	-	-
076L	418	CREC.004	3	200	200	100	0,0	1,4	1,5	-	-
076L	418	CREC.003	3	200	200	99	0,0	1,3	2,0	-	-
076L	418	CREC.004	1	200	200	100	0,0	0,6	0,7	-	-
076L	418	CREC.003	1	200	200	100	0,0	0,6	0,8	-	-
074L	603	CREC.005	7	200	100	93	0,0	0,7	1,1	-	-
161L	615	FERT.050	9	200	200	80	0,0	1,0	1,2	-	-
161L	615	FERT.100	9	200	200	81	0,0	1,1	1,6	-	-
161L	615	FERT.200	9	200	200	93	0,0	0,9	1,3	-	-
161L	615	TESTIGO*	9	200	200	88	0,0	0,8	1,0	-	-
160L	431	2869.040	7	200	200	93	0,0	2,4	1,7	-	-
160L	431	2850.022	7	200	200	98	0,0	2,2	2,1	-	-
160L	431	2849.021	7	200	200	95	0,0	2,3	2,0	-	-
160L	431	2848.020	7	200	200	93	0,0	2,1	2,2	-	-
160L	431	2832.004	7	200	200	100	0,0	2,4	2,8	-	-
160L	431	2831.003	7	200	200	98	0,0	2,5	1,9	-	-
160L	431	2796.002	7	200	200	98	0,0	2,4	2,9	-	-
160L	431	1565.001	7	200	200	98	0,0	2,4	1,8	-	-
160L	431	2847.019	7	200	200	98	0,0	2,3	3,5	-	-
160L	431	2861.032	7	200	200	93	0,0	2,4	1,6	-	-
028L	411	CREC.023	1	200	200	11	0,0	2,7	2,7	-	-
160L	431	2846.018	7	200	200	98	0,0	2,7	2,2	-	-
165L	616	FERT.050	8	200	200	100	0,0	1,4	1,6	-	-
165L	616	FERT.100	8	200	200	100	0,0	1,6	1,7	-	-
165L	616	FERT.200	8	200	200	100	0,0	1,9	2,1	-	-
165L	616	TESTIGO*	8	200	200	100	0,0	1,0	1,8	-	-
074L	603	CREC.005	4	200	100	99	0,0	0,6	0,9	-	-
074L	603	CREC.005	1	200	100	97	0,0	0,4	0,5	-	-
063L	510	CREC.006	5	200	200	98	0,0	0,8	0,9	-	-
054L	605	CREC.003	2	150	150	97	0,0	0,7	1,1	-	-
063L	510	CREC.006	2	200	200	100	0,0	0,5	0,6	-	-
054L	605	CREC.003	5	150	150	97	0,0	1,1	1,6	-	-
060L	606	CREC.002	9	100	100	91	0,0	0,9	1,4	-	-
160L	431	2855.026	7	200	200	100	0,0	2,4	2,4	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELENA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Sistema agrosilvopastoril de maíz con *Eucalyptus camaldulensis* de un año de edad, en el Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu, Guatemala.



Sistema agroforestal de maíz con *Eucalyptus camaldulensis* de 1.4 años de edad, en el Parcelamiento Monterrey, Santo Domingo, Suchitepéquez, Guatemala.



Sistema agrosilvopastoril de *Eucalyptus camaldulensis* de 2.5 años de edad, en el Parcelamiento Caballo Blanco, Retalhuleu, Guatemala.



Cerca viva de *Eucalyptus camaldulensis* de tres años de edad, con rebrotes de 1.5 años, en línea B-4 del Parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez, Guatemala.



Prueba de Distanciamientos del experimento No. 142 (86-08) de *Eucalyptus camaldulensis* de 4 años de edad el tocón y dos años los rebrotes, en la línea C-4 del Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, Guatemala.



Plantación de *Eucalyptus camaldulensis* de 12 años de edad, en la línea B-4 del Parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez, Guatemala.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose Standley)
Nombres comunes	Esta especie se conoce con el nombre de brasilito en Nicaragua, en el sur de México recibe el nombre de totoposte, palo colorado; en la región oriental de Guatemala se le conoce como aripín, totoposte, chaperno blanco y palo colorado.
Familia	Leguminoceae, subfamilia Caesalpinioideae.
Sinónimo botánico	<i>Brasilettia velutina</i> (B. & R.) (Standley y Steyemark, 1946).

Origen y Distribución

La especie crece naturalmente en las zonas secas del sur de México, en asociaciones de tipo matorral, poco denso. En Guatemala se distribuye en la zona fronteriza con México en las áreas de bosque seco subtropical en Huehuetenango; también se encuentra en el Valle del Motagua en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, dentro de la zona de vida de monte seco espinoso.

Descripción de la especie

El aripín es una especie latifoliada, caducifolia, que alcanza normalmente hasta 20 m de altura y 30 cm de DAP (CATIE, 1992). En Guatemala se encuentra en forma natural alcanzando diámetros hasta de 40 cm, en árboles aislados y cerca viva.

La especie posee fuste recto, se ramifica a corta altura, cuando crece en forma aislada, en plantaciones y cercas vivas se elonga más el fuste.

Presenta una copa ancha cuando crece en forma aislada. Tiene una corteza de color blanco grisáceo y lenticelada que en estado adulto se desprende en placas grandes (CATIE, 1992).

Posee un sistema radicular profundo, con una raíz pivotante fuerte y abundantes raíces secundarias, que le permiten enraizar en suelos rocosos, aunque en áreas con afloramientos rocosos, tiende a formar un sistema radicular superficial, tal es el caso en la zona de Huité en el departamento de Zacapa, Guatemala. Se desconoce si esta especie fija nitrógeno a través de la formación de nódulos en las raíces (CATIE, 1992).

Las hojas son compuestas, paripinnadas, alternas de dos a cuatro pares de pinnas y de cinco a siete pares de hojuelas con yemas axilares, son aterciopeladas (velutinosas), de donde viene el nombre científico, nacen de yemas axilares con frecuencia alcanzan de 20 a 30 cm de longitud (CATIE, 1992).

Las hojuelas se presentan en forma oblongo y oblongo-ovadas, generalmente de tres a seis centímetros, con base obtusa, redondeada y algunas veces oblicuas, densamente velutinosas o pilosas, mayormente en el envés de la hoja (CATIE, 1992).

El aripín florece abundantemente, produce las semillas en racimos más cortos que las hojas, con pedicelos de 5 a 10 mm, cáliz de 5 mm de largo y pétalos amarillos de 8 mm de largo (CATIE, 1992). Se desconoce sobre la polinización de la especie, pudiendo ser una planta dioica. Algunos autores consideran que la especie pertenece a una familia primitiva que ha mantenido su auto-incompatibilidad.

Igualmente en condiciones de bosque natural, en las zonas de El Progreso y Zacapa, Guatemala, se observa que la floración no se produce en todos los árboles del rodal, lo que lleva a pensar que la polinización se tiene por medio de abejas, murciélagos y aves.

Los frutos son legumbres oblongas, indehiscentes de 2,5 a 3 cm de ancho y de 10 a 15 cm de largo, de base obtusa, también es aterciopelada, de color verde claro cuando está inmadura y de color café oscuro, al madurar (CATIE, 1992)

La fructificación es llamativa por su persistencia en el árbol, dura mucho tiempo hasta en época de invierno. Las semillas son de color café oscuro cuando están maduras. Cada vaina contiene entre 2 a 10 semillas redondeadas, aplanadas, con diámetro de cinco a siete milímetros. Se estima una cantidad de 5000 a 6000 semillas por kilogramo (CATIE, 1992).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

El aripín crece en forma natural en zonas de altas temperaturas, superiores a 21°C, en rangos de 24° a 28°C. Se ha plantado en Nicaragua, Panamá y Guatemala en temperaturas mayores de 24°C, con éxito variable, sin embargo en la Costa Sur de Guatemala, se ha adaptado y crecido con buenos resultados.

Precipitación

En forma natural crece en áreas con precipitación media anual entre los 400 y 1000 mm por año (CATIE, 1992). Se ha observado que crece mejor en sitios con precipitaciones arriba de los 600 mm. Sin embargo, en Guatemala, en el Valle del Motagua, en Palo Amontonado, donde se tienen precipitaciones medias por debajo de los 470 mm, anuales se han registrado crecimientos lentos, pero con buena sobrevivencia en las primeras etapas de desarrollo, aunque no se dió seguimiento a la investigación.

Elevación

La especie se distribuye naturalmente en Guatemala, desde los 50 hasta 1000 msnm. A nivel de plantación en la Costa Sur, en La Máquina, Suchitepéquez, con elevaciones entre los 50 y 100 msnm, presenta buenos índices de crecimiento.

Suelos

La especie crece naturalmente sobre suelos de origen calcáreo y derivados de serpentina, con pH superior a 5.5. Desarrolla mejor sobre suelos bien drenados, con textura liviana, franco-arenosos o francos. No desarrolla sobre suelos muy arcillosos, a pesar, que soporta un amplio rango de suelos. Se ha observado que el mejor desarrollo lo presenta en suelos de los órdenes Alfisol y Mollisol de régimen Ustico, aunque también se desarrolla sobre suelos de los órdenes Entisol e Inceptisol. Crece muy lento sobre suelos vérticos o vertisoles. Soporta suelos calcáreos y salinos (CATIE, 1992).

Factores limitantes

En condiciones de baja precipitación (menores de 470 mm) se ve afectada considerablemente la sobrevivencia hasta un 60%, como se observó en los sitios de Huité, Zacapa y en La Máquina, Suchitepéquez. En suelos vérticos o vertisoles el crecimiento es muy lento.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Esta especie se usa preferentemente para leña en las zonas secas de Guatemala de donde es nativa, también se usa para construcciones rurales, muebles rústicos, carbón, para la elaborar instrumentos de labranza y postes. Además se utiliza en viviendas como planta ornamental y de sombra, puede plantarse con fines de producción de miel, que debido a sus flores de color amarillo, atraen las abejas.

SILVICULTURA

Regeneración natural

El arpín posee alto poder de regeneración natural, produce abundante semilla que permanece en el árbol hasta la época lluviosa cuando está lista para caer y encontrar las condiciones necesarias para la germinación. Sin embargo, la semilla puede ser afectada por la presencia de insectos, disminuyendo su cantidad y calidad para recuperar y/o regenerar áreas con rodales naturales de esta especie (CATIE, 1992).

Recolección de semilla

La recolección de semillas, tanto en vegetación natural, como en rodales semilleros, se realiza durante los meses de noviembre a enero, cuando las vainas o legumbres presentan un color café oscuro.

La cosecha de la semilla se puede hacer con podadora de extensión, el manejo de la semilla se facilita debido a la capacidad de almacenarse hasta dos años en condiciones adecuadas de luz y humedad y logra mantener su poder de germinación hasta el 80%.

Producción de viveros

Comúnmente para la producción de planta se utiliza el método de siembra directa en bolsa con tratamientos pregerminativos, método que asegura alta sobrevivencia y germinación homogénea.

A nivel de vivero esta especie no requiere de mucho cuidado, debido al tamaño de la semilla y alto poder germinativo.

Para la germinación de la semilla se recomienda realizar un tratamiento pregerminativo con agua hirviendo, en el caso de utilizar semilla que ha estado almacenada, caso contrario sumergir la semilla en agua durante 24 horas antes de la siembra, es suficiente para lograr un alto porcentaje de germinación.

Establecimiento de la plantación

Previo al establecimiento de la plantación con arripín, deben definirse los objetivos de producción para los cuales se planta. Esto se hace por la factibilidad que tiene la especie de poderse establecer en plantaciones puras o bien en asocio con cultivos anuales (sistemas agroforestales), en las primeras etapas de desarrollo.

Basados en los objetivos de la plantación, se deben seleccionar los sitios que presenten suelos fértiles y no precisamente marginales, donde la especie encuentre limitaciones para su desarrollo.

Para el establecimiento de la plantación, se debe realizar un trazado y marcación del sitio, se debe tomar en cuenta la topografía del mismo, esto con el fin de determinar qué sistema de plantación utilizar y qué distanciamiento es el adecuado. Para el arripín se ha utilizado espaciamientos de 2 x 2 m (2,500 árb/Ha) en terrenos relativamente planos y en terrenos con pendientes pronunciadas, se recomienda plantar al "tresbolillo" donde se logran 2,866 árboles por hectárea.

El ahoyado deberá realizarse en agujeros de 0.2 x 0.2 x 0.2 m en el punto que fuera marcado.

En cuanto a la densidad de plantación, ésta se ha realizado en plantaciones puras con densidades iniciales de 1,111 a 2,500 árboles por hectárea, con la cual no se han observado diferencias en relación a la sobrevivencia, ni al crecimiento en altura.

Control de malezas

Los sitios de plantación deben estar limpios, para evitar la competencia con malezas que afectan el desarrollo de la especie en su fase inicial. Esta especie se ve afectada por la presencia de malezas (Martínez, 1982), por lo tanto, es necesario hacer un control manual y periódico de remoción de malezas.

Preparación del sitio

Igualmente, los sitios deberán estar libres de cualquier foco de infección, principalmente por la presencia de hormigas (*Atta* sp), que afectan la especie. El sitio preferiblemente deberá estar cercado, pese a que los animales no comen su follaje, pueden pisotear las plantas y afectar el éxito de la plantación.

Es recomendable realizar una remoción del terreno, aunque se utilice planta procedente de siembra directa en bolsa, en caso de realizarse la plantación a siembra directa en el campo, debe aflojarse el suelo a una profundidad de 20 cm.

Fertilización

No se tiene experiencia sobre la respuesta del arripín a la fertilización, a nivel de viveros, ni de plantación en los estados de desarrollo iniciales a las que se ha evaluado la especie. Sin embargo, se considera que la plántula mejoraría su calidad si se aplican 4 g/bolsa de un fertilizante completo (12-24-12), fertilización que deberá realizarse al momento de preparar la tierra para el llenado de la bolsa.

Sistemas agroforestales

El arripín es una especie que puede asociarse con cultivos agrícolas en las primeras etapas de desarrollo, hasta que los árboles cubran el dosel o tengan competencia entre copas.

Las experiencias en Guatemala, han mostrado que la sobrevivencia y el crecimiento no se ven afectados estableciendo la plantación asociada con cultivos anuales, tal es el caso de un sitio en La Máquina, donde se establecieron plantaciones a siembra directa, asociadas con maíz, con densidades de hasta 10,000 plantas/hectárea, con 3 a 4 semillas por postura, se reporta una sobrevivencia del 95% con alturas promedio de 1,5 m. También, en Huité, Zacapa, se han establecido extensiones mayores, siguiendo la misma metodología, a través del uso de tierras municipales, con agricultores que carecen de terrenos donde cultivar; bajo esta modalidad ellos se ven beneficiados con sus cultivos, básicamente maíz, frijol y algunas cucurbitáceas y dejan las plantaciones establecidas para trasladarse a otras áreas en años posteriores.

Por otra parte, desde el punto de vista del agricultor, sus cosechas no presentan diferencias en cuanto a asociadas (sistema agroforestal) o solas, por el contrario, se ven reducidos los costos de inversión, para el establecimiento de la plantación.

Podas o Raleos

Sobre estas actividades no se tiene experiencia; a pesar de ello, los agricultores tienden a realizar ciertos tipos de podas para favorecer el crecimiento de un fuste recto, que destinan para construcción de viviendas o como madera para diferentes usos. Generalmente la madera de las podas se utiliza como leña.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En el Cuadro 1, se presentan los sitios y condiciones climáticas donde se realizaron investigaciones sobre la especie en Guatemala.

Cuadro 1. Condiciones climáticas de los sitios donde se establecieron los ensayos y experimentos realizados con *Caesalpinia velutina*, en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	Altitud de Msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp.Med. Annual °C	Precip.Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
006L	701	250	me S	25	28.8	595	100 m Huite, Huite, Zacapa
011L	405	100	bh S	20	28.8	1860	La Máquina, Suchitépéquez
015L	406	100	bh ST	2	26.0	1860	La Máquina, Cuyotenango, Such.
020L	703	350	me ST	0	28.8	595	2 Kms. A Huite, Huite, Zacapa
022L	408	100	bh ST	10	26.0	1860	La Máquina, Cuyotenango, Such.
028L	411	506	bmh S	0	26.0	4560	Bulbuxya, San Miguel Panán, Such.
048L	706	129	bh S	0	28.0	727	3.5 Km., Gualan, Zacapa
049L	706	129	bh S	0	28.0	727	3.5 Km., Gualan, Zacapa
052L	603	654	bs S	0	28.8	1591	Atescatempa, Jutiapa
053L	604	654	bs S	5	28.8	1591	4 Km., Atescatempa, Jutiapa
056L	507	517	me S	0	24.0	470	5 Kms., Región V-II, Palo Amontonado, El Progreso
057L	508	360	me S	35	27.3	904	500 m., Morazán, El Progreso
058L	509	517	me S	0	24.0	470	1 Km., Tierra Blanca, El Progreso
059L	707	1000	bh S	0	21.0	1399	4 Km.a El Norte, Concepción, Chiquimula.
060L	606	654	bs ST	25	28.8	1591	2 Km., Frontera, San Benito, Atescatempa, Jutiapa
069L	509	517	me S	0	24.0	470	1 Km., Tierra Blanca, El Progreso
070L	507	517	me S	0	24.0	470	5 Kms., Región V-II, Palo Amontonado, El Progreso
072L	512	517	me ST	25	24.0	470	1 Km., Sta. Rita, Santa Rita, El Progreso
074L	603	654	bs S	0	28.8	1591	Atescatempa, Jutiapa
075L	606	654	bs ST	25	28.8	1591	2 Km. Frontera, San Benito, Atescatempa, Jutiapa
076L	418	46	bh S	20	26.0	1860	8 Km., Centro No.1, La Máquina, Suchitépéquez

continúa Cuadro 1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp.Med. Anual °C	Precip.Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
077L	419	371	bh S	4	26.0	2835	5 Km., Chita, Siguatepéquez, Suchitepéquez ✓
081L	708	471	bh S	60	30.0	979	4 Km. Jocotán, San Juan Ermita, Chiquimula ✓
084L	508	360	me S	35	27.3	904	500 m., Morazán, El Progreso ✓
099L	405	100	bh S	20	26.0	1860	La Máquina, Suchitepéquez ✓
100L	405	100	bh S	20	26.0	1860	La Máquina, Suchitepéquez ✓
108L	608	620	bs ST	25	28.8	620	Atescatempa, Jutiapa ✓
111L	609	640	bh S	40	24.3	2834	Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa ✓
112L	610	10	bmh S	0	25.9	1937	Taxisco, Santa Rosa ✓
113L	611	400	bmh ST	10	25.9	2630	San Juan Tecuaco, Santa Rosa ✓
114L	612	10	bmh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
115L	612	10	bmh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
116L	612	10	bmh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
120L	603	654	bs S	0	28.8	1591	Atescatempa, Jutiapa ✓
127L	709	424	bs ST	17	28.1	541	Petapilla, Chiquimula, Chiquimula ✓
153L	426	100	bh S	5	26.0	1860	Línea B-4 7 Km, La Máquina, Suchitepéquez ✓
156L	422	100	bh S	0	26.0	1860	Cuyotenango, La Máquina, Suchitepéquez ✓
166L	616	557	bh S	2	26.9	1365	2 Km. Jalpatagua, Jutiapa ✓
173L	434	100	bh S	15	43.7	1860	Línea C-16, 22 Km del Centro 1, La Máquina, Suchitepéquez ✓

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

La figura 1 muestra la ubicación de los sitios experimentales establecidos con la especie, mientras que el Cuadro 2, presenta las propiedades físicas y químicas de los suelos en esos sitios donde fue investigada la especie, en Guatemala.

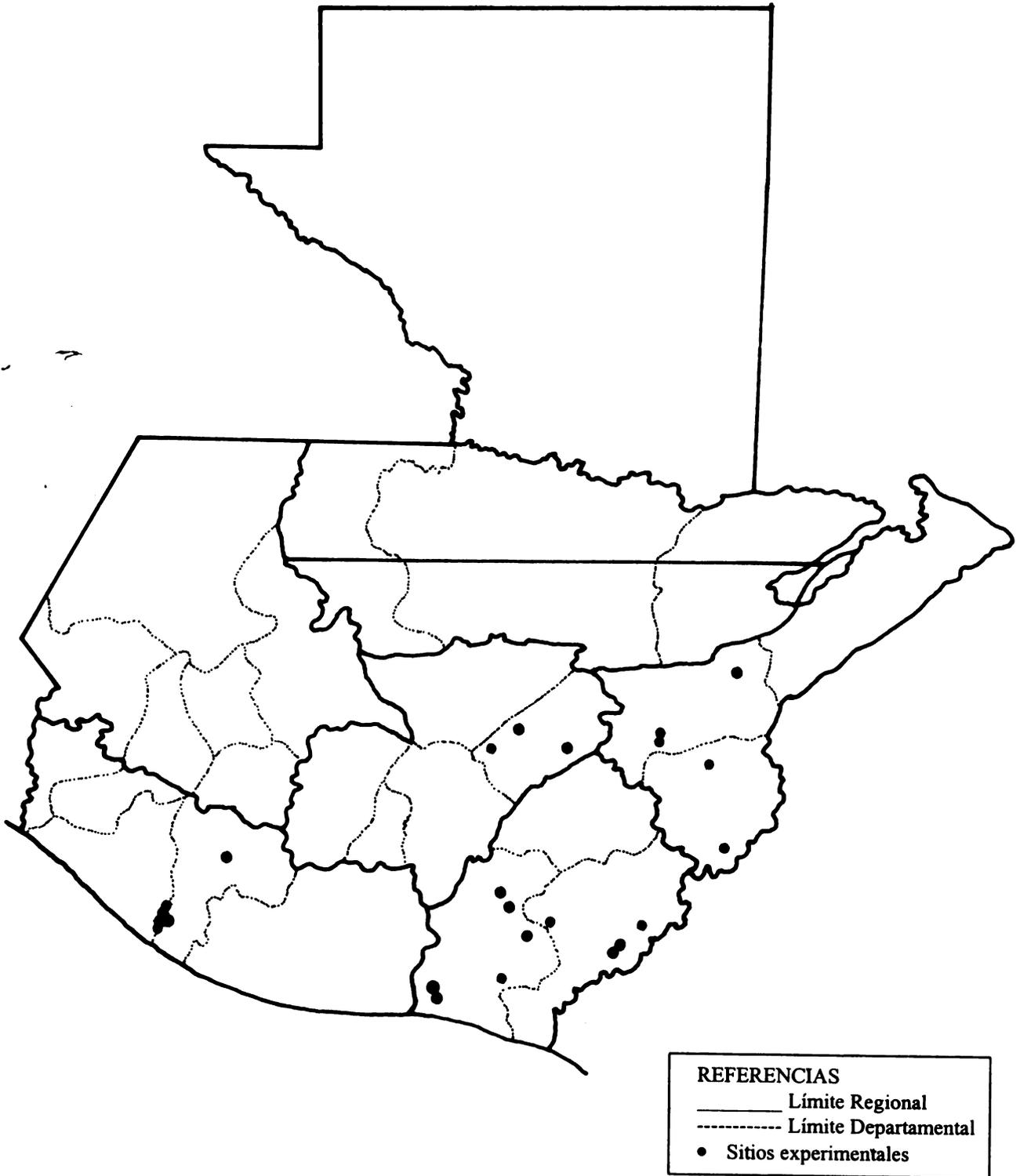


Figura 1 Ubicación de los sitios experimentales de *Caesalpinia velutina* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña, Guatemala.

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Caesalpinia velutina* en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. CIC				Alt. msam	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
							meq/100	gr	suelo					
011L	405	6	1	FAL	6.9	3.2	13.5	4.2	1.3	23.5	100	0	20	La Máquina
011L	405	6	2	A	7.0	0.5	14.0	4.3	1.4	25.2	100	20	42	La Máquina
011L	405	6	3	A	6.9	0.5	13.0	4.0	1.4	24.6	100	42	53	La Máquina
011L	405	6	4	A	7.0	0.5	12.0	3.9	1.1	26.2	100	53	76	La Máquina
011L	405	6	5	FAL	6.9	0.5	13.5	3.0	0.6	22.5	100	76	94	La Máquina
011L	405	6	6	FA FAL	6.8	0.5	13.5	5.6	0.3	24.6	100	94	-	La Máquina
015L	406	3	1	FA	6.5	4.5	17.0	5.8	1.0	32.1	100	0	8	Eusebio Sosa
015L	406	3	2	FA	6.5	3.2	17.5	5.3	0.1	32.1	100	8	33	Eusebio Sosa
015L	406	3	3	FA	6.6	2.3	17.0	5.8	0.1	30.5	100	33	44	Eusebio Sosa
015L	406	3	4	FA	7.2	1.4	13.5	6.8	0.1	29.4	100	44	64	Eusebio Sosa
015L	406	3	5	A	6.6	0.5	11.5	7.7	0.1	24.1	100	64	118	Eusebio Sosa
015L	406	3	6	FA	6.0	0.5	7.5	6.3	0.1	23.0	100	118	-	Eusebio Sosa
020L	703	22	1	FA	6.5	5.1	11.0	5.5	0.7	36.4	350	0	8	Huite
020L	703	22	2	A	6.5	3.0	10.5	6.5	0.4	36.4	350	8	12	Huite
020L	703	22	3	A	5.9	2.6	10.5	7.4	0.2	35.8	350	12	27	Huite
020L	703	22	4	FA	5.9	1.3	8.5	7.6	0.1	34.8	350	27	41/54	Huite
022L	408	2	1	FA FAL	6.8	3.7	19.0	4.2	2.1	30.0	50	0	9	La Máquina
022L	408	2	2	FA FAL	6.7	2.3	19.5	3.7	1.1	26.8	50	9	27	La Máquina
022L	408	2	3	AL	7.0	1.4	19.0	3.8	1.0	25.5	50	27	41	La Máquina
022L	408	2	4	A	7.0	0.9	16.5	3.9	1.1	26.8	50	41	65	La Máquina
022L	408	2	5	FA	7.1	0.5	14.5	4.1	1.0	25.2	50	65	-	La Máquina
028L	411	46	1	Fa	5.9	4.4	4.0	0.8	0.4	26.3	506	0	11	Finca Bulbuxya
028L	411	46	2	aF Fa	6.0	0.5	3.0	0.8	0.1	23.1	506	11	36	Finca Bulbuxya
028L	411	46	3	Fa	5.9	1.5	4.0	0.8	0.2	24.2	506	36	53	Finca Bulbuxya
028L	411	46	4	Fa	6.1	1.0	4.0	0.8	0.3	26.8	506	53	63	Finca Bulbuxya
028L	411	46	5	Fa	6.1	0.5	4.0	0.8	0.3	23.6	506	63	70	Finca Bulbuxya
028L	411	46	6	Fa	6.2	2.0	0.5	0.8	0.6	27.8	506	70	-	Finca Bulbuxya
048L	706	19	1	F	6.4	3.8	29.5	12.2	0.2	39.1	129	0	20	Bosque Comunal De Lefia
048L	706	19	2	FA A	6.6	1.3	21.0	15.4	0.2	42.8	129	20	33	Bosque Comunal De Lefia
048L	706	19	3	F	6.8	0.2	18.5	13.8	0.2	33.7	129	33	45	Bosque Comunal De Lefia
048L	706	19	4	F	6.7	0.2	17.5	15.3	0.1	24.8	129	45	62	Bosque Comunal De Lefia
048L	706	19	5	FAa	6.8	0.2	21.0	20.6	0.2	41.2	129	62	80	Bosque Comunal De Lefia
049L	706	19	1	F	6.4	3.8	29.5	12.2	0.2	39.1	129	0	20	Bosque Comunal De Lefia
049L	706	19	2	FA A	6.6	1.3	21.0	15.4	0.2	42.8	129	20	33	Bosque Comunal De Lefia
049L	706	19	3	F	6.8	0.2	18.5	13.8	0.2	33.7	129	33	45	Bosque Comunal De Lefia
049L	706	19	4	F	6.7	0.2	17.5	15.3	0.1	24.8	129	45	62	Bosque Comunal De Lefia
049L	706	19	5	FAa	6.8	0.2	21.0	20.6	0.2	41.2	129	62	80	Bosque Comunal De Lefia
052L	603	37	1	F	6.4	5.1	21.5	7.5	0.7	42.8	620	0	11	El Retiro
052L	603	37	2	Fa	6.5	1.7	20.0	5.8	0.4	41.7	620	11	38	El Retiro
052L	603	37	3	FA	6.4	2.1	26.0	9.0	0.4	43.9	620	38	47	El Retiro
052L	603	37	4	Fa	6.5	0.4	17.5	6.6	0.7	34.2	620	47	-	El Retiro
053L	604	34	1	FL	6.3	14.5	17.5	4.9	0.8	42.8	620	0	12	Agua Fria
053L	604	34	2	F	6.4	3.8	15.5	5.8	0.7	42.8	620	12	35	Agua Fria
053L	604	34	3	FA	6.5	3.0	13.0	5.1	0.3	49.2	620	35	56	Agua Fria

Código de Experimento	No. de Sitio	No. De Perfil	No. de Horiz	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. meq/100 gr suelo			CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
053L	604	34	4	F	6.5	2.6	22.0	9.1	0.2	42.3	620	56	68	Agua Fria
053L	604	34	5	F	6.6	0.4	21.0	10.0	0.2	39.1	620	68	-	Agua Fria
056L	507	25	1	F	8.0	2.1	20.0	3.8	0.5	40.7	517	0	14	Palo Amontonado
056L	507	25	2	F	8.2	1.7	24.0	4.0	0.2	46.0	517	14	50	Palo Amontonado
056L	507	25	3	F	8.2	1.7	17.0	3.6	0.2	43.3	517	50	64	Palo Amontonado
056L	507	25	4	F	8.3	1.3	29.0	5.5	0.2	41.7	517	64	123	Palo Amontonado
056L	507	25	5	Fa	8.6	0.9	24.0	3.6	0.2	37.5	517	123	-	Palo Amontonado
057L	508	23	1	F	7.3	5.1	15.5	6.5	0.1	34.2	450	0	10	El Moral
057L	508	23	2	F	6.8	2.1	13.0	5.6	0.0	31.0	450	10	20	El Moral
057L	508	23	3	FL	6.7	1.3	13.5	7.2	0.1	36.4	450	20	27/41	El Moral
058L	509	24	1	FL	7.5	0.9	2.5	1.0	0.3	31.6	0	0	24	Tierra Blanca
058L	509	24	2	Fa	8.1	0.4	2.0	1.0	0.2	21.4	0	24	-	Tierra Blanca
060L	606	58	1	FA	6.3	7.2	14.0	5.0	0.2	44.6	654	0	12	San Benito
060L	606	58	2	aF	6.2	4.8	16.0	5.7	0.2	45.7	654	12	38	San Benito
060L	606	58	3	AL FAL	6.3	3.8	18.5	7.0	0.2	48.3	654	38	56	San Benito
060L	606	58	4	FA	6.5	2.9	15.5	6.6	0.2	46.2	654	56	-	San Benito
069L	509	24	1	FL	7.5	0.9	2.5	1.0	0.3	31.6	0	0	24	Tierra Blanca
069L	509	24	2	Fa	8.1	0.4	2.0	1.0	0.2	21.4	0	24	-	Tierra Blanca
070L	507	25	1	F	8.0	2.1	20.0	3.8	0.5	40.7	517	0	14	Palo Amontonado
070L	507	25	2	F	8.2	1.7	24.0	4.0	0.2	46.0	517	14	50	Palo Amontonado
070L	507	25	3	F	8.2	1.7	17.0	3.6	0.2	43.3	517	50	64	Palo Amontonado
070L	507	25	4	F	8.3	1.3	29.0	5.5	0.2	41.7	517	64	123	Palo Amontonado
070L	507	25	5	Fa	8.6	0.9	24.0	3.6	0.2	37.5	517	123	-	Palo Amontonado
072L	512	27	1	Fa	6.9	3.8	11.0	3.5	0.2	25.7	-	0	5	Santa Rita
072L	512	27	2	Fa	7.3	2.1	10.0	2.2	0.1	26.8	-	5	35	Santa Rita
072L	512	27	3	Fa	7.5	0.4	12.0	1.6	0.0	25.7	-	35	47	Santa Rita
074L	603	37	1	F	6.4	5.1	21.5	7.5	0.7	42.8	620	0	11	El Retiro
074L	603	37	2	Fa	6.5	1.7	20.0	5.8	0.4	41.7	620	11	38	El Retiro
074L	603	37	3	FA	6.4	2.1	26.0	9.0	0.4	43.9	620	38	47	El Retiro
074L	603	37	4	Fa	6.5	0.4	17.5	6.6	0.7	34.2	620	47	-	El Retiro
075L	606	58	1	FA	6.3	7.2	14.0	5.0	0.2	44.6	654	0	12	San Benito
075L	606	58	2	aF	6.2	4.8	16.0	5.7	0.2	45.7	654	12	38	San Benito
075L	606	58	3	AL FAL	6.3	3.8	18.5	7.0	0.2	48.3	654	38	56	San Benito
075L	606	58	4	FA	6.5	2.9	15.5	6.6	0.2	46.2	654	56	-	San Benito
076L	418	9	2	FA	7.5	1.8	21.0	2.0	0.8	28.4	50	15	38	La Máquina B6
076L	418	9	3	A	7.5	0.9	19.0	2.4	1.0	25.7	50	38	52	La Máquina B6
076L	418	9	4	A	7.5	0.9	17.5	3.3	1.1	26.2	50	52	78	La Máquina B6
076L	418	9	5	A	7.4	0.5	16.5	3.8	1.1	25.7	50	78	109	La Máquina B6
076L	418	9	6	A	7.4	0.5	15.5	4.4	1.5	26.8	50	109	130	La Máquina B6
076L	418	9	7	FA A	7.2	0.5	14.5	4.5	1.4	25.2	50	130	-	La Máquina B6
084L	508	23	1	F	7.3	5.1	15.5	6.5	0.1	34.2	450	0	10	El Moral
084L	508	23	2	F	6.8	2.1	13.0	5.6	0.0	31.0	450	10	20	El Moral
084L	508	23	3	FL	6.7	1.3	13.5	7.2	0.1	36.4	450	20	27/41	El Moral
099L	405	4	1	FAL	6.7	3.2	13.5	4.7	0.8	23.5	100	0	10	La Máquina

continúa Cuadro 2

Código de Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. meq/100 gr suelo			CIC	Alt. msam	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
099L	405	4	2	A	7.0	1.8	12.5	3.3	0.1	24.1	100	10	29	La Máquina
099L	405	4	3	AL	7.1	0.9	13.5	3.2	0.1	24.7	100	29	53	La Máquina
099L	405	4	4	FA	7.1	0.5	12.5	3.0	0.1	27.8	100	53	72	La Máquina
099L	405	4	5	FA	6.8	0.5	13.0	4.4	0.1	30.5	100	72	-	La Máquina
100L	405	4	1	FAL	6.7	3.2	13.5	4.7	0.8	23.5	100	0	10	La Máquina
100L	405	4	2	A	7.0	1.8	12.5	3.3	0.1	24.1	100	10	29	La Máquina
100L	405	4	3	AL	7.1	0.9	13.5	3.2	0.1	24.7	100	29	53	La Máquina
100L	405	4	4	FA	7.1	0.5	12.5	3.0	0.1	27.8	100	53	72	La Máquina
100L	405	4	5	FA	6.8	0.5	13.0	4.4	0.1	30.5	100	72	-	La Máquina
108L	608	33	1	FL	6.5	5.9	13.0	4.9	1.0	40.1	0	0	18	Fosa Municipal
108L	608	33	2	FL	6.6	4.3	14.0	5.0	0.5	37.5	0	18	41	Fosa Municipal
108L	608	33	3	Fa	6.7	2.1	9.5	3.7	0.3	26.8	0	41	60	Fosa Municipal
108L	608	33	4	Fa	6.7	1.3	8.0	3.1	0.3	26.8	0	60	80	Fosa Municipal
108L	608	33	5	F FL	6.6	3.8	12.5	5.0	0.4	34.8	0	80	96	Fosa Municipal
108L	608	33	6	aF	6.8	0.9	4.0	1.7	0.4	24.1	0	96	-	Fosa Municipal
112L	610	57	1	F	6.5	5.7	8.5	2.1	1.0	34.7	60	0	16	Astillero Taxisco
112L	610	57	2	AL	6.4	3.4	8.5	2.0	0.7	29.9	60	16	29	Astillero Taxisco
112L	610	57	3	A	6.5	1.5	7.0	1.7	0.5	27.8	60	29	78	Astillero Taxisco
112L	610	57	4	A	6.5	1.0	5.0	1.3	0.2	26.3	60	78	-	Astillero Taxisco
113L	611	56	1	FA	6.2	5.3	11.0	3.0	0.6	30.5	400	0	20	San Juan Tecuaco
113L	611	56	2	AL FAL	5.8	3.4	9.0	2.8	0.3	34.7	400	29	45	San Juan Tecuaco
113L	611	56	3	FA	5.6	1.9	5.5	2.2	0.3	34.1	400	45	70	San Juan Tecuaco
113L	611	56	4	A	5.5	1.5	6.0	2.6	0.1	26.3	400	70	-	San Juan Tecuaco
114L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
120L	603	38	1	FAL	6.2	6.8	21.0	7.6	0.3	41.2	620	0	10	El Retiro
120L	603	38	2	A	6.5	2.6	24.0	10.5	0.2	45.5	620	10	35	El Retiro
120L	603	38	3	A	6.7	1.3	24.0	11.4	0.1	45.5	620	35	65	El Retiro
153L	426	66	1	A	6.2	-	12.8	4.8	0.6	33.4	40	0	18	La Máquina, Cuyotenango, Suchite
153L	426	66	2	A	6.3	-	13.7	4.3	27.0	40.9	40	18	35	La Máquina, Cuyotenango, Suchite
153L	426	66	3	A	6.3	-	10.6	3.8	21.0	44.8	40	35	92	La Máquina, Cuyotenango, Suchite
153L	426	66	4	A	6.8	-	8.3	4.2	14.0	33.3	40	92	-	La Máquina, Cuyotenango, Suchite
156L	422	68	1	FA	7.1	-	22.2	2.2	2.3	27.3	100	0	18	La Máquina
156L	422	68	2	FA	7.7	-	20.4	1.7	1.8	27.3	100	18	44	La Máquina
156L	422	68	3	FA	7.5	-	17.7	2.3	1.6	25.8	100	44	61	La Máquina
156L	422	68	4	A	7.1	-	15.6	3.4	2.5	24.4	100	61	114	La Máquina
166L	616	88	1	F	6.6	-	10.6	4.0	3.0	27.6	545	0	7	Jalpatagua, Jutiapa
166L	616	88	2	FA	6.5	-	10.8	3.9	2.3	24.6	545	7	16	Jalpatagua, Jutiapa

166L	616	88	3	FAa	6.4	-	7.7	2.8	1.7	17.9	545	16	21	Jalpatagua, Jutiapa
166L	616	88	4	A	6.6	-	15.0	4.9	2.1	30.0	545	21	41	Jalpatagua, Jutiapa
166L	616	88	5	FAa	6.4	-	9.4	3.3	1.3	28.0	545	41	61	Jalpatagua, Jutiapa
166L	616	88	6	F	6.6	-	9.1	3.0	1.0	32.3	545	61	69	Jalpatagua, Jutiapa
166L	616	88	7	FA	6.8	-	11.8	3.9	1.0	34.1	545	69	76	Jalpatagua, Jutiapa
166L	616	88	8	FA	6.8	-	15.0	4.6	0.9	38.5	545	76	96	Jalpatagua, Jutiapa
166L	616	88	9	F	6.8	-	12.0	4.2	1.0	31.5	545	96	-	Jalpatagua, Jutiapa

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELENA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

El Cuadro 3 presenta los resultados de sobrevivencia y crecimiento en Altura y DAP de *Caesalpinia velutina*, en los diferentes sitios ensayados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala.

Sobrevivencia

La sobrevivencia de la especie en general es alta, a nivel de plantación en los sitios donde se ha plantado, ha mostrado el 100% de sobrevivencia luego de 100 meses de plantado y más del 50% de sobrevivencia, luego de 60 meses de plantado. Según se ha observado, la sobrevivencia se mantiene aproximadamente en un 90% en los primeros años de la plantación, lo que muestra que luego del segundo a tercer año, se puede definir que la plantación se ha establecido.

Cuadro 3. Resumen de resultados de crecimiento de *Caesalpinia velutina*, en Guatemala para edades seleccionadas.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en Meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
006L	701	CREC.001	97	100	8.6	6.3	0	0	8.2	9.13
011L	405	CREC.001	82	92	7.6	9.2	200	200	11.5	9.28
011L	405	CREC.002	82	84	9.7	12.4	200	200	13.6	11.33
015L	406	CREC.001	68	90	7.7	9.0	200	200	11.3	7.60
020L	703	CREC.001	61	53	4.1	5.4	0	0	6.3	5.48
020L	703	CREC.002	61	64	4.3	5.1	0	0	7.1	5.40
020L	703	CREC.003	61	88	4.4	5.4	0	0	6.9	5.51
022L	408	CREC.001	56	98	5.5	5.7	200	200	9.7	5.98
028L	411	CREC.020	1	78	0.0	2.1	200	200	2.7	1.52
048L	706	REBROT01	70	92	4.9	4.9	0	0	7.4	6.97
049L	706	CREC.001	92	72	7.8	8.4	200	200	10.9	8.91
049L	706	CREC.002	92	76	7.5	8.0	200	200	10.9	7.26
052L	603	CREC.003	19	86	2.2	1.9	150	150	3.5	1.88
052L	603	CREC.004	19	94	2.5	2.3	150	150	3.7	1.79
052L	603	CREC.003	37	74	0.0	0.0	150	150	-	1.88
053L	604	CREC.002	5	97	0.0	2.8	150	150	4.4	0.89
053L	604	CREC.002	11	96	0.0	0.4	150	150	0.6	0.89
057L	508	CREC.008	36	89	3.7	3.5	200	200	3.8	2.47
058L	509	CREC.005	4	100	0.0	0.2	200	200	0.1	1.11
060L	606	CREC.001	9	69	0.0	0.4	100	100	0.7	0.92
060L	606	CREC.001	16	77	0.0	0.4	100	100	0.8	0.92
069L	509	CREC.002	3	39	0.0	0.1	200	200	-	0.00
070L	507	CREC.001	6	51	0.0	0.2	100	100	0.1	0.98
072L	512	ESPAC.03	3	75	0.0	0.1	80	80	0.1	1.18
072L	512	ESPAC.07	3	57	0.0	0.1	160	80	0.1	1.18
072L	512	ESPAC.11	3	61	0.0	0.1	160	160	0.1	1.18
075L	606	CREC.001	1	66	0.0	0.1	150	150	0.1	1.36
076L	418	CREC.001	25	88	2.3	2.4	200	200	2.8	1.60
076L	418	CREC.002	25	91	3.1	3.2	200	200	6.3	2.79
077L	419	CREC.001	43	76	6.5	9.0	200	200	11.2	5.91
077L	419	CREC.002	43	80	7.8	9.9	200	200	11.4	6.43
081L	708	CREC.005	19	86	0.0	1.6	200	200	-	1.30

continúa Cuadro 3

Código de Experimento	No. De Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
081L	708	CREC.013	19	66	0.0	0.8	200	200	0.2	0.61
084L	508	CREC.001	7	58	0.0	0.3	80	80	0.5	1.06
084L	508	CREC.002	7	72	0.0	0.5	80	80	1.5	1.29
099L	405	CREC.001	116	100	7.6	7.5	200	300	12.0	16.96
099L	405	CREC.002	116	55	10.4	8.6	200	200	13.1	30.64
100L	405	CREC.001	104	90	8.8	6.8	200	200	12.6	15.06
108L	608	CREC.001	5	100	0.0	0.8	150	150	1.6	1.41
111L	609	CREC.003	26	84	2.4	2.2	150	150	2.4	1.72
112L	610	CREC.001	7	53	0.0	1.2	150	150	1.3	1.34
113L	611	CREC.011	23	86	2.5	2.8	200	200	2.7	1.84
114L	612	CREC.001	6	97	0.0	0.4	200	200	-	1.37
115L	612	CREC.001	6	96	0.0	0.6	150	150	0.7	1.27
116L	612	CREC.001	6	95	0.0	0.3	100	100	0.3	1.15
153L	426	EN-BOLSA	55	98	7.0	6.2	200	200	7.0	0.00
153L	426	PSEUDOES	55	72	6.1	4.7	200	200	6.9	0.00
153L	426	RAIZ-DES	55	58	4.5	3.4	200	200	4.6	0.00
153L	426	SIEM-DIR	55	50	5.4	4.6	200	200	5.9	0.00
156L	422	E200X200	43	93	5.3	6.0	200	200	8.9	5.21
156L	422	E200X300	43	81	5.8	5.8	200	300	8.1	4.52
156L	422	E250X250	43	85	6.7	6.8	250	250	10.4	5.94
156L	422	E300X300	43	86	6.2	5.8	300	300	9.7	4.70
173L	434	CREC.001	21	96	3.5	4.2	200	100	5.3	0.00
173L	434	CREC.002	21	92	3.6	4.3	200	100	5.2	2.38
173L	434	CREC.003	21	100	4.5	5.0	200	100	6.4	0.00
173L	434	CREC.004	21	100	3.7	4.2	200	100	5.4	2.36
173L	434	CREC.005	21	100	3.7	4.2	200	100	5.2	0.00
166L	616	E200X200	68	81	6.2	6.5	200	200	7.7	0.00
166L	616	E250X250	68	87	6.7	6.3	200	200	7.4	0.00
166L	616	E300X100	68	75	6.1	6.4	200	200	7.4	0.00
166L	616	E300X200	68	100	7.1	6.4	200	200	7.6	0.00
166L	616	E300X300	68	94	8.3	6.8	200	200	8.0	0.00
173L	434	CREC.001	68	64	6.3	9.5	200	100	11.1	0.00
173L	434	CREC.002	68	52	7.7	11.3	200	100	13.4	0.00
173L	434	CREC.003	68	52	7.8	12.5	200	100	13.8	0.00
173L	434	CREC.004	68	56	6.6	10.3	200	100	11.6	0.00
173L	434	CREC.005	68	60	7.8	11.0	200	100	11.9	0.00

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Sin embargo, se tienen resultados en Tierra Blanca, El Progreso, donde la sobrevivencia es menor del 40%, debiéndose en parte a las condiciones de sitio, tales como suelos con pH alcalino (pH 8.1) y baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC=21.4), en suelos franco-arenosos y condiciones de baja precipitación media anual (470 mm/año).

No se tiene la suficiente experiencia en Guatemala, sobre la plantación por el método de pseudoestaca y raíz desnuda, métodos que mostraron porcentajes relativamente bajos de sobrevivencia, 72% y 58%, respectivamente, en comparación con el método de plantación en bolsa en el experimento establecido en La Máquina (Cuadro 4). El método de siembra directa presentó el más bajo porcentaje de sobrevivencia (50%). Sin embargo, es interesante seguir investigando sobre este método de plantación, debido básicamente porque facilita su manejo y disminuye los costos de establecimiento.

Además, se ha observado que en suelos arcillosos, la sobrevivencia se ve afectada hasta el 50% en las primeras etapas de desarrollo, tal es el caso del sitio del Astillero Municipal de Taxisco, Santa Rosa.

Cuadro 4. Sobrevivencia y crecimiento en altura y DAP de *Caesalpinia velutina* a los 55 meses de plantada, bajo cuatro métodos de plantación, en La Máquina, Guatemala

METODO	Sobrev. (%)	Altura (dm)	DAP (cm)
BOLSA	98	62	7,0
PSEUDOESTACA	72	47	6,1
SIEMBRA DIRECTA	50	46	5,4
RAIZ DESNUDA	58	34	4,5

Altura total

En cuanto a los crecimientos en altura, esta especie ha mostrado tener un crecimiento rápido, como se muestra en el estudio de los ensayos establecidos en La Máquina, Suchitepéquez, donde se presentan alturas promedio de 12,4 m a los 82 meses de edad. En otro sitio analizado siempre en La Máquina, se tienen crecimientos en altura total de 12,5 m a los 68 meses de edad, con un Incremento Medio Anual de 2,11 m.

Basados en un estudio del comportamiento de la especie en tres sitios en Guatemala, donde fue plantada, se obtuvieron incrementos medios anuales en altura total entre 1,3 a 3,2 m y entre 1,0 a 2.0 cm de incremento medio anual en DAP, siendo el sitio de La Máquina el que mostró los mayores incrementos en altura total y DAP de 3.2 m y 2.0 cm, respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de sobrevivencia e incrementos medios anuales en DAP y Altura Total de *Caesalpinia velutina*, en tres sitios de Guatemala.

Sitio	Sobrev. %	DAP (cm)		Altura Tot. (m)	
		Promedio	IMA	Promedio	IMA
GUALAN	90	2,9	1,6	3,5	1,9
HUITE	87	1,9	1,0	2,5	1,3
LA MAQUINA	91	4,7	2,0	6,0	3,2

Fuente: Archivos MADELEÑA, Otárola, E., 1995.

Con base en la información de crecimiento en los sitios donde fue plantada la especie en Guatemala, se definieron cuatro rangos de incremento medio anual (IMAALTOT), en altura total promedio. Esta clasificación se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Altura Total (IMAALTOT) para *C. velutina*, en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO
Excelente	> 2,51 m/año
Alto	1,51-2,50 m/año
Medio	1,00-1,50 m/año
Bajo	< 1,0 m/año

Diámetro

De acuerdo a los estudios sobre el crecimiento del arripín en diámetro se han obtenido incrementos medios anuales en etapas iniciales mayores de 2,5 cm, los cuales se consideran excelentes. En la mayoría de los sitios estudiados los IMA en DAP se presentan entre 1,0 a 2,5 cm, que se clasifican como de crecimiento medio - alto. Sin embargo, se tienen algunos sitios que presentan incrementos menores de 1,0 cm anuales, los que se clasifican como de crecimiento bajo. Esta clasificación se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Diámetro Cuadrático Medio (IMADCM) para *C. velutina*, en Guatemala.

CATEGORIA	RANGOS
Excelente	> 2,51 cm/año
Alto	1,51-2,50 cm/año
Medio	1,00-1,50 cm/año
Bajo	< 1,00 cm/año

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La práctica de siembra directa de *Caesalpinia velutina* (Britton & Rose) Standley en condiciones de baja humedad (disponibilidad de agua) no es recomendable, a pesar de ser una especie de las zonas secas y crecer en suelos muy pobres en cuanto a materia orgánica.
- No soporta suelos arcillosos pues su sobrevivencia disminuye hasta en 50%.
- La especie *Caesalpinia velutina* (Britton & Rose) Standley, se recomienda plantar en zonas secas y semiáridas en proyectos de reforestación con fines energéticos y otros usos, y en proyectos de protección de cuencas, debido a la alta sobrevivencia, rápido crecimiento en altura y diámetro, amplia aceptación y utilización por parte de los agricultores y pequeña industria, los cuales utilizan la madera para elaborar trabajos de mueblería semifina, construcciones rurales, mueblería rústica, usarla como vigas, horcones o como ornato en las viviendas y producción de miel.
- El método de siembra directa a pesar de presentar el más bajo porcentaje de sobrevivencia (50%), en los ensayos de adaptación y crecimiento en Guatemala. La posibilidad de mejorar el método de plantación directa es una recomendación que debe realizarse, debido a que se podrá facilitar el manejo y se disminuirían los costos del establecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE. 1992.** Aripín (*Caesalpinia velutina* (Britton & Rose) Standley) especie de árbol de uso múltiple en América Central/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. --Turrialba, C.R. CATIE, 45 P. (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE; no. 197).
- CELADA, A. 1985.** Crecimiento de catorce especies forestales en San Juan, La Ermita, Chiquimula. C'Chilaj Rxin Sii (Gua). no.57.
- ESTADOS UNIDOS, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1983.** Mangium and other fast growing Acacias for the Humid Tropics. Washington, D.C., EE.UU., Academy Press. 62 p.
- HERRERA, P.R. 1985.** Sistemas agroforestales (taungya) Finca Chictá, Mazatenango y Finca La Campan, San José El Idolo, Suchitepéquez. Guatemala, Gua., CATIE. 6 p. Presentado en Intercambio Agroforestal Centroamericano (1985, Guatemala, Gua.).
- MARTINEZ H., H.A. 1982.** Cultivo asociado de maíz con una especie forestal en la zona seca de Guatemala; caso Huité. s.n.t. 5 p. Presentado en Curso Técnicas de Producción de especies para leña, Guatemala, 1982.
- OLIVA, E. 1990.** Comportamiento en plantaciones de Mangium (*Acacia mangium* Willd.) y Aripín (*Caesalpinia velutina* (ByR) Standl.) en América Central. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 117 p.

ANEXO

Cuadro A1. Resultados de crecimiento en los experimentos con *Caesalpinia velutina* realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
099L	405	CREC.002	21	200	200	67	4,6	5,6	6,3	3,20	2,63
011L	405	CREC.002	17	200	200	100	5,4	4,4	5,2	3,11	3,81
173L	434	CREC.003	21	200	100	100	4,5	5,0	6,4	2,86	2,57
099L	405	CREC.001	21	200	300	100	4,4	4,9	5,6	2,80	2,51
011L	405	CREC.002	33	200	200	88	7,8	7,6	9,7	2,76	2,84
077L	419	CREC.002	43	200	200	80	7,8	9,9	11,4	2,76	2,18
077L	419	CREC.001	20	200	200	84	4,2	4,6	6,0	2,76	2,52
011L	405	CREC.002	28	200	200	100	6,8	6,4	7,8	2,74	2,91
011L	405	CREC.001	17	200	200	96	4,0	3,8	4,8	2,68	2,82
049L	706	CREC.001	26	200	200	88	6,2	5,8	7,3	2,68	2,86
049L	706	CREC.001	21	200	200	100	4,3	4,6	5,7	2,63	2,46
048L	706	APRO.001	21	200	200	100	4,6	4,4	6,0	2,51	2,63
077L	419	CREC.001	43	200	200	76	6,5	9,0	11,2	2,51	1,81
048L	706	REBROT01	14	-	-	100	3,4	2,9	4,5	2,49	2,91
173L	434	CREC.002	21	200	100	92	3,6	4,3	5,2	2,46	2,06
011L	405	CREC.002	47	200	200	88	8,5	9,6	11,9	2,45	2,17
173L	434	CREC.001	21	200	100	96	3,5	4,2	5,3	2,40	2,00
077L	419	CREC.002	20	200	200	96	3,5	4,0	5,8	2,40	2,10
173L	434	CREC.005	21	200	100	100	3,7	4,2	5,2	2,40	2,11
173L	434	CREC.004	21	200	100	100	3,7	4,2	5,4	2,40	2,11
015L	406	CREC.001	16	200	200	95	2,8	3,1	3,7	2,33	2,10
100L	405	CREC.001	22	200	200	97	5,1	4,1	6,4	2,24	2,78
099L	405	CREC.002	34	200	200	67	6,9	6,3	7,5	2,22	2,44
011L	405	CREC.001	33	200	200	92	6,1	6,1	7,4	2,22	2,22
173L	434	CREC.003	68	200	100	52	7,8	12,5	13,8	2,21	1,38
011L	405	CREC.001	28	200	200	96	5,4	5,1	6,1	2,19	2,31
049L	706	CREC.001	44	200	200	88	7,0	8,0	10,1	2,18	1,91
049L	706	CREC.002	26	200	200	92	5,1	4,7	6,4	2,17	2,35
049L	706	CREC.001	36	200	200	88	6,7	6,5	7,9	2,17	2,23
015L	406	CREC.001	29	200	200	95	4,7	5,2	6,1	2,15	1,94
022L	408	CREC.001	17	200	200	98	2,7	3,0	5,5	2,12	1,91
099L	405	CREC.001	34	200	300	100	6,0	5,9	7,0	2,08	2,12
011L	405	CREC.002	60	200	200	88	9,3	10,1	12,3	2,02	1,86
173L	434	CREC.002	68	200	100	52	7,7	11,3	13,4	1,99	1,36
015L	406	CREC.001	44	200	200	95	6,3	7,3	8,5	1,99	1,72
048L	706	APRO.002	32	200	200	100	6,2	5,3	6,5	1,99	2,33
011L	405	CREC.002	71	200	200	84	9,4	11,7	13,3	1,98	1,59
015L	406	CREC.001	35	200	200	95	5,0	5,7	6,7	1,95	1,71
173L	434	CREC.005	68	200	100	60	7,8	11,0	11,9	1,94	1,38
156L	422	E250X250	43	250	250	85	6,7	6,8	10,4	1,90	1,87
011L	405	CREC.001	47	200	200	92	7,0	7,4	9,0	1,89	1,79

continuación Cuadro A1

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
153L	426	EN-BOLSA	20	200	200	100	0,0	3,1	3,5	1,86	-
100L	405	CREC.001	33	200	200	97	6,0	5,1	7,8	1,85	2,18
015L	406	CREC.001	24	200	200	95	3,4	3,7	4,6	1,85	1,70
099L	405	CREC.002	45	200	200	67	7,8	6,9	8,7	1,84	2,08
173L	434	CREC.004	68	200	100	56	6,6	10,3	11,6	1,82	1,16
011L	405	CREC.002	82	200	200	84	9,7	12,4	13,6	1,81	1,42
049L	706	CREC.002	36	200	200	88	5,9	5,4	7,1	1,80	1,97
057L	508	CREC.008	12	200	200	96	0,0	1,8	2,2	1,80	-
015L	406	CREC.001	56	200	200	95	7,1	8,3	10,2	1,78	1,52
049L	706	CREC.001	59	200	200	88	7,5	8,7	10,6	1,77	1,53
022L	408	CREC.001	24	200	200	98	3,1	3,5	6,4	1,75	1,55
048L	706	REBROT01	22	-	-	100	4,1	3,2	5,3	1,75	2,24
049L	706	CREC.002	44	200	200	88	6,2	6,4	8,2	1,75	1,69
156L	422	E250X250	32	250	250	86	4,9	4,6	7,3	1,73	1,84
049L	706	CREC.002	21	200	200	96	3,1	3,0	4,6	1,71	1,77
099L	405	CREC.001	45	200	300	100	6,4	6,4	7,3	1,71	1,71
022L	408	CREC.001	12	200	200	99	2,2	1,7	3,2	1,70	2,20
173L	434	CREC.001	68	200	100	64	6,3	9,5	11,1	1,68	1,11
156L	422	E200X200	43	200	200	93	5,3	6,0	8,9	1,67	1,48
100L	405	CREC.001	44	200	200	94	6,5	6,1	8,7	1,66	1,77
156L	422	E200X200	32	200	200	95	4,1	4,4	6,0	1,65	1,54
022L	408	CREC.001	33	200	200	98	4,2	4,5	7,4	1,64	1,53
011L	405	CREC.001	60	200	200	92	7,3	8,1	11,1	1,62	1,46
156L	422	E200X300	43	200	300	81	5,8	5,8	8,1	1,62	1,62
156L	422	E300X300	43	300	300	86	6,2	5,8	9,7	1,62	1,73
153L	426	EN-BOLSA	33	200	200	100	5,2	4,4	4,8	1,60	1,89
156L	422	E300X300	18	300	300	92	0,0	2,4	2,7	1,60	-
015L	406	CREC.001	68	200	200	90	7,7	9,0	11,3	1,59	1,36
099L	405	CREC.002	56	200	200	67	7,7	7,4	8,8	1,59	1,65
153L	426	EN-BOLSA	44	200	200	100	6,5	5,8	6,5	1,58	1,77
049L	706	CREC.001	67	200	200	88	7,3	8,8	10,3	1,58	1,31
048L	706	REBROT02	26	-	-	94	4,5	3,4	5,5	1,57	2,08
076L	418	CREC.002	25	200	200	91	3,1	3,2	6,3	1,54	1,49
048L	706	APRO.003	48	200	200	100	7,3	6,1	7,1	1,53	1,83
011L	405	CREC.001	71	200	200	92	7,2	8,9	11,0	1,50	1,22
099L	405	CREC.001	56	200	300	100	6,9	7,0	8,0	1,50	1,48
076L	418	CREC.002	12	200	200	93	1,8	1,5	2,9	1,50	1,80
156L	422	E300X300	32	300	300	86	4,2	4,0	7,2	1,50	1,58
113L	611	CREC.011	23	200	200	86	2,5	2,8	2,7	1,46	1,30
052L	603	CREC.004	19	150	150	94	2,5	2,3	3,7	1,45	1,58
100L	405	CREC.001	55	200	200	94	7,0	6,6	9,6	1,44	1,53
099L	405	CREC.002	67	200	200	67	8,0	8,0	9,2	1,43	1,43
100L	405	CREC.001	67	200	200	94	7,9	7,9	10,7	1,41	1,41
049L	706	CREC.002	59	200	200	88	7,0	6,9	9,0	1,40	1,42

continuación Cuadro A1.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
099L	405	CREC.001	67	200	300	100	7,0	7,7	8,5	1,38	1,25
057L	508	CREC.008	21	200	200	96	2,3	2,4	3,2	1,37	1,31
048L	706	APRO.004	59	200	200	100	7,5	6,7	8,2	1,36	1,53
048L	706	REBROT01	37	-	-	100	5,4	4,2	6,2	1,36	1,75
153L	426	EN-BOLSA	55	200	200	98	7,0	6,2	7,0	1,35	1,53
011L	405	CREC.001	82	200	200	92	7,6	9,2	11,5	1,35	1,11
156L	422	E250X250	18	250	250	89	0,0	2,0	3,2	1,33	-
049L	706	CREC.002	67	200	200	88	7,2	7,4	9,9	1,33	1,29
048L	706	REBROT01	45	-	-	92	5,2	4,9	7,8	1,31	1,39
099L	405	CREC.001	79	200	300	100	7,7	8,6	9,8	1,31	1,17
048L	706	REBROT02	34	-	-	94	4,8	3,7	5,9	1,31	1,69
022L	408	CREC.001	46	200	200	98	5,0	5,0	8,0	1,30	1,30
020L	703	CREC.003	38	-	-	88	3,9	4,1	5,5	1,29	1,23
049L	706	CREC.001	80	200	200	84	7,2	8,6	10,4	1,29	1,08
099L	405	CREC.002	93	200	200	55	10,0	9,9	11,1	1,28	1,29
099L	405	CREC.002	79	200	200	67	8,8	8,4	10,2	1,28	1,34
156L	422	E200X300	32	200	300	86	3,8	3,4	4,1	1,28	1,43
020L	703	CREC.002	38	-	-	70	3,5	4,0	5,0	1,26	1,11
153L	426	PSEUDOES	20	200	200	80	0,0	2,1	3,4	1,26	-
020L	703	CREC.003	46	-	-	88	4,1	4,8	6,4	1,25	1,07
166L	616	E300X300	68	200	200	87	6,5	7,0	8,3	1,24	1,15
022L	408	CREC.001	56	200	200	98	5,5	5,7	9,7	1,22	1,18
166L	616	E300X300	68	200	200	100	7,2	6,9	8,5	1,22	1,27
020L	703	CREC.001	38	-	-	100	3,2	3,8	4,9	1,20	1,01
020L	703	CREC.002	31	-	-	70	2,7	3,1	4,0	1,20	1,05
100L	405	CREC.001	81	200	200	96	8,6	8,1	11,1	1,20	1,27
052L	603	CREC.003	19	150	150	86	2,2	1,9	3,5	1,20	1,39
076L	418	CREC.001	12	200	200	92	1,5	1,2	1,1	1,20	1,50
166L	616	E300X300	68	200	200	94	8,3	6,8	8,0	1,20	1,46
020L	703	CREC.001	46	-	-	94	3,5	4,5	5,6	1,17	0,91
057L	508	CREC.008	36	200	200	89	3,7	3,5	3,8	1,17	1,23
020L	703	CREC.003	31	-	-	88	2,8	3,0	4,1	1,16	1,08
049L	706	CREC.002	80	200	200	84	7,4	7,7	10,1	1,16	1,11
076L	418	CREC.001	25	200	200	88	2,3	2,4	2,8	1,15	1,10
166L	616	E200X200	68	200	200	81	6,2	6,5	7,7	1,15	1,09
156L	422	E200X200	18	200	200	97	0,0	1,7	2,2	1,13	-
166L	616	E300X200	68	200	200	100	7,1	6,4	7,6	1,13	1,25
166L	616	E300X100	68	200	200	75	6,1	6,4	7,4	1,13	1,08
153L	426	SIEM-DIR	44	200	200	61	4,5	4,1	5,1	1,12	1,23
166L	616	E250X250	68	200	200	87	6,7	6,3	7,4	1,11	1,18
166L	616	E200X200	68	200	200	68	6,3	6,3	7,3	1,11	1,11
049L	706	CREC.001	92	200	200	72	7,8	8,4	10,9	1,10	1,02
153L	426	PSEUDOES	33	200	200	79	4,3	3,0	4,8	1,09	1,56
020L	703	CREC.002	46	-	-	64	3,9	4,1	5,9	1,07	1,02

continuación Cuadro A1.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Ait. Total (m/año)	IMA cm DCM (cm/año)
153L	426	PSEUDOES	44	200	200	81	5,5	3,9	6,1	1,06	1,50
020L	703	CREC.001	61	-	-	53	4,1	5,4	6,3	1,06	0,81
020L	703	CREC.003	61	-	-	88	4,4	5,4	6,9	1,06	0,87
166L	616	E300X100	68	200	200	87	4,8	6,0	6,9	1,06	0,85
166L	616	E250X250	68	200	200	75	7,6	6,0	7,4	1,06	1,34
006L	701	CREC.001	76	-	-	100	8,2	6,7	9,2	1,06	1,29
020L	703	CREC.003	25	-	-	88	2,1	2,2	3,1	1,06	1,01
020L	703	CREC.002	25	-	-	70	1,9	2,2	3,0	1,06	0,91
099L	405	CREC.001	93	200	300	100	7,8	8,1	10,3	1,05	1,01
049L	706	CREC.002	92	200	200	76	7,5	8,0	10,9	1,04	0,98
166L	616	E300X200	68	200	200	86	9,2	5,9	7,3	1,04	1,62
153L	426	PSEUDOES	55	200	200	72	6,1	4,7	6,9	1,03	1,33
166L	616	E300X200	68	200	200	87	5,6	5,8	7,4	1,02	0,99
166L	616	E300X200	68	200	200	93	5,7	5,8	7,2	1,02	1,01
166L	616	E200X200	68	200	200	87	5,9	5,8	7,2	1,02	1,04
111L	609	CREC.003	26	150	150	84	2,4	2,2	2,4	1,02	1,11
166L	616	E300X300	32	200	200	94	3,1	2,7	4,3	1,01	1,16
081L	708	CREC.005	19	200	200	86	0,0	1,6	--	1,01	-
099L	405	CREC.002	104	200	200	55	11,0	8,7	12,3	1,00	1,27
153L	426	SIEM-DIR	55	200	200	50	5,4	4,6	5,9	1,00	1,18
020L	703	CREC.002	61	-	-	64	4,3	5,1	7,1	1,00	0,85
156L	422	E200X300	18	200	300	91	0,0	1,5	1,6	1,00	-
166L	616	E300X100	68	200	200	87	5,4	5,6	6,7	0,99	0,95
166L	616	E300X300	68	200	200	100	7,3	5,6	7,2	0,99	1,29
166L	616	E250X250	68	200	200	93	6,6	5,6	7,1	0,99	1,16
048L	706	REBROT04	32	-	-	63	2,9	2,6	3,7	0,98	1,09
166L	616	E300X100	68	200	200	87	5,3	5,5	7,1	0,97	0,94
166L	616	E200X200	68	200	200	93	5,6	5,5	7,7	0,97	0,99
020L	703	CREC.001	31	-	-	100	2,2	2,5	3,5	0,97	0,85
020L	703	CREC.003	15	-	-	100	0,0	1,2	2,2	0,96	-
153L	426	SIEM-DIR	20	200	200	69	0,0	1,6	1,6	0,96	-
020L	703	CREC.003	69	-	-	88	4,4	5,5	7,1	0,96	0,77
153L	426	SIEM-DIR	33	200	200	66	3,2	2,6	3,1	0,95	1,16
166L	616	E200X200	32	200	200	82	2,6	2,5	3,3	0,94	0,98
111L	609	CREC.003	13	150	150	89	0,0	1,0	1,0	0,92	-
166L	616	E250X250	68	200	200	93	5,2	5,2	6,6	0,92	0,92
052L	603	CREC.004	12	150	150	94	0,0	0,9	1,6	0,90	-
048L	706	REBROT02	59	-	-	94	5,2	4,4	7,0	0,89	1,06
099L	405	CREC.002	116	200	200	55	10,4	8,6	13,1	0,89	1,08
020L	703	CREC.002	69	-	-	64	4,5	5,1	7,2	0,89	0,78
020L	703	CREC.002	15	-	-	100	0,0	1,1	2,0	0,88	-
006L	701	CREC.001	86	-	-	100	8,2	6,2	9,9	0,87	1,14
048L	706	REBROT03	43	-	-	81	3,7	3,1	4,4	0,87	1,03
020L	703	CREC.001	25	-	-	100	1,6	1,8	2,7	0,86	0,77

continuación Cuadro A1

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
166L	616	E300X200	32	200	200	92	2,6	2,3	3,2	0,86	0,98
020L	703	CREC.003	21	-	-	100	-	1,5	2,4	0,86	-
048L	706	REBROT01	70	-	-	92	4,9	4,9	7,4	0,84	0,84
100L	405	CREC.001	92	200	200	90	9,1	6,4	12,0	0,83	1,19
099L	405	CREC.001	104	200	300	100	7,8	7,2	11,2	0,83	0,90
166L	616	E300X100	32	200	200	86	2,3	2,2	3,5	0,83	0,86
052L	603	CREC.003	12	150	150	96	0,0	0,8	1,5	0,80	-
153L	426	RAIZ-DES	33	200	200	64	3,1	2,2	3,0	0,80	1,13
166L	616	E250X250	32	200	200	87	2,7	2,1	3,1	0,79	1,01
100L	405	CREC.001	104	200	200	90	8,8	6,8	12,6	0,78	1,02
153L	426	RAIZ-DES	20	200	200	71	0,0	1,3	1,9	0,78	-
006L	701	CREC.001	97	-	-	100	8,6	6,3	8,2	0,78	1,06
099L	405	CREC.001	116	200	300	100	7,6	7,5	12,0	0,78	0,79
153L	426	RAIZ-DES	44	200	200	62	3,8	2,8	3,8	0,76	1,04
020L	703	CREC.002	21	-	-	100	0,0	1,3	2,4	0,74	-
153L	426	RAIZ-DES	55	200	200	58	4,5	3,4	4,6	0,74	0,98
020L	703	CREC.001	15	-	-	100	0,0	0,9	1,6	0,72	-
020L	703	CREC.001	21	-	-	100	0,0	1,1	1,9	0,63	-
053L	604	CREC.002	19	150	150	83	0,0	0,9	0,7	0,57	-
081L	708	CREC.013	19	200	200	66	0,0	0,8	0,2	0,51	-
166L	616	E300X300	21	200	200	95	0,0	0,8	1,5	0,46	-
053L	604	CREC.002	11	150	150	96	0,0	0,4	0,6	0,44	-
166L	616	E200X200	21	200	200	84	0,0	0,7	1,2	0,40	-
166L	616	E300X100	21	200	200	86	0,0	0,7	1,2	0,40	-
166L	616	E300X200	21	200	200	92	0,0	0,7	1,6	0,40	-
166L	616	E250X250	21	200	200	87	0,0	0,6	0,9	0,34	-
060L	606	CREC.001	16	100	100	77	0,0	0,4	0,8	0,30	-
173L	434	CREC.005	12	200	100	100	0,0	0,2	0,2	0,20	-
081L	708	CREC.013	12	200	200	94	0,0	0,2	0,2	0,20	-
173L	434	CREC.001	12	200	100	96	0,0	0,2	0,3	0,20	-
173L	434	CREC.002	12	200	100	96	0,0	0,2	0,2	0,20	-
173L	434	CREC.003	12	200	100	100	0,0	0,2	0,3	0,20	-
173L	434	CREC.004	12	200	100	100	0,0	0,2	0,3	0,20	-
111L	609	CREC.003	10	150	150	89	0,0	0,7	0,6	-	-
048L	706	REBROT01	5	-	-	100	2,9	2,2	2,9	-	-
112L	610	CREC.001	3	150	150	53	0,0	0,4	0,8	-	-
108L	608	CREC.001	5	150	150	100	0,0	0,8	1,6	-	-
052L	603	CREC.003	1	150	150	84	0,0	0,2	0,3	-	-
100L	405	CREC.001	9	200	200	97	2,2	1,8	3,4	-	-
052L	603	CREC.004	1	150	150	96	0,0	0,3	0,3	-	-
056L	507	CREC.001	3	200	200	80	0,0	0,2	0,2	-	-
052L	603	CREC.004	3	150	150	96	0,0	0,4	0,6	-	-
022L	408	CREC.001	79	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
113L	611	CREC.011	3	200	200	97	0,0	0,5	0,5	-	-

continuación Cuadro A1

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
111L	609	CREC.003	3	150	150	89	0,0	0,5	0,6	-	
113L	611	CREC.011	33	200	200	86	0,0	0,0	-	-	
070L	507	CREC.001	6	100	100	51	0,0	0,2	0,1	-	
059L	707	CREC.003	3	200	200	89	0,0	0,1	0,1	-	
084L	508	CREC.001	7	80	80	58	0,0	0,3	0,5	-	
060L _{b5-51}	606	CREC.001	3	100	100	94	0,0	0,3	0,6	-	
070L	507	CREC.001	3	100	100	67	0,0	0,1	0,1	-	
069L	509	CREC.002	3	200	200	39	0,0	0,1	-	-	
028L	411	CREC.020	1	200	200	78	0,0	2,1	2,7	-	
060L _{b5-51}	606	CREC.001	7	100	100	82	0,0	0,4	0,7	-	
053L	604	CREC.002	5	150	150	97	0,0	2,8	4,4	-	
060L	606	CREC.001	1	100	100	94	0,0	0,3	0,6	-	
059L	707	CREC.003	6	200	200	86	0,0	0,1	0,1	-	
076L	418	CREC.001	6	200	200	97	0,0	0,8	0,9	-	
115L _{r-h-5}	612	CREC.001	2	150	150	95	0,0	0,4	0,5	-	
114L _h	612	CREC.001	2	200	200	100	0,0	0,4	0,5	-	
053L	604	CREC.002	2	150	150	96	0,0	0,3	0,4	-	
084L	508	CREC.002	7	80	80	72	0,0	0,5	1,5	-	
052L	603	CREC.003	37	150	150	74	0,0	0,0	-	-	
081L	708	CREC.005	1	200	200	71	0,0	0,1	0,2	-	
077L	419	CREC.001	6	200	200	92	0,0	1,0	1,9	-	
084L	508	CREC.002	3	80	80	80	0,0	0,3	0,6	-	
081L	708	CREC.005	12	200	200	75	0,0	0,0	-	-	
077L	419	CREC.001	8	200	200	88	0,0	1,6	2,8	-	
053L	604	CREC.002	1	150	150	100	0,0	0,3	0,5	-	
084L	508	CREC.001	3	80	80	73	0,0	0,2	0,2	-	
081L	708	CREC.013	2	200	200	99	0,0	0,4	0,7	-	
081L	708	CREC.013	5	200	200	94	0,0	0,4	1,0	-	
081L	708	CREC.005	5	200	200	58	0,0	0,3	-	-	
077L	419	CREC.002	6	200	200	96	0,0	0,9	1,5	-	
052L	603	CREC.004	5	150	150	96	0,0	0,5	0,8	-	
081L	708	CREC.005	2	200	200	64	0,0	0,1	0,2	-	
114L _{r-h-5}	612	CREC.001	6	200	200	97	0,0	0,4	-	-	
052L	603	CREC.003	5	150	150	100	0,0	0,5	1,2	-	
112L	610	CREC.001	7	150	150	53	0,0	1,2	1,3	-	
112L	610	CREC.001	33	150	150	50	0,0	0,0	-	-	
112L	610	CREC.001	22	150	150	50	0,0	0,0	-	-	
052L	603	CREC.003	3	150	150	94	0,0	0,4	0,7	-	
113L	611	CREC.011	8	200	200	89	0,0	0,7	0,8	-	
081L	708	CREC.013	1	200	200	100	0,0	0,3	0,6	-	
052L	603	CREC.004	45	150	150	86	0,0	0,0	-	-	
077L	419	CREC.002	8	200	200	96	0,0	1,5	2,6	-	
052L	603	CREC.004	37	150	150	86	0,0	0,0	-	-	
052L	603	CREC.003	45	150	150	74	0,0	0,0	-	-	

continuación Cuadro A1

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
060L	606	CREC.001	9	100	100	69	0,0	0,4	0,7	-	-
072L	512	ESPAC.11	13	160	160	55	0,0	0,0	-	-	-
058L	509	CREC.005	4	200	200	100	0,0	0,2	0,1	-	-
156L	422	E300X300	7	300	300	100	0,0	0,4	0,8	-	-
156L	422	E250X250	7	250	250	100	0,0	0,4	0,9	-	-
166L	616	E300X100	9	200	200	89	0,0	0,3	0,4	-	-
022L	408	CREC.001	1	200	200	100	0,0	0,3	0,6	-	-
156L	422	E200X200	7	200	200	100	0,0	0,4	0,8	-	-
020L	703	CREC.001	69	-	-	53	0,0	0,0	-	-	-
166L	616	E300X300	9	200	200	96	0,0	0,3	0,4	-	-
166L	616	E200X200	9	200	200	91	0,0	0,3	0,3	-	-
156L	422	E200X300	7	200	300	100	0,0	0,6	0,6	-	-
116L	612	CREC.001	6	100	100	95	0,0	0,3	0,3	-	-
056L	507	CREC.001	1	200	200	82	0,0	0,1	0,1	-	-
115L	612	CREC.001	6	150	150	96	0,0	0,6	0,7	-	-
166L	616	E300X200	9	200	200	97	0,0	0,4	0,6	-	-
072L	512	ESPAC.03	6	80	80	75	0,0	0,0	-	-	-
015L	406	CREC.001	4	200	200	100	0,0	1,0	1,4	-	-
153L	426	SIEM-DIR	9	200	200	80	0,0	2,2	2,3	-	-
022L	408	CREC.001	68	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
153L	426	RAIZ-DES	9	200	200	85	0,0	3,2	5,0	-	-
153L	426	PSEUDOES	9	200	200	99	0,0	5,1	11,1	-	-
153L	426	EN-BOLSA	9	200	200	100	0,0	7,6	7,9	-	-
127L	709	CREC.002	6	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.07	13	160	80	55	0,0	0,0	-	-	-
166L	616	E250X250	9	200	200	91	0,0	0,4	0,4	-	-
022L	408	CREC.001	5	200	200	99	0,0	0,9	1,9	-	-
120L	603	CERCA.03	3	150	100	97	0,0	0,3	0,5	-	-
116L	612	CREC.001	2	100	100	100	0,0	0,3	0,3	-	-
022L	408	CREC.001	2	200	200	100	0,0	0,5	1,1	-	-
072L	512	ESPAC.11	6	160	160	55	0,0	0,0	-	-	-
056L	507	CREC.001	6	200	200	80	0,0	0,2	0,3	-	-
057L	508	CREC.008	1	200	200	94	0,0	0,2	0,2	-	-
058L	509	CREC.005	2	200	200	100	0,0	0,1	0,1	-	-
072L	512	ESPAC.03	3	80	80	75	0,0	0,1	0,1	-	-
076L	418	CREC.002	6	200	200	97	0,0	1,1	3,0	-	-
072L	512	ESPAC.07	2	160	80	80	0,0	0,1	0,1	-	-
057L	508	CREC.008	5	200	200	96	0,0	1,2	1,6	-	-
076L	418	CREC.001	1	200	200	99	0,0	0,4	0,5	-	-
076L	418	CREC.001	3	200	200	98	0,0	0,6	0,7	-	-
058L	509	CREC.005	1	200	200	100	0,0	0,1	0,2	-	-
058L	509	CREC.005	11	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
057L	508	CREC.008	3	200	200	96	0,0	0,6	0,8	-	-
059L	707	CREC.003	1	200	200	100	0,0	0,1	0,1	-	-

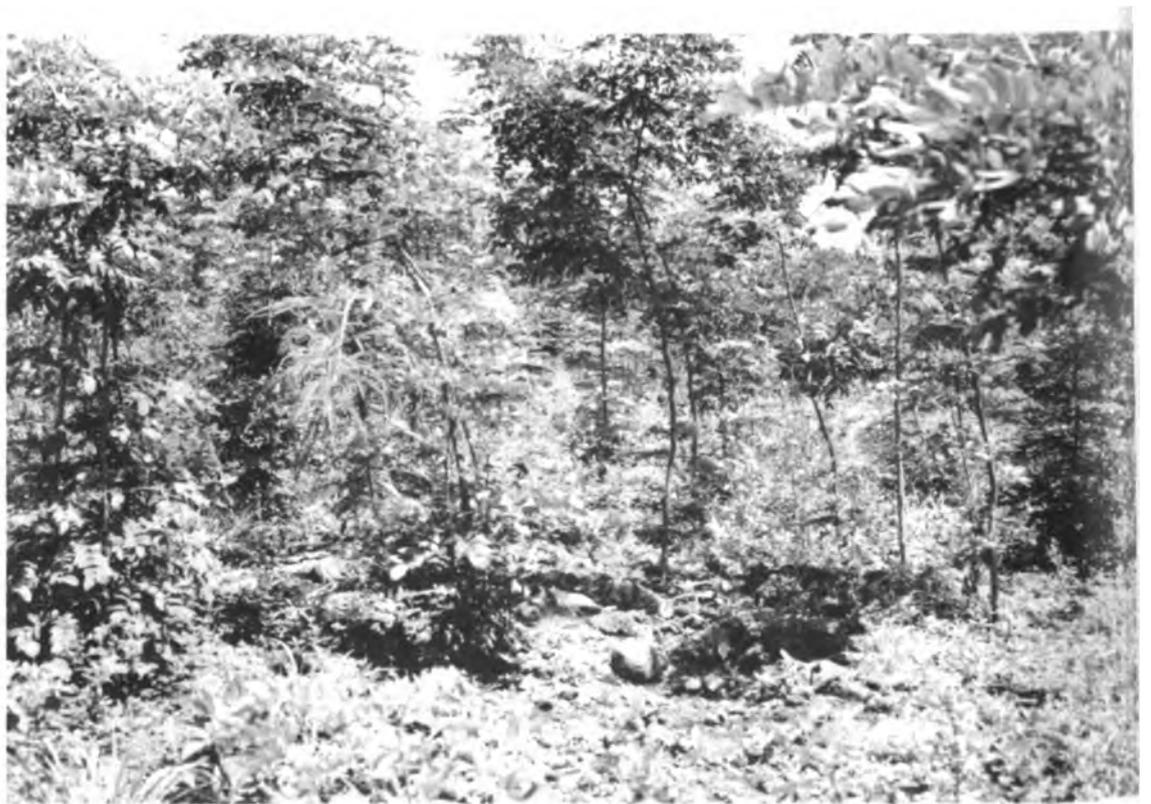
continuación Cuadro A1

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
075L	606	CREC.001	1	150	150	66	0,0	0,1	0,1	-	-
056L	507	CREC.001	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
074L	603	CREC.001	7	200	100	93	0,0	0,4	0,7	-	-
072L	512	ESPAC.07	3	160	80	57	0,0	0,1	0,1	-	-
072L	512	ESPAC.11	2	160	160	75	0,0	0,1	0,1	-	-
074L	603	CREC.001	1	200	100	92	0,0	0,4	0,6	-	-
072L	512	ESPAC.07	6	160	80	55	0,0	0,0	-	-	-
074L	603	CREC.001	4	200	100	94	0,0	0,4	0,7	-	-
072L	512	ESPAC.11	3	160	160	61	0,0	0,1	0,1	-	-
072L	512	ESPAC.03	13	80	80	75	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.03	2	80	80	81	0,0	0,1	0,1	-	-
076L	418	CREC.002	3	200	200	98	0,0	0,8	1,5	-	-
076L	418	CREC.002	1	200	200	98	0,0	0,4	0,6	-	-
076L	418	CREC.002	5	200	200	97	0,0	1,0	2,5	-	-
076L	418	CREC.001	5	200	200	98	0,0	0,7	0,8	-	-
111L	609	CREC.003	6	150	150	89	0,0	0,8	0,6	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Cerca viva de *Caesalpinia velutina* de 8 años de edad, en la Línea B-4 del Parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez.



Plantación de *Caesalpinia velutina* de 1.5 años de edad, en Huite, Zacapa, Región Oriental de Guatemala.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre Científico	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth Walpers.
Nombres Comunes	Madreado (Honduras), Madero negro (Costa Rica), Madrecacao (Guatemala), Mata ratón (Colombia), Coccoite (México). Otros nombres utilizados en la región son bala, balo, cacaonance, canté, palo de hierro, madero, sangre de drago y madrial, (CATIE. 1986).
Familia	Leguminosae (Papilionoideae).

Origen y Distribución

Gliricidia se distribuye naturalmente desde el Sur de México, América Central, hasta el norte de Sur América, crece bien en un amplio rango de condiciones de suelo y clima, aunque suelos con altos contenidos de arcilla o poca retención de humedad limitan su crecimiento. Es nativa de las zonas bajas de México y América Central, con una estación seca bien definida. Ha sido introducida en muchas zonas tropicales y naturalizada en el Norte de América del Sur, hasta Brasil, El Caribe, Hawaii, en el Oeste de Africa, India, Sri Lanka, Sureste de Asia incluyendo Tailandia, Filipinas, Indonesia y Australia (CATIE, 1991; CATIE, 1984; Queme. 1987).

Gliricidia es una especie que en su origen se encuentra en áreas desde el nivel del mar hasta 1600 m, pero principalmente abajo de 500 m precipitación entre 1500 m y 3000 m y más (CATIE, 1986; CATIE, 1991; Queme, 1987).

Descripción de la Especie

Gliricidia sepium es una árbol de porte pequeño a mediano, alcanza de 10 a 15 m de altura y generalmente de 40 cm o menos de diámetro. La corteza es delgada, lisa, blancuzca y de copa ancha a veces estrecha. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada. El tronco es de base recta, fuste normalmente torcido, sin espinas, con tallos múltiples originados cerca de la base. El número de tallos decrece con la edad debido a la autopoda (CATIE, 1991; CATIE, 1984; Mochiutti, 1995).

En zonas con una estación seca pronunciada, el árbol pierde las hojas cuando florece y en zonas húmedas sin estación de sequía, permanece con hojas durante todo el año y no florece, pero cuando lo hace no fructifica (CATIE.1986; Mochiutti, 1995).

Las flores son zigomorfas, papilionadas, en forma de guisantes, de 2 a 2,5 cm de largo, de color verde amarillento cuando nuevas y oscuras al madurar, y contienen de 3 a 10 semillas de color café oscuro o pardas (Mochiutti, 1995).

Frecuentemente se confunde con *Gliricidia maculata* o *Gliricidia guatemalensis*, sus nombres son utilizados como sinónimos pero según estudios recientes se trata de especies distintas, provenientes de diferentes zonas de origen (Mochiutti, 1995).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En su ámbito de distribución natural prevalece un clima sub-húmedo relativamente uniforme con temperaturas de 22 a 30 °C, con precipitaciones que van desde 500 a 1500 mm y más. En América Central se encuentra en planicies y en las faldas de las montañas hasta las 1600 msnm, pero principalmente abajo de 500 (Queme, 1987; CATIE. 1986).

Gliricidia sepium crece bien en suelos secos o húmedos, incluso en suelos que tienen una gran concentración calcárea, menos aquellos con mal drenaje interno (CATIE, 1992; CATIE, 1986).

Se adapta a gran variedad de suelos, incluye desde arenas puras, regosales pedregosas no estratificadas, hasta vertisoles negros profundos en su rango natural y ha sido cultivado en suelos desde arcillosos hasta franco arenosos. (CATIE, 1986; CATIE, 1991; Queme, 1987).

En Guatemala esta especie se ha visto crecer desde el nivel del mar sobre arena, soportando la salinidad, en la zona pacífica, Taxisco, Puerto de San José, Tecojate, Tahuexco, Churirín, etc, hasta alturas de 2000 m en Chimaltenango, con rangos de temperatura desde 16 hasta 30 °C. Así como en lugares con suelos pobres y afloramiento de rocas como en las zonas secas del oriente del país (Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa).

Principales Factores Limitantes

A pesar de que es una especie que se adapta con buenos crecimientos y rendimientos a condiciones de clima y suelo donde otras especies se les dificulta su crecimiento, se ha observado principalmente en la Costa Sur de Guatemala, el poco interés de los agricultores para cultivarla, especialmente en asocio con cultivos agrícolas a consecuencia, de que se ha detectado que *Gliricidia sepium* es hospedero de áfidos, pulgones y hormigas en alguna de sus etapas, que posteriormente atacan al cultivo del maíz y frijol.

Para su establecimiento y cultivo *Gliricidia sepium* no tolera suelos con mal drenaje interno y merma su crecimiento en suelos con altos contenidos de arcilla. (CATIE, 1986; CATIE, 1991; Queme, 1987). La especie es susceptible a malezas en su etapa inicial.

CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Esta leguminosa es muy conocida como árbol de cercos especialmente en fincas ganaderas, donde se ha plantado por estacas largas (más de 2 metros). La especie se utiliza como sombra de café y cacao. Se defolia casi totalmente durante la época seca. Produce leña de excelente calidad, mencionada como una de las especies preferidas en todos los países de América Central. 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 el fuego y rebrota después que la parte aérea haya sido quemada casi totalmente (CATIE, 1986).

Referente a los usos más frecuentes de esta especie, varios autores citados por Mochiutti (1995), las mencionan como Cercas Vivas, sombra de cultivos como cacao, té y café, soporte para cultivos como pimienta, flame y vainilla, producción de leña, carbón y madera para construcción pesada; forraje para bovinos, ovejas y cabras; cultivos en callejones; abono verde, uso medicinal, control de erosión, producción de miel y planta ornamental.

Frecuentemente es cultivada para un propósito particular, con los beneficios adicionales apreciados, pero no necesariamente demandados. También se ha utilizado en la fabricación de durmientes (CATIE, 1986). Los usos más difundidos en Guatemala de *Gliricidia sepium*, es como cercas vivas en potreros, a orillas de caminos y delimitando áreas o terrenos, leña, carbón, horcones de casa, postes vivos (brotón), horcones para secado de tabaco y otros, forraje para bovinos y cabras; en algunos lugares del oriente del país, la flor es comida por los humanos.

Wotowiec (1984) menciona que dentro de los usos domésticos, están la elaboración de estacas, cabos y mangos de herramientas, áperos de labranza y de escobas, carbón, uso medicinal y fertilizante foliar. Otros usos como producción de miel, sombra de cultivos (café, cacao) y en la Costa Sur (Suchitepéquez) se han extraído tablas para forrar casas rurales y fabricar muebles rústicos.

SILVICULTURA

Regeneración Natural

Se regenera naturalmente en terrenos pobres, libres de maleza o con poca competencia, debido a la alta producción de semillas, puede soportar períodos prolongados de sequía y germinar en suelos desnudos y pobres al inicio de las lluvias. En las zonas húmedas tropicales la regeneración natural es escasa o inexistente (CATIE, 1986).

Regeneración Artificial

Recolección de Semillas

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-pardusca, o cuando se inicia la dehiscencia de los primeros frutos; la semilla también puede colectarse directamente del suelo. Una vez colectadas, las vainas se ponen a secar al sol hasta que abren naturalmente. La semilla se puede almacenar hasta por un año en sitios frescos, en recipientes herméticos para evitar ataques de insectos y en cámaras frías por períodos más prolongados (CATIE, 1986).

En Guatemala la disponibilidad de semilla es alta, se recolecta manualmente, principalmente en la época de marzo a abril, se extrae la semilla de la vaina en forma manual. Las fuentes de obtención provienen de rodales naturales en Jutiapa, Chiquimula, Zacapa y Suchitupéquez; así como de algunas plantaciones establecidas por proyectos.

Producción en Vivero

Las semillas frescas tienen un porcentaje alto de germinación sin tratamiento pregerminativo. Las semillas de un año o más deben remojarse en agua a temperatura ambiente por 24 Hrs. La germinación se inicia generalmente a los tres días y puede extenderse hasta 10 a 12 días.

La germinación puede hacerse en germinadores de arena desinfectada, directamente en las bolsas o en bancales para producción de seudoestacas. En el caso de producción directa en bolsa, se colocan dos semillas con un repique posterior de selección cuando se presenta más de una planta. Aunque es una especie rústica, el repicado debe hacerse en forma cuidadosa evitando el secado de las raicillas. Se requiere riego durante las primeras etapas de crecimiento, pero luego se suspende para lograr lignificación (endurecimiento), antes de llevar al campo definitivo. También es usual realizar poda de los tallos para lograr la lignificación.

Establecimiento de la Plantación

Dependiendo del objetivo, las condiciones climáticas y edáficas y de la disponibilidad de material, la plantación se puede efectuar de diferente manera:

Siembra Directa

Es necesario utilizar de dos a tres semillas por postura, preferiblemente asociada con cultivos limpios o en terreno arado y asegurando un control adecuado de malezas en las primeras etapas de desarrollo. En densidades de plantación de 2500 árboles/ha o más, al cabo de un año las copas han cerrado y controlan la maleza. Diversas experiencias en América Central indican que la especie puede ser propagada por siembra directa, sin diferencias apreciables en crecimiento cuando se compara con otros tipos de plántulas (CATIE, 1986).

Propagación Vegetativa

Este sistema es uno de los más usados en América Central, principalmente para el establecimiento de cercas vivas, sombra y soporte, producción agrícola y cultivo en callejones (CATIE 1991)

Las estacas pueden ser cortadas en cualquier época del año, pero es mejor hacerlo al final del verano cuando el árbol está sin hojas y antes de la estación lluviosa (CATIE, 1991; CATIE, 1986).

Cercos Vivos

La especie es utilizada en la formación de cercos vivos, debido a la relativa facilidad de establecimiento y prendimiento a partir de estacas grandes de más de dos metros de longitud y diámetro de 4 a 12 cm. La base debe provenir de ramas de 18 a 24 meses de edad, sin importar la edad del árbol padre. Aunque es necesaria la presencia de humedad en el suelo (para facilitar el enraizamiento) los encharcamientos producen pudrición de la base.

Las ramas para producción de estacas deben cortarse a ras del fuste y luego prepararse para plantación. El corte de la base puede ser recto o en chaflán y en lo posible de un solo golpe de machete, tratando de producir poco daño en la corteza; el corte apical se hace en forma de chaflán (inclinado) para facilitar el escurrimiento del agua. Se desecha el material torcido o nudoso; se evitan estacas sobremaduras (con duramen rojizo) por la dificultad de prendimiento. La época para obtener las estacas es generalmente en el período de sequía y deben plantarse de preferencia el mismo día de su preparación; en caso de almacenarse, se guardan a la sombra de árboles. En zonas muy secas o en sitios donde no se dispone de estacas, se utiliza plántulas provenientes de vivero para la formación de los cercos vivos.

En cercos vivos se tienen varias opciones de manejo de los rebrotes; cortes sucesivos cada dos a tres meses para forraje o cortes cada dos años, para sacar nuevo material para cercos y leña; también es posible obtener varas para sostén de hortalizas.

Plantación

Es necesario un buen control de malezas antes de efectuar la plantación, la cual puede realizarse utilizando diferentes modalidades de cercos vivos, en franjas, plantación pura, en asocio con cultivos agrícolas o pastos y con diferentes tipos de plántula en bolsa, como pseudoestaca y bajo condiciones especiales, a raíz desnuda.

Distancia de Plantación

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

Las distancias de plantación según el objetivo de la misma, se han utilizado desde 0.75 m hasta 2 m en cercos vivos; desde 4 m x 4 m hasta 8,5 m x 8,5 m como sombra en plantaciones de café y cacao y desde 1 m x 1 m hasta 3 m x 3 m con varias combinaciones entre estos distanciamientos en plantaciones para leña. Distancias mayores a 1,5 m x 2 m producen los mayores incrementos en el crecimiento diamétrico (CATIE, 1991).

Mantenimiento de la Plantación

Control de Malezas

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.

Durante el período de establecimiento, en los dos primeros años, es recomendable realizar dos o tres chapeas, dependiendo del crecimiento de las malezas con uno o dos plateos, especialmente en el primer año. Una vez establecida la plantación, una o dos chapeas cada año son suficientes.

El mantenimiento puede hacerse en forma manual, mecánica o química, dependiendo de las condiciones del sitio, tamaño de la plantación, espaciamiento utilizado y mano de obra a utilizar y disponibilidad económica.

Preparación del Sitio para Plantar

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.

Luego de la chapea y quema inicial, se procede a marcar, utilizando cuerdas o varas con la distancia de plantación seleccionada, el punto de plantación se marca con macana, pala o con estacas. Después de la marcación se hacen los hoyos, su tamaño varía dependiendo del tipo de planta a utilizar (CATIE, 1991).

De acuerdo a la experiencia en la siembra directa se laboreo el suelo en platos de 50 a 100 cm de diámetro, aproximadamente; después de remover el suelo, en el centro, se colocan dos semillas por golpe a 3 cm de profundidad. Para árboles en bolsa, a raíz desnuda o en pseudoestaca, se deben hacer hoyos de 30 x 30 x 30 cm. Las plantas son colocadas en los hoyos hasta el cuello de la raíz apisonando bien la tierra a su alrededor.

Fertilización

No existe suficiente experiencia sobre dosis, épocas y métodos de aplicación. En algunas pocas experiencias realizadas en Nandayure y Hojancha, Costa Rica, sobre suelos Vertic Rhoduslalf, en parcelas individuales, aplicando 50 g/planta de N-P-K (10-30-10), en círculo alrededor de la planta al momento de la plantación, no se ha encontrado mayor crecimiento que en parcelas no fertilizadas durante los primeros dos años de edad.

En vivero ha respondido a la fertilización de tipo foliar, así como aplicaciones de N-P-K (10-30-10) en dosis de 1,0-1,5 g/planta. Se necesita aproximadamente 12 semanas para obtener plantas de 30 cm o más, aptas para la plantación en el campo definitivo (CATIE, 1986).

Sistemas Agroforestales

Esta especie por su rápido crecimiento, alto rango de adaptación y capacidad de rebrotar, se hace una de las preferidas para combinarlas en asocio con cultivos agrícolas, por los agricultores o finqueros de Guatemala, principalmente con pastos.

Cercos Vivos

La especie es utilizada en la formación de cercos vivos, debido a la relativa facilidad de establecimiento y prendimiento a partir de estacas grandes de más de dos metros de longitud y diámetros de 4 a 12 cm en la base. Es junto a otras especies como *Guazuma ulmifolia*, *Spondia* sp, *Jatropha curcas* y *Bursera simarouba*, muy utilizadas en la formación de cercas vivas. También se pueden establecer las cercas con plántulas provenientes de vivero, pseudoestaca, o siembra directa, siempre y cuando no sean dañadas por el ganado.

En la región oriental de Guatemala es muy común verla en cercas vivas delimitando terrenos, áreas de cultivo, en linderos de potreros y caminos; de igual manera en la Costa Sur.

El manejo que se le da a *Gliricidia sepium* en cerca viva es limpieza de malezas y podas. La biomasa que se obtiene de las podas se utiliza como leña, brotones para reforzar las cercas, cabos de herramienta, follaje para el ganado y alimento humano (flores).

Arboles para Sombra y Soporte

Además de conservar y mejorar el suelo, posee una copa ancha, de follaje fino, la cual permite que la luz se filtre, por lo tanto, puede ser utilizada como sombra transitoria o permanente en cacaotales, cafetales y té o como soporte vivo para vainilla, pimienta negra y flame (CATIE 1991).

Gliricidia sepium se ha utilizado en Guatemala como sombra para café en las comunidades de Cuilapa, Barberena y Santa María Ixtahuacán, en la zona Sur de Amatitlán, cerca a San Vicente Pacaya y en la zona de Coatepeque. Como sombra de cacao y soporte para pimienta gorda, se ha observado en plantaciones en Navajoa Morales, Izabal; en áreas de San José el Idolo Suchitepéquez, se ve intercalada en forma natural con *Inga* para sombra de café y cacao.

En Coatepeque en algunas fincas se observa mezclado con *Inga* y *Roseodendrum donnell-smithi* como sombra de café y cardamomo (*Alletaria cardamomo*).

Pero esta situación está cambiando debido a la introducción y utilización de *Inga* y *Grevillea* sp como sombra de protección de cultivos de café.

Huertos Familiares

Es fácil encontrarla junto a otras especies arbóreas de la familia de las Zapotáceas en los huertos familiares de San José el Idolo, San Bernardino y San Antonio en el Departamento de Suchitepéquez. Así como en la parte alta de Tiquisate y la Nueva Concepción. De ésta se obtiene leña, poste follaje, materia orgánica y producción de miel.

Cultivos en Callejones

El cultivo en callejones o en hileras, es un sistema en el que se siembran plantas alimenticias (maíz, frijol, etc), entre setos de plantas perennes leñosas. Los setos se recortan en el momento de la siembra y se mantienen podados hasta que se cosechan las plantas, para evitar que den sombra y para reducir la competencia con los cultivos.

La *Gliricidia*, utilizada en setos en contorno en laderas, así como en hileras en terrenos planos, ha demostrado ser un método barato y eficaz para controlar la erosión del suelo, mejorar su estructura y aumentar el rendimiento de los cultivos.

Aunque en Guatemala no existe mucha experiencia en cultivo en callejones, esta especie se puede encontrar en este sistema, pero en modalidad de banco forrajero como complemento dietético para el ganado bovino y caprino, principalmente, en áreas de Jutiapa y la Nueva Concepción en Escuintla.

En el área de El Progreso, Zacapa y Jutiapa, es utilizada en hileras en curvas a nivel, junto a estructuras de piedra o solas, para conservación de suelos.

Podas y raleos

Cercos Vivos

CATIE (1991), menciona que durante los primeros años se debe aplicar la poda de formación, antes de comenzar la poda de producción, que se inicia después de los cinco años, con la cual no sólo se produce forraje y leña, sino principalmente postes vivos para nuevas cercas.

En cercos vivos se tienen varias opciones de manejo de los rebrotes, cortes sucesivos cada dos a tres meses para forraje o cortes cada dos años para sacar nuevo material para cercos y leña; también es posible obtener varas para sostén de hortalizas.

En la poda selectiva, se dejan los brotes mejor formados para no entresacar demasiado el árbol y para aprovechamiento posterior.

Arboles para Sombra y Soporte

En algunos casos en Guatemala se efectúa una poda alta de formación, con la finalidad de extraer madera para forrar casas rurales y muebles rústicos. Las ramas podadas se utilizan como mulch, leña, tutores para cultivo y postes para cercas. Su cosecha puede ser durante la renovación del cafetal o antes. Su alta capacidad de rebrote y el rápido crecimiento de los mismos permiten ser utilizados como sombra del nuevo cafetal.

El raleo sólo se realiza a aquellos árboles indeseables cuando existe exceso de sombra.

Huertos Familiares

La poda es únicamente para la extracción de leña, varas para calzantes en la construcción de casas rurales, postes para cercas, tutores para cultivos, mangos para herramienta. De los rebrotes se extrae material para mangos de escobas. Se realiza en cualquier época del año según sea la necesidad.

Cultivo en Callejones

El manejo de los setos se realiza dependiendo de la etapa de crecimiento del cultivo asociado (CATIE, 1991). Mientras el cultivo crece, la *Gliricidia sepium* se debe podar cada cinco o seis semanas, para eliminar la sombra sobre el cultivo alimenticio. Conforme el cultivo agrícola madura la frecuencia de poda disminuye.

La poda se realiza a una altura entre 25 y 100 cm procurando no podar demasiado bajo o muy seguido para no provocar muerte en el seto (CATIE, 1991).

Cuando no hay cultivo (época de verano), la frecuencia de poda se suspende o dependerá del tipo de producto que se desee obtener de los árboles; más frecuente para forraje y menor frecuente para leña, postes y frutos (CATIE, 1991).

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Durante los 10 años de investigación del proyecto Leña y Madeleña se realizaron varias investigaciones sobre esta especie: eliminación de especies, procedencias, ensayos de aprovechamiento, manejo de rebrotes en diferentes condiciones de sitio, clima y suelos.

Se plantó desde los 100 msnm hasta los 1080 msnm; en diferentes tipos de zona de vida, con precipitaciones que van desde los 500 hasta los 3500 mm, y en diferentes tipos de suelos, tal como se muestra en los cuadros 1 y 2.

En el Cuadro 1, de Descripción de Sitios y Clima se nota que la zona de vida donde más se reportan estos ensayos, están en el me-S y bs-S. Zonas que presentan la mayoría de condiciones adversas de clima y suelos seguido de bmh-S(c) con condiciones más favorables en todo sentido.

En lo que respecta a los rangos de suelos donde se establecieron los ensayos, en el Cuadro 2 se observa por experimento, las diferentes propiedades físicas y químicas de los suelos, donde predominan los franco arenosos y francos. El pH varió desde 5.8 hasta los 7.5 en algunos horizontes en los sitios de Santa Rita.

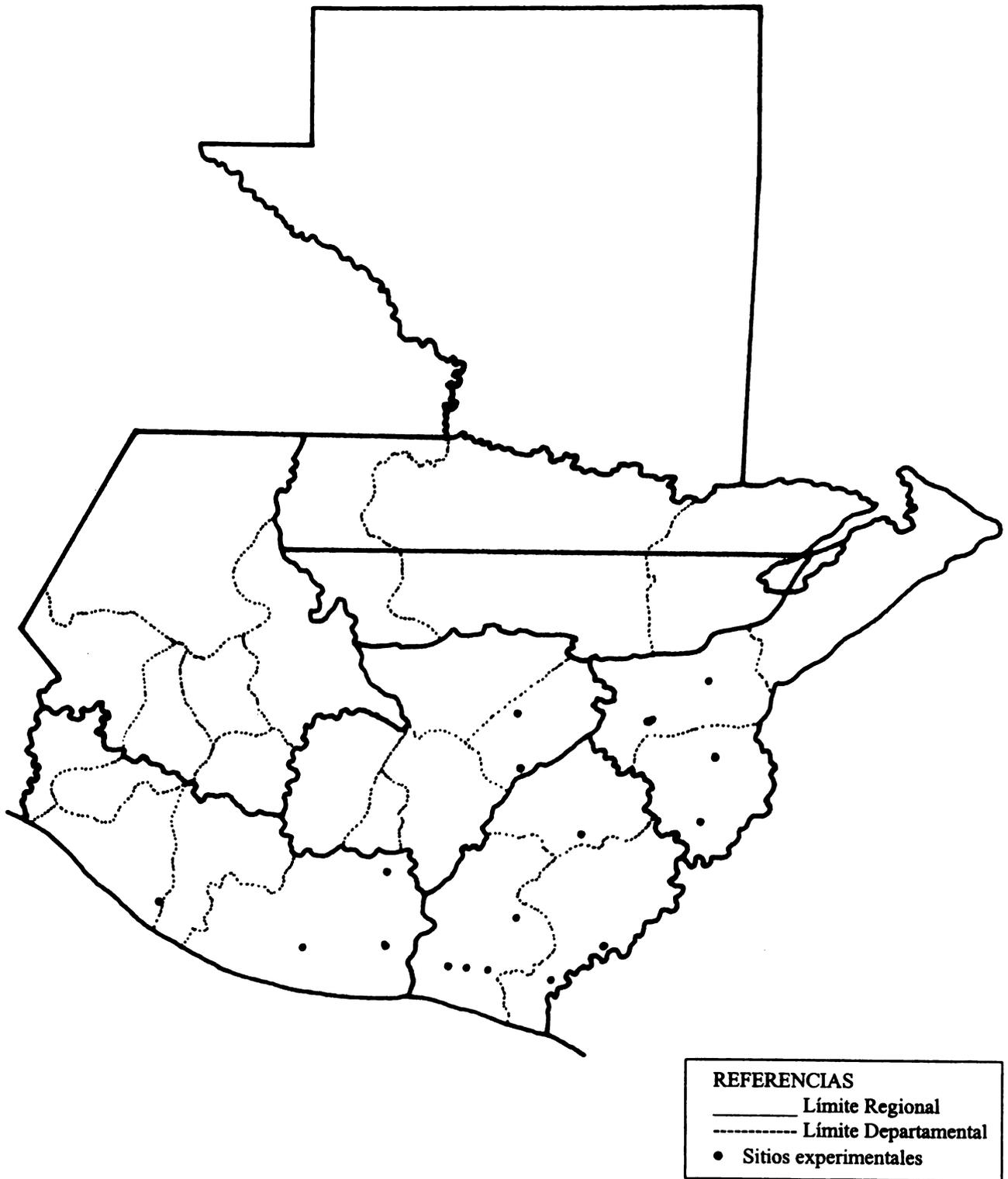


Figura 1

Ubicación de los sitios experimentales de *Gliricidia sepium* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña, Guatemala.

Cuadro 1. Características generales de los sitios y clima de los experimentos realizados con *Gliricidia sepium* en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
009L	403	1080	bh-S (f)	5	-	2249	Palín, Escuintla ✓
022L	408	100	bh-S (c)	10	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepequez ✓
025L	409	50	bmh-S(c)	0	-	1589	La Nueva Concepción, Escuintla ✓
028L	411	506	bmh-S(c)	0	-	4560	Bulbuxya, San Miguel Panám, Suchitepequez ✓
031L	505	774	bs-S	10	-	574	Santa Rita, Santa Rita, El Progreso ✓
034L	601	850	bs-S	5	-	1120	Campo Futbol, San Luis Jilotepeque, Jalapa ✓
041L	414	347	bmh-S(c)	0	28,1	3140	San Gabriel, Escuintla, Escuintla ✓
044L	415	100	bh-S(c)	0	-	1860	Cuyotenango, La Máquina, Suchitepequez ✓
045L	415	100	bh-S(c)	0	-	1860	Cuyotenango, La Máquina, Suchitepequez ✓
047L	705	129	bs-S	10	28,0	727	Gualán, Zacapa ✓
050L	407	347	bmh-S(c)	2	25,5	2654	Granja Penal, Escuintla ✓
051L	603	564	bs-S	0	-	1591	Atescatempa, Jutiapa ✓
056L	507	517	me-S	0	24,0	470	5 Km. Region V-li, Palo Amontonado, El Progreso ✓
057L	508	360	me-S	35	27,3	904	500 m. Morazán, El Progreso ✓
058L	509	517	me-S	0	21,0	470	1 Km. Tierra Blanca, Tierra Blanca, El Progreso ✓
059L	707	1000	bh-S(T)	0	21,0	1399	4 Km. Hacia El Norte, Concepción, Chiquimula ✓
060L	606	654	bs-S	25	-	1591	2 Km. Frontera, San Benito, Atescatempa, Jutiapa ✓
064L	507	517	me-S	0	24,0	470	5 Km. Region V-li, Palo Amontonado, El Progreso ✓
065L	508	360	me-S	35	27,3	904	500 m., Morazán, El Progreso ✓
069L	509	517	me-S	0	24,0	470	1 Km., Tierra Blanca, Tierra Blanca, El Progreso ✓
072L	512	517	me-S	25	24,0	470	1 Km., Santa Rita, Santa Rita, El Progreso ✓
074L	603	654	bs-S	0	-	1591	Atescatempa, Jutiapa ✓
075L	606	654	bs-S	25	-	1591	2 Km S.C., Frontera, San Benito, Atescatempa, Jutiapa ✓
081L	708	471	bs-S	60	30,0	979	4 Km. Jocotán, San Juan Ermita, Chiquimula ✓
098L	405	100	bh-S(c)	20	-	1860	La Máquina, Suchitepequez ✓
108L	608	620	bs-S	25	-	620	Atescatempa, Jutiapa ✓
109L	608	620	bs-S	25	-	620	Atescatempa, Jutiapa ✓
111L	609	640	bh-S(T)	40	24,3	2834	Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa ✓
113L	611	400	bmh-S(c)	10	-	2630	San Juan Tecuaco, Santa Rosa ✓
114L	612	10	bmh-S(c)	1	25,9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
115L	612	10	bmh-S(c)	1	25,9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
116L	612	10	bmh-S(c)	1	25,9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
117L	518	812	bs-S	-	-	22,9	3 Km., El Cementerio, Sanarate, El Progreso ✓
118L	411	506	bmh-S(c)	0	-	4560	Bulbuxya, San Miguel Panam, Suchitepequez ✓
119L	422	100	bh-S	0	-	1860	Cuyotenango, La Máquina, Suchitepequez ✓
130L	424	10	bmh-S	2	27,8	2346	5 Km., La Blanca, Coatepeque, Quetzaltenango ✓
179L	705	129	bh-S	10	28,0	727	Gualán, Zacapa ✓

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

La mayoría de los suelos donde fue evaluado *G. sepium*, lo constituyeron los medianamente pobres de materia orgánica. En el Cuadro 2 se presentan los datos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos donde se establecieron experimentos en Guatemala.

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Gliricidia sepium*, en Guatemala.

Código de Experimento.	No. de Sitio	No. de Perfil	No. De Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. CIC				Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
							meq/100 gr suelo							
009L	403	44	1	Fa	6,7	4,3	10,0	7,9	1,3	32,1	1080	0	5	Palín, Escuintla
009L	403	44	2	Fa	6,8	1,7	8,0	2,0	2,0	34,2	1080	5	23	Palín, Escuintla
009L	403	44	3	F	6,7	1,7	8,5	1,7	1,0	26,8	1080	23	33/35	Palín, Escuintla
009L	403	44	4	Fa	6,8	1,3	8,5	1,8	0,7	24,1	1080	33/35	43/45	Palín, Escuintla
009L	403	44	5	Fa	6,7	1,3	11,0	3,1	0,9	42,8	1080	43/45	74	Palín, Escuintla
009L	403	44	6	F	6,9	1,7	9,5	3,2	1,1	33,2	1080	+74	-	Palín, Escuintla
022L	408	2	1	FA FAL	6,8	3,7	19,0	4,2	2,1	30,0	50	0	9	La Máquina, Such.
022L	408	2	2	FA FAL	6,7	2,3	19,5	3,7	1,1	26,8	50	9	27	La Máquina, Such.
022L	408	2	3	AL	7,0	1,4	19,0	3,8	1,0	25,5	50	27	41	La Máquina, Such.
022L	408	2	4	A	7,0	0,9	16,5	3,9	1,1	26,8	50	41	65	La Máquina, Such.
022L	408	2	5	FA	7,1	0,5	14,5	4,1	1,0	25,2	-	+65	-	La Máquina, Such.
025L	409	54	1	FL	6,8	2,9	8,5	3,6	0,6	41,0	-	0	14	Nueva Concepción, Escntla.
025L	409	54	2	FL	7,2	1,5	5,0	2,4	0,7	40,4	-	14	27	Nueva Concepción, Escntla.
025L	409	54	3	FL	7,3	1,5	6,5	5,0	0,5	39,9	-	27	59	Nueva Concepción, Escntla.
025L	409	54	4	FL	7,4	1,0	6,0	6,7	0,3	37,3	506	+59	-	Nueva Concepción, Escntla.
028L	411	46	1	Fa	5,9	4,4	4,0	0,1	0,4	26,4	506	0	11	Fca Bulbuxya, S.M Panam
028L	411	46	2	aF Fa	6,0	0,5	3,0	0,8	0,1	23,1	506	11	36	Fca Bulbuxya, S.M Panam
028L	411	46	3	Fa	5,9	1,5	4,0	0,8	0,2	24,2	506	36	53	Fca Bulbuxya, S.M Panam
028L	411	46	4	Fa	6,1	1,0	4,0	0,8	0,3	26,8	506	53	63	Fca Bulbuxya, S.M Panam
028L	411	46	5	Fa	6,1	0,5	4,0	0,8	0,3	23,6	506	63	70	Fca Bulbuxya, S.M Panam
028L	411	46	6	Fa	6,2	2,0	0,5	0,8	0,6	27,8	500	+70	-	Fca Bulbuxya, S.M Panam
031L	505	27	1	Fa	6,9	3,8	11,0	3,5	0,2	25,7	500	0	5	Santa Rita, El Progreso
031L	505	27	2	Fa	7,3	2,1	10,0	2,2	0,1	26,8	500	5	35	Santa Rita, El Progreso
031L	505	27	3	Fa	7,5	0,4	12,0	1,6	0,0	25,7	820	35	47	Santa Rita, El Progreso
034L	601	18	1	A	6,7	1,7	22,5	7,0	0,2	46,0	820	0	18	San Luis Jilotepeque
034L	601	18	2	A	7,2	1,3	27,5	7,8	0,2	54,6	820	18	36	San Luis Jilotepeque
034L	601	18	3	A	7,4	1,3	25,5	7,4	0,2	50,3	50	36	47	San Luis Jilotepeque
041L	414	54	1	FL	6,8	2,9	8,5	3,6	0,6	41,0	50	0	14	Nueva Concepción, Escntla.
041L	414	54	2	FL	7,2	1,5	5,0	2,3	0,7	40,4	50	14	27	Nueva Concepción, Escntla.
041L	414	54	3	FL	7,3	1,5	6,5	5,0	0,5	39,9	50	27	59	Nueva Concepción, Escntla.
041L	414	54	4	FL	7,4	1,0	6,0	6,7	0,3	37,3	100	+59	-	Nueva Concepción, Escntla.
044L	415	11	1	F FL	7,0	4,9	11,5	2,6	1,4	30,0	100	0	19	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	2	F	7,1	2,7	15,5	3,5	1,0	26,7	100	19	30	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	3	F	7,2	1,3	12,5	2,9	1,1	24,6	100	30	45	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	4	F FL	7,1	1,3	14,6	3,3	1,2	25,6	100	45	64	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	5	F	7,2	1,3	13,0	2,5	1,1	23,5	100	64	83	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	6	F	7,3	0,9	12,0	2,2	0,7	22,5	100	83	96	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	7	F	7,3	0,9	13,5	2,5	0,6	20,8	100	96	110	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	8	F	7,3	0,9	13,0	2,4	0,6	20,2	100	110	124	Rogelio Sacol, La Máquina
044L	415	11	9	A	7,3	0,5	12,5	3,2	0,7	20,8	100	+124	-	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	1	F FL	7,0	4,9	11,5	2,6	1,4	30,0	100	0	19	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	2	F	7,1	2,7	15,5	3,5	1,0	26,7	100	19	30	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	3	F	7,2	1,3	12,5	2,9	1,1	24,7	100	30	45	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	4	F FL	7,0	1,3	14,5	3,3	1,2	25,6	100	45	64	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	5	F	7,2	1,3	13,0	2,5	1,1	23,5	100	64	83	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	6	F	7,3	0,9	12,0	2,2	0,7	22,5	100	83	96	Rogelio Sacol, La Máquina

045L	415	11	7	F	7,3	0,9	13,5	2,5	0,6	20,8	100	96	110	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	8	F	7,3	0,9	13,0	2,4	0,6	20,2	100	110	124	Rogelio Sacol, La Máquina
045L	415	11	9	A	7,3	0,5	12,5	3,2	0,7	20,8	100	+124	-	Rogelio Sacol, La Máquina
047L	705	20	1	F	6,4	3,0	6,0	3,4	0,6	22,5	129	0	11	Gualán, Zacapa
047L	705	20	2	F	6,7	0,4	8,0	4,7	0,7	27,8	129	11	23	Gualán, Zacapa
047L	705	20	3	F	7,2	0,4	7,0	4,5	0,7	29,4	129	23	32	Gualán, Zacapa
047L	705	20	4	F	7,5	0,2	7,0	4,8	1,0	29,4	129	+32	-	Gualán, Zacapa
050L	407	16	1	F	6,1	5,9	10,0	2,8	0,4	34,8	347	0	16	Granja Penal Canadá
050L	407	16	2	FA	6,2	3,0	8,5	2,4	0,2	30,5	347	16	29	Granja Penal Canadá
050L	407	16	3	A	6,3	2,1	7,0	2,2	0,2	31,6	347	29	44	Granja Penal Canadá
050L	407	16	4	A	6,5	1,3	6,0	2,2	0,2	31,0	347	44	60	Granja Penal Canadá
050L	407	16	5	A	6,6	0,9	6,0	2,8	0,2	25,7	347	+60	-	Granja Penal Canadá
051L	603	40	1	FA	6,2	6,8	25,2	7,0	0,7	44,9	620	0	18	El Retiro, Atescatempa
051L	603	40	2	FA	6,5	2,6	24,5	7,5	0,6	55,6	620	18	41	El Retiro, Atescatempa
051L	603	40	3	FA	6,3	2,1	13,5	7,5	0,6	45,5	620	41	60	El Retiro, Atescatempa
051L	603	40	4	FA	6,2	1,3	7,0	4,3	0,5	41,7	620	60	8	El Retiro, Atescatempa
051L	603	40	5	FA	6,4	0,4	13,0	2,5	0,4	38,5	620	+80	-	El Retiro, Atescatempa
056L	507	25	1	F	8,0	2,1	20,0	3,8	0,5	40,7	517	0	14	Palo Amontonado, Progreso
056L	507	25	2	F	8,2	1,7	24,0	4,0	0,2	56,0	517	14	50	Palo Amontonado, Progreso
056L	507	25	3	F	8,2	1,7	17,0	3,6	0,2	43,3	517	50	64	Palo Amontonado, Progreso
056L	507	25	4	F	8,3	1,3	29,0	5,5	0,2	41,7	517	64	123	Palo Amontonado, Progreso
056L	507	25	5	Fa	8,6	0,9	24,0	3,6	0,2	37,5	517	+123	-	Palo Amontonado, Progreso
057L	508	23	1	F	7,3	5,1	15,5	6,5	0,1	34,2	450	0	10	El Morral, El Progreso
057L	508	23	2	F	6,8	2,1	13,0	5,6	0,0	31,0	450	10	20	El Morral, El Progreso
057L	508	23	3	FL	6,7	1,3	13,5	7,2	0,1	36,4	450	20	27/41	El Morral, El Progreso
058L	509	24	1	FL	7,5	0,9	2,5	1,0	0,3	31,6	0	0	24	Tierra Blanca, El Prog.
058L	509	24	2	Fa	8,1	0,4	2,0	1,0	0,2	21,4	0	+247	-	Tierra Blanca, El Prog.
060L	606	58	1	FA	6,3	7,2	14,0	5,0	0,2	44,6	654	0	12	San Benito, Atescatempa
060L	606	58	2	aF	6,2	4,8	16,0	5,7	0,2	45,7	654	12	38	San Benito, Atescatempa
060L	606	58	3	AL FAL	6,3	3,8	18,5	7,0	0,2	48,3	654	38	56	San Benito, Atescatempa
060L	606	58	4	FA	6,5	2,9	15,5	6,6	0,2	46,2	654	+56	-	San Benito, Atescatempa
064L	507	25	1	F	8,0	2,1	20,0	3,8	0,5	40,7	517	0	14	Palo Amontonado, Progreso
064L	507	25	2	F	8,2	1,7	24,0	4,0	0,2	46,0	517	14	50	Palo Amontonado, Progreso
064L	507	25	3	F	8,2	1,7	17,0	3,6	0,2	43,3	517	50	64	Palo Amontonado, Progreso
064L	507	25	4	F	8,3	1,3	29,0	5,5	0,2	41,7	517	64	123	Palo Amontonado, Progreso
064L	507	25	5	Fa	8,6	0,9	24,0	3,6	0,2	37,5	517	+123	-	Palo Amontonado, Progreso
065L	508	23	1	F	7,3	5,1	15,5	6,5	0,1	34,2	450	0	10	El Morral, El Progreso
065L	508	23	2	F	6,8	2,1	13,0	5,6	0,0	31,0	450	10	20	El Morral, El Progreso
065L	508	23	3	FL	6,7	1,3	13,5	7,2	0,1	36,4	450	20	27/41	El Morral, El Progreso
069L	509	24	1	FL	7,5	0,9	2,5	1,0	0,3	31,6	0	0	24	Tierra Blanca, Progreso
069L	509	24	2	Fa	8,1	0,4	2,0	1,0	0,2	21,4	0	+24	-	Tierra Blanca, Progreso
072L	512	27	1	Fa	6,9	3,8	11,0	3,5	0,2	25,7	-	0	5	Santa Rita, Progreso
072L	512	27	2	Fa	7,3	2,1	10,0	2,2	0,1	26,8	-	5	35	Santa Rita, Progreso
072L	512	27	3	Fa	7,5	0,4	12,0	1,6	0,0	25,7	-	35	47	Santa Rita, Progreso
074L	603	37	1	F	6,4	5,1	21,5	7,5	0,7	42,8	620	0	11	El Retiro, Atescatempa
074L	603	37	2	Fa	6,5	1,7	20,0	5,8	0,4	41,7	620	11	38	El Retiro, Atescatempa
074L	603	37	3	FA	6,4	2,1	26,0	9,0	0,4	43,9	620	38	47	El Retiro, Atescatempa
074L	603	37	4	Fa	6,5	0,4	17,5	6,6	0,7	34,2	620	+47	-	El Retiro, Atescatempa
075L	606	58	1	FA	6,3	7,2	14,0	5,0	0,2	44,6	654,0	0	12	San Benito, Atescatempa
075L	606	58	2	aF	6,2	4,8	16,0	5,7	0,2	45,7	654,0	12	38	San Benito, Atescatempa

075L	606	58	3	AL FAL	6,3	3,8	18,5	7,0	0,2	48,3	654,0	38	56	San Benito, Atescatempa
075L	606	58	4	FA	6,5	2,9	15,5	6,6	0,2	46,2	654,0	+56	-	San Benito, Atescatempa
098L	405	5	1	FA	6,4	3,7	15,0	4,7	1,6	26,8	100,0	0	15	La Máquina, Such.
098L	405	5	2	FAL	6,8	3,2	17,0	4,8	1,0	27,3	100,0	15	29	La Máquina, Such.
098L	405	5	3	FAL	6,8	3,2	17,5	4,9	1,0	25,7	100,0	29	46	La Máquina, Such.
098L	405	5	4	FA FAL	7,0	3,2	17,5	4,7	0,9	25,7	100,0	46	72	La Máquina, Such.
098L	405	5	5	AL	6,8	1,8	13,5	3,6	0,7	24,6	100,0	72	89	La Máquina, Such.
098L	405	5	6	L	7,0	1,4	16,6	4,9	0,5	25,7	100,0	+89	-	La Máquina, Such.
108L	608	33	1	FL	6,5	5,9	13,0	4,9	1,0	40,1	0	0	18	Fosa Municipal, Atesca.
108L	608	33	2	FL	6,6	4,3	14,0	5,0	0,5	37,5	0	18	41	Fosa Municipal, Atesca.
108L	608	33	3	Fa	6,7	2,1	9,5	3,7	0,3	26,8	0	41	60	Fosa Municipal, Atesca.
108L	608	33	4	Fa	6,7	1,3	8,0	3,1	0,3	26,8	0	60	80	Fosa Municipal, Atesca.
108L	608	33	5	F FL	6,6	3,8	12,5	5,0	0,4	34,8	0	80	96	Fosa Municipal, Atesca.
108L	608	33	6	aF	6,8	0,9	4,0	1,7	0,4	24,1	0	+96	-	Fosa Municipal, Atesca.
109L	608	32	1	Fa	6,5	3,4	4,0	0,9	0,2	18,7	0	0	10	Fosa Municipal, Atesca.
109L	608	32	2	Fa	6,7	3,8	5,0	0,8	0,1	28,9	0	10	24	Fosa Municipal, Atesca.
109L	608	32	3	aF Fa	6,7	0,9	4,5	0,8	0,1	22,5	0	24	35	Fosa Municipal, Atesca.
109L	608	32	4	aF	6,8	0,2	4,0	0,9	0,2	20,3	0	+35	-	Fosa Municipal, Atesca.
113L	611	56	1	FA	6,2	5,3	11,0	3,0	0,6	30,5	400	0	20	Sn Juan Tecuaco, S.Rosa
113L	611	56	2	AL FAL	5,8	3,4	9,0	2,8	0,3	34,7	400	29	45	Sn Juan Tecuaco, S.Rosa
113L	611	56	3	FA	5,6	1,9	5,5	2,2	0,3	34,1	400	45	70	Sn Juan Tecuaco, S.Rosa
113L	611	56	4	A	5,5	1,5	6,0	2,6	0,1	26,3	400	+70	-	Sn Juan Tecuaco, S.Rosa
114L	612	59	1	F	6,5	2,4	6,5	2,0	0,5	30,5	0	0	10	Fca Chiquiguitan, Taxisco
114L	612	59	2	A	6,5	1,0	14,0	4,6	0,5	37,4	0	10	44	Fca Chiquiguitan, Taxisco
114L	612	59	3	FA	6,4	0,5	17,0	5,4	0,5	35,7	0	44	50	Fca Chiquiguitan, Taxisco
115L	612	59	1	F	6,5	2,4	6,5	2,0	0,5	30,5	0	0	10	Fca Chiquiguitan, Taxisco
115L	612	59	2	A	6,5	1,0	14,0	4,6	0,5	37,4	0	10	44	Fca Chiquiguitan, Taxisco
115L	612	59	3	FA	6,4	0,5	17,0	5,4	0,5	35,7	0	44	50	Fca Chiquiguitan, Taxisco
116L	612	59	1	D	6,5	2,4	6,5	2,0	0,5	30,5	0	0	10	Fca Chiquiguitan, Taxisco
116L	612	59	2	FA	6,5	1,0	14,0	4,6	0,5	37,4	0	10	44	Fca Chiquiguitan, Taxisco
116L	612	59	3	FA	6,4	0,5	17,0	5,4	0,5	35,7	0	44	50	Fca Chiquiguitan, Taxisco
118L	411	45	1	Fa	6,6	4,3	5,0	1,0	0,5	24,1	506	0	9	Fca Bulbuxya, S.M Panam
118L	411	45	2	Fa	6,2	2,1	4,5	0,5	0,7	26,8	506	9	17	Fca Bulbuxya, S.M Panam
118L	411	45	3	Fa	6,4	4,3	2,0	0,2	0,4	26,8	506	17	34	Fca Bulbuxya, S.M Panam
118L	411	45	4	aF	6,1	2,0	4,0	0,5	0,1	28,4	506	34	44	Fca Bulbuxya, S.M Panam
118L	411	45	5	a	6,3	1,0	1,0	0,3	0,1	22,6	506	+44	-	Fca Bulbuxya, S.M Panam
119L	422	8	1	FA	6,6	2,3	15,0	4,3	0,9	26,8	100	0	18	La Máquina, Such.
119L	422	8	2	A	6,6	0,9	16,5	5,5	0,4	26,2	100	8	26	La Máquina, Such.
119L	422	8	3	A	6,4	0,5	13,5	5,7	0,4	24,6	100	26	55	La Máquina, Such.
119L	422	8	4	AL	6,1	0,5	12,0	6,0	0,4	25,2	100	55	85	La Máquina, Such.
119L	422	8	5	AL	6,0	0,5	12,0	6,7	0,4	26,8	100	85	107	La Máquina, Such.
119L	422	8	6	FA	6,3	0,5	13,0	6,4	0,3	25,7	100	107	125	La Máquina, Such.
119L	422	8	7	F	6,6	0,5	11,5	5,7	0,2	24,6	100	+125	-	La Máquina, Such.
130L	424	29	1	FA	6,4	2,1	7,5	1,8	1,1	22,5	10	0	15	Cooperativa
130L	424	29	2	AL	6,6	2,1	9,5	2,3	1,0	29,4	10	15	36	Cooperativa
130L	424	29	3	A	6,7	0,4	9,0	2,4	0,6	28,9	10	+36	-	Cooperativa

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

Según las evaluaciones de todos los estudios realizados por MADELEÑA, *Gliricidia sepium* es una de las especies que ha mostrado uno de los mejores comportamientos en la variable de sobrevivencia; tal y como se puede observar en el ensayo número 57 sobre comportamiento de 25 especies forestales para la producción de leña en la zona muy seca de Guatemala. Se observó una sobrevivencia del 96% a los tres años de edad, la procedencia de la semilla fue del BLSF * lote 2065. Bajo las mismas condiciones de sitio fue establecido el ensayo número 0651, de evaluación de ocho procedencias guatemaltecas de *Gliricidia sepium*, se puede apreciar que esta variable evaluada a los 1, 2, 3, 3.8 y 4.66 años presentó un porcentaje de sobrevivencia superior a los 95%, a excepción de La Máquina que mostró el 76% siendo la menor a los 4.65 años y la mayor fué la procedencia de San Luis Jilotepeque, Jalapa en 99% seguido de las procedencias de Gualán, Zacapa, Atescatempa y Jutiapa con 97% cada uno. La semilla utilizada para esta evaluación era proveniente del BLSF.

Para las condiciones de sitio de Atescatempa, Jutiapa donde existe una precipitación promedio de 620 mm, a una altura de 620 msnm con una zona de vida de bs-S_(c). Se evaluaron (ensayo 109), 12 procedencias de *Gliricidia sepium*, esta especie mostró un porcentaje de sobrevivencia arriba de los 75% a una edad de 2.75 años, donde la procedencia Vado Hondo de Chiquimula mostró la mayor con 89% seguido de los procedencias La Máquina y Suchitán de Asunción Mita con 86%. La procedencia que mostró los menores registros fué Concepción las Minas con 61%.

En el ensayo número 111 de comportamiento de 10 especies forestales para la producción de leña, en la cooperativa Las Cabezas, en Oratorio Santa Rosa, *Gliricidia sepium* mostró ser la tercera especie con mayor porcentaje de sobrevivencia con 81% abajo de *C. velutina* y *L. leucocephala* con 83% a los 3.0 años de edad. El ensayo fué establecido en un terreno con pendiente promedio de 4%, 640 msnm, 24 °C de temperatura y 1548 mm de precipitación anual.

Para la región de la Costa Sur esta especie ha demostrado ser una de las de mayor porcentaje de sobrevivencia tal y como lo muestran para la región desde Escuintla, hasta el parcelamiento La Máquina en Suchitepéquez donde se establecieron ensayos de evaluación de especies, de procedencias y de manejo de rebrotes; sitios donde la altura varió de 100 a 400 msnm, con precipitaciones de 1860 mm y temperaturas promedio de 27 a 30 °C.

Cuadro 3. Resumen de resultados de crecimiento de *Gliricidia sepium* en Guatemala, para edades seleccionadas.

Código Experimento	No. Sitio	Código Tratamiento	Edad meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura total(m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice Sitio
009L	403	CREC. 001	88	68	11,7	7,8	400	300	9,3	7,87
009L	403	CREC. 002	88	72	11,8	7,8	400	300	8,9	7,18
022L	408	CREC. 004	33	94	4,5	3,5	200	200	5,7	5,66
025L	409	CREC. 001	12	100	2,6	2,1	200	200	3,0	1,43
028L	411	CREC. 022	1	22	0,0	2,9	200	200	2,9	1,42
031L	505	CREC. 004	13	96	0,0	1,2	200	200	1,8	1,52
034L	601	CREC. 001	1	76	0,0	0,3	200	200	0,7	1,10
041L	414	CREC. 001	9	96	2,0	1,9	200	200	3,1	3,23
041L	414	CREC. 001	15	92	4,9	3,6	200	200	5,0	3,23
041L	414	CREC. 001	21	60	5,0	3,3	200	200	5,0	3,23
044L	415	CERCA. 01	56	70	9,9	5,2	200	100	7,8	6,83
045L	415	CERCA. 01	23	41	7,9	4,4	200	100	7,3	4,41
050L	407	CREC. 001	20	100	4,7	3,3	200	200	5,2	3,35
050L	407	CREC. 002	20	96	5,0	3,5	200	200	5,5	3,59

continúa Cuadro 3...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
050L	407	CREC. 003	20	96	6,0	4,1	200	200	4,7	3,39
050L	407	CREC. 004	20	96	4,3	2,8	200	200	4,3	3,02
050L	407	CREC. 005	20	96	4,8	2,6	200	200	4,7	3,39
050L	407	CREC. 006	20	100	5,2	3,4	200	200	5,1	3,98
050L	407	CREC. 007	20	100	4,8	3,0	200	200	4,8	3,24
050L	407	CREC. 008	20	100	4,2	2,7	200	200	4,2	3,02
050L	407	CREC. 009	20	100	5,1	3,3	200	200	5,4	4,78
051L	407	CREC. 002	19	96	2,8	2,6	200	200	3,4	2,38
056L	507	CREC. 024	6	96	0,0	0,4	200	200	-	0,79
057L	508	CREC. 011	36	96	5,1	3,5	200	200	4,0	3,43
058L	509	CREC. 018	11	100	0,0	0,0	200	200	0,8	1,02
059L	509	CREC. 006	6	92	0,0	0,5	200	200	0,8	1,02
060L	606	CREC. 003	16	75	0,0	1,0	200	100	1,4	1,35
064L	507	CREC. 001	40	83	2,7	1,8	200	200	3,2	2,94
064L	507	CREC. 002	40	94	2,7	1,7	200	200	2,4	2,25
064L	507	CREC. 003	40	75	0,0	1,0	200	200	0,9	0,92
064L	507	CREC. 004	40	70	2,8	1,7	200	200	1,9	1,83
064L	507	CREC. 005	40	86	2,6	1,7	200	200	1,9	1,86
064L	507	CREC. 006	40	66	3,8	1,8	200	200	1,5	1,48
064L	507	CREC. 007	40	73	2,6	1,7	200	200	1,8	1,72
064L	507	CREC. 008	40	62	2,8	1,5	200	200	1,6	1,57
065L	508	CREC. 001	69	94	6,9	4,5	200	200	-	4,61
065L	508	CREC. 002	69	94	6,0	4,1	200	200	5,6	4,36
065L	508	CREC. 003	69	80	5,1	3,6	200	200	5,5	3,68
065L	508	CREC. 004	69	98	7,2	4,6	200	200	5,8	4,65
065L	508	CREC. 005	69	85	7,0	4,8	200	200	5,8	4,36
065L	508	CREC. 006	69	68	6,3	4,1	200	200	-	4,15
065L	508	CREC. 007	69	90	6,0	4,6	200	200	5,9	5,39
065L	508	CREC. 008	69	92	5,8	4,3	200	200	5,6	4,86
069L	509	CREC. 003	3	74	0,0	0,1	200	200	-	0,00
072L	512	ESPC. 02	13	80	0,0	0,6	80	80	0,5	0,77
072L	512	ESPA. 06	13	82	0,0	0,6	160	80	0,6	0,83
072L	512	ESPA. 10	13	81	0,0	0,8	160	160	1,1	1,14
074L	603	CREC. 002	3	88	0,0	0,6	200	100	0,8	0,97
075L	606	CREC. 003	1	74	0,0	0,1	150	150	0,1	0,84
081L	708	CREC. 012	19	100	0,0	2,0	200	200	-	0,47
098L	405	CREC. 001	56	88	8,7	8,1	300	200	10,3	8,86
108L	608	CREC. 002	5	100	0,0	0,7	150	150	1,8	0,00
109L	608	1856.011	33	81	5,5	3,0	150	150	4,6	3,76
109L	608	1857.012	33	89	4,5	3,0	150	150	2,1	1,96
109L	608	1863,001	33	84	6,0	4,0	150	150	4,9	3,92
109L	608	1863,006	33	64	5,4	4,3	150	150	5,5	4,35
109L	608	1864,003	33	75	4,1	3,5	150	150	4,4	3,58

continúa Cuadro 3...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
109L	608	1864,007	33	75	4,4	3,1	150	150	3,7	3,11
109L	608	1866,005	33	78	4,5	3,2	150	150	4,0	4,35
109L	608	1868,004	33	86	6,8	4,8	150	150	5,6	4,44
109L	608	1868,001	33	86	5,3	3,7	150	150	5,0	4,01
109L	608	1871,009	33	83	5,1	3,4	150	150	3,0	2,63
109L	608	1874,008	33	78	4,9	3,6	150	150	3,0	3,76
111L	609	CREC.005	26	86	2,9	3,0	150	150	2,3	1,95
113L	611	CREC.005	23	73	2,8	3,0	200	200	3,2	2,44
114L	612	CREC.003	6	97	0,0	0,7	200	200	-	0,00
115L	612	CREC.004	6	93	0,0	0,8	150	150	1,1	1,16
116L	612	CREC.002	6	53	0,0	0,5	100	100	0,4	0,75
117L	518	1856,001	24	100	1,5	0,9	150	150	0,8	0,90
117L	518	1857,002	24	100	1,6	0,9	150	150	1,2	1,18
117L	518	1859,003	24	97	1,4	0,8	150	150	0,9	0,95
117L	518	1861,004	24	97	1,4	0,7	150	150	1,0	1,03
117L	518	1863,005	24	97	1,9	0,7	150	150	1,0	1,03
117L	518	1864,006	24	100	1,5	0,6	150	150	0,5	0,67
117L	518	1865,007	24	97	1,2	0,5	150	150	0,5	0,64
117L	518	1866,008	24	100	1,6	0,9	150	150	0,9	1,00
117L	518	1868,009	24	100	2,1	1,1	150	150	1,3	1,28
117L	518	1869,010	24	97	2,0	0,8	150	150	0,7	0,81
117L	518	1871,011	24	95	1,2	0,8	150	150	1,2	1,23
117L	518	1874,012	24	100	1,4	0,8	150	150	0,9	0,95
118L	411	1856,011	23	94	4,1	1,9	150	150	3,2	2,45
118L	411	1857,012	23	99	4,4	2,0	150	150	4,9	3,30
118L	411	1859,002	23	96	3,3	2,2	150	150	3,3	2,47
118L	411	1861,001	23	100	4,3	1,8	150	150	2,4	1,98
118L	411	1863,006	23	99	3,6	1,7	150	150	3,3	2,49
118L	411	1864,003	23	97	3,8	1,3	150	150	1,6	1,51
118L	411	1865,007	23	94	3,1	1,3	150	150	1,5	1,44
118L	411	1866,005	23	99	4,2	2,0	150	150	3,0	2,33
118L	411	1868,004	23	99	5,1	2,3	150	150	4,5	3,11
118L	411	1869,010	23	97	4,3	2,2	150	150	3,4	2,53
118L	411	1871,009	23	96	3,8	1,7	150	150	2,5	2,06
118L	411	1874,008	23	99	5,1	2,2	150	150	3,6	2,63
119L	422	1856,002	23	100	3,3	1,7	150	150	3,1	2,38
119L	422	1857,011	23	100	4,0	2,3	150	150	3,6	2,63
119L	422	1859,008	23	95	3,2	1,6	150	150	1,9	1,66
119L	422	1861,006	23	89	2,9	1,5	150	150	1,2	1,21
119L	422	1863,001	23	92	3,4	1,8	150	150	2,9	2,29
119L	422	1864,003	23	100	4,5	1,5	150	150	2,5	2,02
119L	422	1865,004	23	97	2,7	1,3	150	150	2,1	1,82
119L	422	1866,005	23	97	3,7	1,7	150	150	2,7	2,14
119L	422	1868,009	23	100	4,6	2,5	150	150	4,2	4,96
119L	422	1869,010	23	89	3,3	1,6	150	150	1,6	1,51
119L	422	1871,012	23	97	2,8	1,3	150	150	2,0	1,76

continúa Cuadro 3...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
119L	422	1874,007	23	97	4,2	1,9	150	150	3,1	2,38
130L	424	CERCA.02	21	94	6,8	4,1	100	100	5,9	3,59
179L	705	2REBROTS	46	100	5	3,4	-	-	-	5,50
179L	705	3REBROTS	46	100	7,1	4,9	-	-	5,3	5,18
179L	705	4REBROTS	46	100	10,1	5,7	-	-	6,6	6,42
179L	705	5REBROTS	46	100	8,3	4,8	-	-	5,3	5,18
183L	407	TESTIGO*	25	84	5,4	4,3	200	200	6,1	0,00
183L	407	2REBROTS	25	84	4,8	4,0	200	200	6,6	0,00
183L	407	4REBROTS	25	76	5,1	3,8	200	200	6,2	0,00
183L	407	2REBROTS	25	96	5,2	4,7	200	200	6,6	0,00
183L	407	4REBROTS	25	76	6,0	4,6	200	200	6,7	0,00
183L	407	2REBROTS	25	92	4,3	4,3	200	200	5,9	0,00
183L	407	4REBROTS	25	84	5,2	4,1	200	200	6,7	0,00
183L	407	TESTIGO*	25	76	5,0	4,6	200	200	6,8	0,00

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

En La Máquina, Suchitepéquez se reportan varios estudios de eliminación de especies en uno de ellos se reporta *Gliricidia sepium* como la mejor en prendimiento, 89% a una edad de dos años por sobre cinco especies más. Sin embargo en el mismo ensayo a los 3,87 años se reportó con 63%, abajo de *C. velutina* (88%), *Dalbergia sisoo* (84%) y *L. leucocephala*, el resto de las especies murieron.

Altura total e incremento medio anual

Referente al incremento medio anual, en el cuadro 3 se puede observar que los mejores incrementos de altura se obtuvieron en las primeras etapas de crecimiento de la planta, principalmente en las edades comprendidas de 1.75 a 2.5 años. El mejor IMA se presentó en el ensayo 098 bajo las condiciones de sitio del parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez con un incremento medio anual de 3.49 m a la edad de 1.75 años, evaluados en una parcela de crecimiento, seguido del ensayo de manejo de rebrotes número 179, ubicado en el bosque comunal de Gualán, Zacapa, donde todos sus tratamientos mostraron incrementos desde 3,17 hasta 2,91 m a una edad del rebrote de 1,17 años. Los IMA más bajos fueron alcanzados en los experimentos donde su evaluación se efectuó abajo del año de edad.

En general se puede mencionar que de acuerdo al cuadro 4 se puede mencionar que la mayoría de registros de IMA se encuentran ubicados en el termino bajo (hasta 1 m de IMA) y se adquieren en aquellos tratamientos cuya edad no excede del año de edad, en total son 276 registros que hace un porcentaje del 60% .

En el término medio que va del rango de IMA de 1 a 2 m por año se detectan 140 registros (tratamientos que equivale a un 30% del total), en el rango alto cuando las edades están comprendidas entre 1 a 3 años. En el rango alto de IMA (2-3 m/año) se encuentran 40 registros, que equivale al 9% del total. El mayor IMA fue reportado a una edad de 1.16 años de rebrotes seguido de las edades de 1.25 y 1.3 años, con un valor de 2.91 m, 2.88 m y 2.85 m, respectivamente.

Dentro del rango excelente se encuentra el 1% con crecimientos mayores a 3.1 m, por año que reporta el análisis del ensayo 098L de una parcela de crecimiento en la Máquina, Suchitepéquez a una edad de 1.75 años.

Diametro cuadrático medio (DCM) e incremento medio anual

Los diámetros mayores en esta especie fueron reportados en dos zonas muy distintas entre si en cuanto a clima, suelo y zonas de vida tal y como se muestra en el cuadro 1, donde se aprecia que en el ensayo 179L de Gualán, Zacapa y en el ensayo 44L en condiciones de la Máquina en Suchitepéquez se obtuvieron los mayores diámetros con 9.9 cm en ambas regiones, seguidas del ensayo 09L ubicado en Palín, Escuintla con 9.7 como promedio.

En cuanto al incremento medio anual vale destacar que los mayores incrementos fueron alcanzados en el ensayo 179 de manejo de rebrotes con un valor de 5.57 cm, por año ubicado en Gualán, Zacapa, seguido de los ensayos 130L, 045L y 041L con valores promedios de 4.72 cm, 4.30 cm y 3.92 cm respectivamente, los que se encuentran ubicados en el parcelamiento La Blanca, Coatepeque, La Máquina, Suchitepéquez y San Gabriel, Escuintla, respectivamente.

Cuadro 4. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Diámetro Cuadrático Medio (IMADCM) y Altura Total Promedio (IMAALTOT), y número de tratamientos por categoría de altura de *Gliricidia sepium*, en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO		No. TRAT. (IMAALTOT)		IMADCM	
	IMAALTOT (m)	IMADCM (cm)	Absoluto	Relativo (%)	Absoluto	Relativo
BAJO	< 1,0	< 1,5	276	60	138	30
MEDIO	1,1 - 2,0	1,6 - 2,5	140	30	36	48
ALTO	2,1-3,0	2,6-3,5	40	9	78	17
EXCELENTE	> 3,0	> 3,5	4	1	24	5

Los menores incrementos fueron reportados en los ensayos 117, en Sanarate y el 064 de Palo Amontonado, ambos en El Progreso con datos de 0.875 cm y 0.84 de IMA por año.

Los mejores crecimientos e incrementos en diámetro se pueden encontrar cuando la especie cuenta con edades comprendidas de 2 ó 3 años.

Como se nota por el crecimiento, esta especie no es muy exigente en cuanto a calidades de suelo o sitio ya que sus valores mas altos fueron encontrados en suelos profundos y planos como en la Máquina, Suchitepéquez, así como en las áreas de afloramiento de rocas y pobres como en Gualán, Zacapa. Los crecimientos e incrementos más bajos se localizan en las zonas donde las condiciones de precipitación, temperatura y suelo son más pobres.

En el cuadro 4 se puede analizar que la mayor cantidad de datos se agruparon en el rango medio con IMADCM que van desde 1.6 y 2.5 cm por año que equivale a un 48%, lo sigue la categoría baja en 138 registros y equivale al 30%.

Los rangos alto y excelente agrupan un total de 102 parcelas (registros) divididos en 78 y 24 que equivalen a un 17% y 5% respectivamente, donde los incrementos más altos fueron alcanzados en el ensayo de manejo de rebrotes 179 a la edad de 1.2 años con valores desde 5.57 cm hasta 3.94 cm, seguido de los ensayos 045 de cercas vivas con incrementos desde 3.5 hasta 4.30 cm, a las edades de 1.5 y 1.92 años.

Limitaciones para el crecimiento

Dentro del historial de cada uno de los ensayos que se analizaron se menciona que las principales limitaciones que afronta esta especie para su crecimiento lo constituye el ganado, ya que es apetecido por bovino y cabras, así como la susceptibilidad a malezas en su etapa inicial de crecimiento (menos de un año).

De los ensayos que no se reportan datos, es debido a la mortalidad por cualquiera de las limitaciones anteriores.

Por lo general es una especie que soporta largos períodos de sequía una vez prendida, aunque su crecimiento no sea el esperado. En su etapa inicial crece muy bien compitiendo con otras como *E. camaldulensis*, *C. velutina*, *G. arborea*, *C. siamea* y *Leucaena*.

Gliricidia sepium no soporta zonas anegadas por mucho tiempo como en condiciones de la Máquina.

CONCLUSIONES

Basados en el análisis de los cuadros de resultados y a su discusión se concluye:

- *G. sepium* es una especie que se adapta muy bien a diferentes condiciones de clima y suelo soportando condiciones adversas.
- Según el análisis de algunos ensayos de procedencias y sobrevivencia, se nota por lo general, que las procedencias que crecen mejor en tipos de suelo son las de Samala, Retalhuleu, La Máquina, y la de El Progreso.
- Los mejores IMA en diámetro y altura se obtuvieron en la etapa inicial de crecimiento, cuando la edad está comprendida entre 1 y 2.5 años, ubicados en los rangos Regular, Bueno y Excelente, los IMA bajos se obtuvieron en las edades menores de 1 año.
- Las únicas limitantes que se analizaron y que afecta el crecimiento de esta especie, son las malezas durante el primer año de edad y el ramoneo por el ganado.
- Es una de las especies preferidas por los agricultores por su facilidad de propagación y manejo; además de no ser muy exigente en condiciones de suelo y proporcionar varias utilidades, principalmente en la zona oriental.
- En la zona pacífica se cultiva poco pero se utiliza para leña, horcones, postes y el no cultivarla, obedece a que hay creencia dentro de los agricultores a que es hospedero de insectos que posteriormente depredan el maíz y el frijol.

RECOMENDACIONES

- Fomentar el cultivo de *G. sepium* promoviendo la plantación a siembra directa a espaciamientos no mayores de 3 X 3 m., en cercas vivas o combinación con cultivos agrícolas.
- En los lugares donde el pasto es escaso, es apropiado cultivar esta especie con fines de complemento dietético para animales, principalmente bovinos y cabras, en cercas vivas, cultivo en callejones y en lugares con pendiente fuerte en curvas a nivel.
- En suelos degradados cultivar esta especie con la finalidad de recuperarlos en combinación con estructuras de conservación.
- Cuando se cultiva esta especie con fines de producir tutores, horcones o madera, realizarle podas de formación para estimular el crecimiento en altura. Las podas de las ramas se pueden usar como leña.
- Aprovechar las plantaciones mediante tala rasa, para estimular los rebrotes y seleccionarlos según el objetivo del agricultor y las demandas del mercado, ya que en estos fue donde se obtuvo mayor IMA.
- En sitios de condiciones pobres y donde exista regeneración natural, manejarla adecuadamente

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central resultados de cinco años de investigación /CATIE. Depto. de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1986. 228 p.; 28 c. (Serie técnica. Informe técnico/CATIE, no. 86).
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Guía de Visita a unidades demostrativas y unidades de investigación de especies de árboles de uso múltiple en Guatemala. Proyecto Madeleña. Guatemala, 217 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers) árbol de uso múltiple en América Central/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, C.R. CATIE, 1991. 72 p.; (Serie técnica. Informe técnico/CATIE; no. 180).
- 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 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. 344 p.
- MARTINEZ, H. *et al.* 1990. Análisis del compartamiento de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud en Atescatempa, Jutiapa, Guatemala. CATIE. Proyecto Madeleña. Retalhuleu, Guatemala. 7 p. Informe interno.
- MOCHIUTTI, S. 1995. Comportamiento Agronómico y Calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp. Bajo Defoliación Manual y pastoreo en el tropico húmedo. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, 144p.
- PADILLA, F. *et. al.* 1990. Comportamiento de diez especies forestales para producción de leña, en la Coopertiva Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa, Guatemala. CATIE. Proyecto Madeleña. Retalhuleu, Guatemala. 7 p. Informe Técnico.
- QUEME V., G.A. 1987. Comportamiento inicial de doce procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud en tres localidades en Guatemala. Tesis. Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala. 65 p.
- WOTOWIEC, P.; MARTINEZ H., H.A. 1984. Estudios silviculturales con especies para procedencias de leña en la zona semiárida de Guatemala. Informe preliminar. CATIE Guatemala. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. 43 p. más anexos.

ANEXO

Cuadro A1 Crecimiento promedio de *Gliricidia sepium* en los experimentos establecidos por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
098L	405	CREC.001	21	300	200	88	5,5	6,1	7,2	3,49	3,14
179L	705	4REBROTS	14	-	-	100	6,5	3,7	4,4	3,17	5,57
179L	705	3REBROTS	14	-	-	100	5,0	3,6	3,7	3,09	4,29
179L	705	2REBROTS	14	-	-	100	4,6	3,6	4,8	3,09	3,94
179L	705	5REBROTS	14	-	-	100	6,3	3,4	3,9	2,91	5,40
041L	414	CREC.001	15	200	200	92	4,9	3,6	5,0	2,88	3,92
130L	424	CERCA.02	16	100	100	96	6,3	3,8	5,2	2,85	4,73
098L	405	CREC.001	34	300	200	88	6,4	7,8	9,1	2,75	2,26
045L	415	CERCA.01	17	200	100	44	6,1	3,7	8,7	2,61	4,31
065L	508	CREC.007	12	200	200	100	0,0	2,5	3,4	2,50	-
130L	424	CERCA.01	16	100	100	98	5,6	3,3	5,2	2,48	4,20
050L	407	CREC.003	20	200	200	96	6,0	4,1	6,8	2,46	3,60
050L	407	CREC.003	13	200	200	96	3,6	2,6	3,5	2,40	3,32
130L	424	CERCA.02	21	100	100	94	6,8	4,1	5,9	2,34	3,89
065L	508	CREC.005	12	200	200	92	0,0	2,3	2,6	2,30	-
065L	508	CREC.004	12	200	200	99	0,0	2,3	3,0	2,30	-
045L	415	CERCA.01	23	200	100	41	7,9	4,4	7,3	2,30	4,12
183L	407	2REBROTS	25	200	200	96	5,2	4,7	6,6	2,26	2,50
179L	705	4REBROTS	23	-	-	100	7,7	4,3	4,8	2,24	4,02
050L	407	CREC.007	13	200	200	100	3,0	2,4	3,1	2,22	2,77
050L	407	CREC.008	13	200	200	100	3,2	2,4	3,1	2,22	2,95
050L	407	CREC.009	13	200	200	100	3,6	2,4	3,2	2,22	3,32
183L	407	4REBROTS	25	200	200	76	6,0	4,6	6,7	2,21	2,88
183L	407	TESTIGO*	25	200	200	76	5,0	4,6	6,8	2,21	2,40
065L	508	CREC.001	12	200	200	100	0,0	2,2	2,7	2,20	-
050L	407	APRO.003	22	-	-	100	6,3	4,0	5,9	2,18	3,44
130L	424	CERCA.01	21	100	100	98	5,8	3,8	5,3	2,17	3,31
179L	705	3REBROTS	23	-	-	100	5,7	4,1	4,8	2,14	2,97
050L	407	CREC.001	13	200	200	100	2,9	2,3	3,2	2,12	2,68
050L	407	CREC.002	13	200	200	96	3,3	2,3	3,5	2,12	3,05
044L	415	CERCA.01	17	200	100	70	4,9	3,0	5,4	2,12	3,46
050L	407	CREC.002	20	200	200	96	5,0	3,5	5,5	2,10	3,00
025L	409	CREC.001	12	200	200	100	2,6	2,1	3,0	2,10	2,60
065L	508	CREC.008	12	200	200	96	0,0	2,1	2,7	2,10	-
179L	705	5REBROTS	23	-	-	100	7,4	4,0	4,8	2,09	3,86
183L	407	2REBROTS	25	200	200	92	4,3	4,3	5,9	2,06	2,06
183L	407	TESTIGO*	25	200	200	84	5,4	4,3	6,1	2,06	2,59
050L	407	CREC.006	20	200	200	100	5,2	3,4	5,1	2,04	3,12
050L	407	CREC.004	13	200	200	96	2,8	2,2	3,0	2,03	2,58
050L	407	CREC.006	13	200	200	100	3,0	2,2	3,4	2,03	2,77

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
050L	407	APRO.002	22	-	-	92	5,0	3,7	5,7	2,02	2,73
065L	508	CREC.006	12	200	200	90	0,0	2,0	2,5	2,00	-
065L	508	CREC.002	12	200	200	99	0,0	2,0	2,5	2,00	-
065L	508	CREC.007	21	200	200	98	5,0	3,5	4,0	2,00	2,86
179L	705	2REBROTS	23	-	-	100	5,3	3,8	5,3	1,98	2,77
050L	407	CREC.001	20	200	200	100	4,7	3,3	5,2	1,98	2,82
050L	407	CREC.009	20	200	200	100	5,1	3,3	5,4	1,98	3,06
183L	407	4REBROTS	25	200	200	84	5,2	4,1	6,7	1,97	2,50
050L	407	APRO.009	22	-	-	100	5,4	3,6	8,5	1,96	2,95
044L	415	CERCA.01	13	200	100	70	0,0	2,1	3,0	1,94	-
050L	407	CREC.005	13	200	200	100	2,8	2,1	3,1	1,94	2,58
098L	405	CREC.001	45	300	200	88	8,3	7,2	9,4	1,92	2,21
183L	407	2REBROTS	25	200	200	84	4,8	4,0	6,6	1,92	2,30
057L	508	CREC.011	12	200	200	99	0,0	1,9	2,2	1,90	-
041L	414	CREC.001	21	200	200	60	5,0	3,3	5,0	1,89	2,86
065L	508	CREC.004	21	200	200	99	6,0	3,3	3,8	1,89	3,43
118L	411	1859.002	13	150	150	99	3,2	2,0	2,0	1,85	2,95
022L	408	CREC.004	17	200	200	95	3,3	2,6	4,5	1,84	2,33
065L	508	CREC.001	21	200	200	99	5,9	3,2	3,7	1,83	3,37
183L	407	4REBROTS	25	200	200	76	5,1	3,8	6,2	1,82	2,45
050L	407	CREC.007	20	200	200	100	4,8	3,0	4,8	1,80	2,88
065L	508	CREC.008	21	200	200	96	5,4	3,1	4,1	1,77	3,09
065L	508	CREC.005	21	200	200	90	5,8	3,1	3,2	1,77	3,31
009L	403	CREC.001	34	400	300	88	8,4	5,0	7,2	1,76	2,96
118L	411	1857.012	13	150	150	100	3,2	1,9	3,5	1,75	2,95
118L	411	1869.010	13	150	150	99	3,1	1,9	2,4	1,75	2,86
118L	411	1874.008	13	150	150	100	3,4	1,9	2,4	1,75	3,14
118L	411	1868.004	13	150	150	99	3,4	1,9	2,7	1,75	3,14
050L	407	APRO.006	22	-	-	96	5,1	3,2	6,6	1,75	2,78
109L	608	1868.004	33	150	150	86	6,8	4,8	5,6	1,75	2,47
098L	405	CREC.001	56	300	200	88	8,7	8,1	10,3	1,74	1,86
057L	508	CREC.011	21	200	200	97	2,6	3,0	3,3	1,71	1,49
051L	603	CREC.002	12	200	200	99	1,6	1,7	2,2	1,70	1,60
050L	407	CREC.004	20	200	200	96	4,3	2,8	4,3	1,68	2,58
118L	411	1866.005	13	150	150	99	3,1	1,8	2,4	1,66	2,86
119L	422	1868.009	13	150	150	100	3,1	1,8	2,2	1,66	2,86
118L	411	1856.011	13	150	150	97	3,0	1,8	2,0	1,66	2,77
065L	508	CREC.006	21	200	200	89	5,6	2,9	3,2	1,66	3,20
051L	603	CREC.002	19	200	200	96	2,8	2,6	3,4	1,64	1,77
109L	608	1868.004	25	150	150	89	5,7	3,4	4,2	1,63	2,74
109L	608	1857.012	25	150	150	95	6,1	3,4	3,4	1,63	2,93
050L	407	CREC.008	20	200	200	100	4,2	2,7	4,2	1,62	2,52
044L	415	CERCA.01	23	200	100	70	5,2	3,1	4,5	1,62	2,71
022L	408	CREC.004	12	200	200	97	2,1	1,6	3,2	1,60	2,10

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
179L	705	4REBROTS	40	-	-	100	9,9	5,3	6,4	1,59	2,97
009L	403	CREC.002	34	400	300	96	8,1	4,5	6,0	1,59	2,86
118L	411	1871.009	13	150	150	99	2,9	1,7	2,1	1,57	2,68
119L	422	1874.007	13	150	150	97	2,9	1,7	2,2	1,57	2,68
118L	411	1861.001	13	150	150	100	3,2	1,7	1,8	1,57	2,95
113L	611	CREC.005	23	200	200	73	2,8	3,0	3,2	1,57	1,46
109L	608	1863.006	33	150	150	64	5,4	4,3	5,5	1,56	1,96
050L	407	CREC.005	20	200	200	96	4,8	2,6	4,7	1,56	2,88
022L	408	CREC.004	24	200	200	94	3,7	3,1	5,4	1,55	1,85
065L	508	CREC.002	21	200	200	99	4,8	2,7	3,2	1,54	2,74
109L	608	1859.002	25	150	150	78	4,8	3,2	2,4	1,54	2,30
050L	407	APRO.007	22	-	-	96	4,7	2,8	4,9	1,53	2,56
009L	403	CREC.002	45	400	300	96	8,0	5,6	6,7	1,49	2,13
009L	403	CREC.001	45	400	300	88	8,0	5,6	7,2	1,49	2,13
179L	705	4REBROTS	46	-	-	100	10,1	5,7	6,6	1,49	2,63
118L	411	1863.006	13	150	150	100	2,7	1,6	2,2	1,48	2,49
119L	422	1857.011	13	150	150	100	2,8	1,6	2,2	1,48	2,58
050L	407	APRO.001	22	-	-	100	4,8	2,7	5,1	1,47	2,62
009L	403	CREC.002	49	400	300	92	8,9	6,0	7,1	1,47	2,18
109L	608	1861.001	33	150	150	84	6,0	4,0	4,9	1,45	2,18
009L	403	CREC.001	49	400	300	80	8,5	5,9	7,7	1,44	2,08
179L	705	3REBROTS	40	-	-	100	7,2	4,7	5,0	1,41	2,16
065L	508	CREC.003	12	200	200	98	0,0	1,4	2,2	1,40	-
009L	403	CREC.001	54	400	300	76	9,2	6,3	7,9	1,40	2,04
109L	608	1869.010	25	150	150	97	4,1	2,9	3,7	1,39	1,97
111L	609	CREC.005	26	150	150	86	2,9	3,0	2,3	1,38	1,34
119L	422	1856.002	13	150	150	100	2,6	1,5	2,3	1,38	2,40
118L	411	1865.007	13	150	150	97	2,5	1,5	1,5	1,38	2,31
119L	422	1866.005	13	150	150	97	2,7	1,5	1,7	1,38	2,49
044L	415	CERCA.01	33	200	100	70	6,6	3,8	5,5	1,38	2,40
050L	407	APRO.008	22	-	-	96	4,2	2,5	4,4	1,36	2,29
009L	403	CREC.002	54	400	300	92	9,1	6,1	7,1	1,36	2,02
179L	705	5REBROTS	40	-	-	100	8,4	4,5	5,1	1,35	2,52
109L	608	1869.010	33	150	150	86	5,3	3,7	5,0	1,35	1,93
109L	608	1861.001	25	150	150	92	4,6	2,8	3,6	1,34	2,21
065L	508	CREC.003	21	200	200	96	3,8	2,3	2,7	1,31	2,17
109L	608	1874.008	33	150	150	78	4,9	3,6	4,6	1,31	1,78
119L	422	1868.009	23	150	150	100	4,6	2,5	4,2	1,30	2,40
109L	608	1874.008	25	150	150	92	4,7	2,7	3,7	1,30	2,26
109L	608	1856.011	25	150	150	97	4,0	2,7	3,6	1,30	1,92
109L	608	1871.009	25	150	150	86	4,9	2,7	0,9	1,30	2,35
119L	422	1861.006	13	150	150	100	2,5	1,4	-	1,29	2,31
119L	422	1864.003	13	150	150	100	3,1	1,4	1,7	1,29	2,86
119L	422	1863.001	13	150	150	95	2,5	1,4	2,2	1,29	2,31

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
179L	705	2REBROTS	40	-	-	100	5,9	4,3	6,3	1,29	1,77
179L	705	3REBROTS	46	-	-	100	7,1	4,9	5,3	1,28	1,85
022L	408	CREC.004	33	200	200	94	4,5	3,5	5,7	1,27	1,64
109L	608	1864.003	33	150	150	75	4,1	3,5	4,4	1,27	1,49
081L	708	CREC.012	19	200	200	100	0,0	2,0	-	1,26	-
050L	407	APRO.005	22	-	-	96	4,5	2,3	5,2	1,25	2,45
179L	705	5REBROTS	46	-	-	100	8,3	4,8	5,3	1,25	2,17
109L	608	1866.005	25	150	150	92	3,6	2,6	1,6	1,25	1,73
009L	403	CREC.001	64	400	300	72	9,7	6,6	8,1	1,24	1,82
109L	608	1859.002	33	150	150	61	6,3	3,4	1,7	1,24	2,29
109L	608	1871.009	33	150	150	83	5,1	3,4	3,0	1,24	1,85
065L	508	CREC.007	36	200	200	98	5,1	3,7	5,3	1,23	1,70
009L	403	CREC.002	64	400	300	88	9,7	6,5	7,5	1,22	1,82
050L	407	APRO.004	22	-	-	96	4,2	2,2	4,4	1,20	2,29
118L	411	1864.003	13	150	150	99	2,8	1,3	1,7	1,20	2,58
119L	422	1869.010	13	150	150	97	2,3	1,3	1,5	1,20	2,12
119L	422	1859.008	13	150	150	95	2,4	1,3	1,3	1,20	2,22
065L	508	CREC.005	36	200	200	89	5,9	3,6	4,3	1,20	1,97
044L	415	CERCA.01	46	200	100	70	8,5	4,6	7,1	1,20	2,22
118L	411	1868.004	23	150	150	99	5,1	2,3	4,5	1,20	2,66
119L	422	1857.011	23	150	150	100	4,0	2,3	3,6	1,20	2,09
065L	508	CREC.001	36	200	200	99	5,6	3,5	4,3	1,17	1,87
065L	508	CREC.004	36	200	200	99	5,9	3,5	4,6	1,17	1,97
057L	508	CREC.011	36	200	200	96	5,1	3,5	4,0	1,17	1,70
109L	608	1866.005	33	150	150	78	4,5	3,2	4,0	1,16	1,64
118L	411	1869.010	23	150	150	97	4,3	2,2	3,4	1,15	2,24
118L	411	1874.008	23	150	150	99	5,1	2,2	3,6	1,15	2,66
118L	411	1859.002	23	150	150	96	3,3	2,2	3,3	1,15	1,72
109L	608	1865.007	33	150	150	75	4,4	3,1	3,7	1,13	1,60
044L	415	CERCA.01	56	200	100	70	9,9	5,2	7,8	1,11	2,12
111L	609	CREC.005	13	150	150	89	0,0	1,2	0,7	1,11	-
119L	422	1865.004	13	150	150	97	2,2	1,2	1,5	1,11	2,03
031L	505	CREC.004	13	200	200	96	0,0	1,2	1,8	1,11	-
064L	507	CREC.005	12	200	200	95	0,0	1,1	1,3	1,10	-
064L	507	CREC.007	12	200	200	79	0,0	1,1	1,0	1,10	-
081L	708	CREC.012	12	200	200	100	0,0	1,1	0,2	1,10	-
009L	403	CREC.002	80	400	300	72	11,1	7,3	8,4	1,10	1,67
065L	508	CREC.005	45	200	200	89	6,2	4,1	4,5	1,09	1,65
109L	608	1857.012	33	150	150	89	4,5	3,0	2,1	1,09	1,64
109L	608	1856.011	33	150	150	81	5,5	3,0	4,6	1,09	2,00
065L	508	CREC.008	36	200	200	92	5,1	3,2	4,9	1,07	1,70
065L	508	CREC.007	45	200	200	96	5,5	4,0	5,6	1,07	1,47
065L	508	CREC.006	36	200	200	83	5,2	3,2	4,1	1,07	1,73
065L	508	CREC.002	36	200	200	98	4,6	3,2	3,8	1,07	1,53

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
179L	705	2REBROTS	40	-	-	100	5,9	4,3	6,3	1,29	1,77
179L	705	3REBROTS	46	-	-	100	7,1	4,9	5,3	1,28	1,85
022L	408	CREC.004	33	200	200	94	4,5	3,5	5,7	1,27	1,64
109L	608	1864.003	33	150	150	75	4,1	3,5	4,4	1,27	1,49
081L	708	CREC.012	19	200	200	100	0,0	2,0	-	1,26	-
050L	407	APRO.005	22	-	-	96	4,5	2,3	5,2	1,25	2,45
179L	705	5REBROTS	46	-	-	100	8,3	4,8	5,3	1,25	2,17
109L	608	1866.005	25	150	150	92	3,6	2,6	1,6	1,25	1,73
009L	403	CREC.001	64	400	300	72	9,7	6,6	8,1	1,24	1,82
109L	608	1859.002	33	150	150	61	6,3	3,4	1,7	1,24	2,29
109L	608	1871.009	33	150	150	83	5,1	3,4	3,0	1,24	1,85
065L	508	CREC.007	36	200	200	98	5,1	3,7	5,3	1,23	1,70
009L	403	CREC.002	64	400	300	88	9,7	6,5	7,5	1,22	1,82
050L	407	APRO.004	22	-	-	96	4,2	2,2	4,4	1,20	2,29
118L	411	1864.003	13	150	150	99	2,8	1,3	1,7	1,20	2,58
119L	422	1869.010	13	150	150	97	2,3	1,3	1,5	1,20	2,12
119L	422	1859.008	13	150	150	95	2,4	1,3	1,3	1,20	2,22
065L	508	CREC.005	36	200	200	89	5,9	3,6	4,3	1,20	1,97
044L	415	CERCA.01	46	200	100	70	8,5	4,6	7,1	1,20	2,22
118L	411	1868.004	23	150	150	99	5,1	2,3	4,5	1,20	2,66
119L	422	1857.011	23	150	150	100	4,0	2,3	3,6	1,20	2,09
065L	508	CREC.001	36	200	200	99	5,6	3,5	4,3	1,17	1,87
065L	508	CREC.004	36	200	200	99	5,9	3,5	4,6	1,17	1,97
057L	508	CREC.011	36	200	200	96	5,1	3,5	4,0	1,17	1,70
109L	608	1866.005	33	150	150	78	4,5	3,2	4,0	1,16	1,64
118L	411	1869.010	23	150	150	97	4,3	2,2	3,4	1,15	2,24
118L	411	1874.008	23	150	150	99	5,1	2,2	3,6	1,15	2,66
118L	411	1859.002	23	150	150	96	3,3	2,2	3,3	1,15	1,72
109L	608	1865.007	33	150	150	75	4,4	3,1	3,7	1,13	1,60
044L	415	CERCA.01	56	200	100	70	9,9	5,2	7,8	1,11	2,12
111L	609	CREC.005	13	150	150	89	0,0	1,2	0,7	1,11	-
119L	422	1865.004	13	150	150	97	2,2	1,2	1,5	1,11	2,03
031L	505	CREC.004	13	200	200	96	0,0	1,2	1,8	1,11	-
064L	507	CREC.005	12	200	200	95	0,0	1,1	1,3	1,10	-
064L	507	CREC.007	12	200	200	79	0,0	1,1	1,0	1,10	-
081L	708	CREC.012	12	200	200	100	0,0	1,1	0,2	1,10	-
009L	403	CREC.002	80	400	300	72	11,1	7,3	8,4	1,10	1,67
065L	508	CREC.005	45	200	200	89	6,2	4,1	4,5	1,09	1,65
109L	608	1857.012	33	150	150	89	4,5	3,0	2,1	1,09	1,64
109L	608	1856.011	33	150	150	81	5,5	3,0	4,6	1,09	2,00
065L	508	CREC.008	36	200	200	92	5,1	3,2	4,9	1,07	1,70
065L	508	CREC.007	45	200	200	96	5,5	4,0	5,6	1,07	1,47
065L	508	CREC.006	36	200	200	83	5,2	3,2	4,1	1,07	1,73
065L	508	CREC.002	36	200	200	98	4,6	3,2	3,8	1,07	1,53

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
065L	508	CREC.004	45	200	200	98	6,2	4,0	4,8	1,07	1,65
009L	403	CREC.002	88	400	300	72	11,8	7,8	8,9	1,06	1,61
009L	403	CREC.001	88	400	300	68	11,7	7,8	9,3	1,06	1,60
109L	608	1865.007	25	150	150	84	3,0	2,2	2,8	1,06	1,44
009L	403	CREC.001	80	400	300	72	10,9	7,0	8,4	1,05	1,64
118L	411	1866.005	23	150	150	99	4,2	2,0	3,0	1,04	2,19
118L	411	1857.012	23	150	150	99	4,4	2,0	4,9	1,04	2,30
065L	508	CREC.001	45	200	200	99	6,0	3,9	4,8	1,04	1,60
119L	422	1871.012	13	150	150	97	2,2	1,1	1,4	1,02	2,03
064L	507	CREC.001	12	200	200	91	0,0	1,0	1,6	1,00	-
064L	507	CREC.006	12	200	200	69	0,0	1,0	1,1	1,00	-
064L	507	CREC.004	12	200	200	78	0,0	1,0	0,9	1,00	-
119L	422	1874.007	23	150	150	97	4,2	1,9	3,1	0,99	2,19
118L	411	1856.011	23	150	150	94	4,1	1,9	3,2	0,99	2,14
064L	507	CREC.005	22	200	200	95	2,8	1,8	1,9	0,98	1,53
064L	507	CREC.007	22	200	200	76	2,7	1,8	1,9	0,98	1,47
064L	507	CREC.006	22	200	200	69	2,7	1,8	2,0	0,98	1,47
065L	508	CREC.008	45	200	200	92	5,2	3,6	5,1	0,96	1,39
065L	508	CREC.006	45	200	200	80	5,5	3,6	4,3	0,96	1,47
118L	411	1861.001	23	150	150	100	4,3	1,8	2,4	0,94	2,24
119L	422	1863.001	23	150	150	92	3,4	1,8	2,9	0,94	1,77
065L	508	CREC.002	45	200	200	96	4,9	3,5	4,5	0,93	1,31
064L	507	CREC.004	22	200	200	78	2,6	1,7	1,5	0,93	1,42
025L	409	CREC.001	17	200	200	97	0,0	1,3	1,6	0,92	-
065L	508	CREC.007	56	200	200	95	5,5	4,2	5,8	0,90	1,18
118L	411	1863.006	23	150	150	99	3,6	1,7	3,3	0,89	1,88
179L	705	2REBROTS	46	-	-	100	5,0	3,4	-	0,89	1,30
119L	422	1856.002	23	150	150	100	3,3	1,7	3,1	0,89	1,72
118L	411	1871.009	23	150	150	96	3,8	1,7	2,5	0,89	1,98
119L	422	1866.005	23	150	150	97	3,7	1,7	2,7	0,89	1,93
065L	508	CREC.005	56	200	200	88	6,3	4,1	4,8	0,88	1,35
065L	508	CREC.001	56	200	200	98	6,1	4,1	5,0	0,88	1,31
064L	507	CREC.001	22	200	200	91	2,8	1,6	2,7	0,87	1,53
117L	518	1868.009	11	150	150	100	0,0	0,8	0,9	0,87	-
109L	608	1864.003	25	150	150	89	2,9	1,8	2,8	0,86	1,39
065L	508	CREC.004	56	200	200	98	6,4	4,0	4,9	0,86	1,37
119L	422	1859.008	23	150	150	95	3,2	1,6	1,9	0,83	1,67
119L	422	1869.010	23	150	150	89	3,3	1,6	1,6	0,83	1,72
065L	508	CREC.005	69	200	200	85	7,0	4,8	5,8	0,83	1,22
064L	507	CREC.002	22	200	200	85	2,5	1,5	2,1	0,82	1,36
065L	508	CREC.006	56	200	200	76	5,7	3,8	4,6	0,81	1,22
065L	508	CREC.008	56	200	200	92	4,9	3,8	5,5	0,81	1,05
022L	408	CREC.004	46	200	200	92	4,7	3,1	5,8	0,81	1,23
064L	507	CREC.008	12	200	200	41	0,0	0,8	1,1	0,80	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
064L	507	CREC.002	12	200	200	89	0,0	0,8	0,9	0,80	-
065L	508	CREC.007	69	200	200	90	6,0	4,6	5,9	0,80	1,04
065L	508	CREC.004	69	200	200	98	7,2	4,6	5,8	0,80	1,25
065L	508	CREC.002	56	200	200	96	5,1	3,7	4,9	0,79	1,09
065L	508	CREC.001	69	200	200	94	6,9	4,5	-	0,78	1,20
119L	422	1861.006	23	150	150	89	2,9	1,5	1,2	0,78	1,51
119L	422	1864.003	23	150	150	100	4,5	1,5	2,5	0,78	2,35
065L	508	CREC.003	36	200	200	96	3,7	2,3	3,6	0,77	1,23
064L	507	CREC.008	22	200	200	39	2,4	1,4	1,4	0,76	1,31
060L	606	CREC.003	16	100	100	75	0,0	1,0	1,4	0,75	-
065L	508	CREC.008	69	200	200	92	5,8	4,3	5,6	0,75	1,01
117L	518	1868.009	13	150	150	100	2,3	0,8	0,9	0,74	2,12
072L	* 512	ESPA.10	13	160	160	81	0,0	0,8	1,1	0,74	-
065L	508	CREC.003	45	200	200	96	4,0	2,7	3,8	0,72	1,07
109L	608	1863.006	25	150	150	100	3,7	1,5	2,7	0,72	1,78
065L	508	CREC.006	69	200	200	68	6,3	4,1	-	0,71	1,10
065L	508	CREC.002	69	200	200	94	6,0	4,1	5,6	0,71	1,04
118L	411	1865.007	23	150	150	94	3,1	1,3	1,5	0,68	1,62
119L	422	1865.004	23	150	150	97	2,7	1,3	2,1	0,68	1,41
118L	411	1864.003	23	150	150	97	3,8	1,3	1,6	0,68	1,98
119L	422	1871.012	23	150	150	97	2,8	1,3	2,0	0,68	1,46
117L	518	1863.005	11	150	150	100	0,0	0,6	0,7	0,65	-
117L	518	1859.003	11	150	150	95	0,0	0,6	0,8	0,65	-
117L	518	1857.002	11	150	150	100	0,0	0,6	0,7	0,65	-
117L	518	1856.001	11	150	150	100	0,0	0,6	0,7	0,65	-
117L	518	1874.012	11	150	150	100	0,0	0,6	0,7	0,65	-
065L	508	CREC.003	69	200	200	80	5,1	3,6	5,5	0,63	0,89
064L	507	CREC.003	12	200	200	68	0,0	0,6	0,6	0,60	-
065L	508	CREC.003	56	200	200	93	4,2	2,8	3,9	0,60	0,90
117L	518	1863.005	13	150	150	100	2,0	0,6	1,1	0,55	1,85
117L	518	1857.002	13	150	150	100	2,5	0,6	0,7	0,55	2,31
117L	518	1859.003	13	150	150	95	2,3	0,6	0,8	0,55	2,12
072L	re-S 512	ESPA.06	13	160	80	82	0,0	0,6	0,6	0,55	-
072L	11 512	ESPA.02	13	80	80	80	0,0	0,6	0,5	0,55	-
117L	518	1874.012	13	150	150	100	1,9	0,6	0,7	0,55	1,75
117L	518	1856.001	13	150	150	100	2,1	0,6	0,7	0,55	1,94
117L	518	1868.009	24	150	150	100	2,1	1,1	1,3	0,55	1,05
117L	518	1861.004	11	150	150	97	0,0	0,5	0,7	0,55	-
117L	518	1864.006	11	150	150	100	0,0	0,5	0,6	0,55	-
117L	518	1866.008	11	150	150	100	0,0	0,5	0,7	0,55	-
064L	507	CREC.003	22	200	200	68	2,2	1,0	1,2	0,55	1,20
117L	518	1871.011	11	150	150	95	0,0	0,5	0,6	0,55	-
117L	518	1869.010	11	150	150	100	0,0	0,5	0,6	0,55	-
064L	507	CREC.001	40	200	200	83	2,7	1,8	3,2	0,54	0,81

continúa Cuadro .A1..

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
064L	507	CREC.006	40	200	200	66	3,8	1,8	1,5	0,54	1,14
064L	507	CREC.004	40	200	200	70	2,8	1,7	1,9	0,51	0,84
064L	507	CREC.005	40	200	200	86	2,6	1,7	1,9	0,51	0,78
064L	507	CREC.007	40	200	200	73	2,6	1,7	1,8	0,51	0,78
064L	507	CREC.002	40	200	200	94	2,7	1,7	2,4	0,51	0,81
117L	518	1864.006	13	150	150	100	2,0	0,5	0,6	0,46	1,85
117L	518	1871.011	13	150	150	95	2,0	0,5	0,6	0,46	1,85
117L	518	1861.004	13	150	150	97	2,0	0,5	0,7	0,46	1,85
117L	518	1866.008	13	150	150	100	2,2	0,5	0,7	0,46	2,03
117L	518	1869.010	13	150	150	100	2,1	0,5	0,6	0,46	1,94
117L	518	1857.002	24	150	150	100	1,6	0,9	1,2	0,45	0,80
117L	518	1856.001	24	150	150	100	1,5	0,9	0,8	0,45	0,75
117L	518	1866.008	24	150	150	100	1,6	0,9	0,9	0,45	0,80
064L	507	CREC.008	40	200	200	62	2,8	1,5	1,6	0,45	0,84
117L	518	1865.007	11	150	150	97	0,0	0,4	0,5	0,44	-
117L	518	1859.003	24	150	150	97	1,4	0,8	0,9	0,40	0,70
117L	518	1869.010	24	150	150	97	2,0	0,8	0,7	0,40	1,00
117L	518	1874.012	24	150	150	100	1,4	0,8	0,9	0,40	0,70
117L	518	1871.011	24	150	150	95	1,2	0,8	1,2	0,40	0,60
117L	518	1865.007	13	150	150	97	1,7	0,4	0,5	0,37	1,57
117L	518	1861.004	24	150	150	97	1,4	0,7	1,0	0,35	0,70
117L	518	1863.005	24	150	150	97	1,9	0,7	1,0	0,35	0,95
064L	507	CREC.003	40	200	200	75	0,0	1,0	0,9	0,30	-
117L	518	1864.006	24	150	150	100	1,5	0,6	0,5	0,30	0,75
117L	518	1865.007	24	150	150	97	1,2	0,5	0,5	0,25	0,60
056L	507	CREC.024	12	200	200	82	0,0	0,1	-	0,10	-
065L	508	CREC.001	1	200	200	100	0,0	0,3	0,3	-	-
065L	508	CREC.002	1	200	200	100	0,0	0,3	0,4	-	-
109L	608	1863.006	4	150	150	100	0,0	0,4	0,6	-	-
109L	608	1864.003	4	150	150	100	0,0	0,3	0,4	-	-
109L	608	1859.002	4	150	150	100	0,0	0,4	0,8	-	-
109L	608	1861.001	4	150	150	100	0,0	0,5	0,8	-	-
109L	608	1857.012	4	150	150	100	0,0	0,4	0,5	-	-
109L	608	1856.011	4	150	150	100	0,0	0,4	1,0	-	-
065L	508	CREC.003	1	200	200	100	0,0	0,2	0,3	-	-
111L	609	CREC.005	3	150	150	97	0,0	0,8	0,4	-	-
111L	609	CREC.005	6	150	150	97	0,0	0,8	0,4	-	-
111L	609	CREC.005	10	150	150	92	0,0	0,8	0,4	-	-
065L	508	CREC.007	3	200	200	100	0,0	1,2	1,7	-	-
108L	608	CREC.002	5	150	150	100	0,0	0,7	1,8	-	-
113L	611	CREC.005	3	200	200	100	0,0	0,6	0,7	-	-
113L	611	CREC.005	8	200	200	92	0,0	0,8	0,9	-	-
065L	508	CREC.008	3	200	200	96	0,0	0,9	1,3	-	-
113L	611	CREC.005	33	200	200	73	0,0	0,0	-	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
114L	612	CREC.002	2	200	200	97	0,0	0,6	0,8	-	-
114L	612	CREC.002	6	200	200	97	0,0	0,7	-	-	-
115L	612	CREC.004	2	150	150	94	0,0	0,6	0,8	-	-
115L	612	CREC.004	6	150	150	93	0,0	0,8	1,1	-	-
116L	612	CREC.002	2	100	100	61	0,0	0,5	0,5	-	-
065L	508	CREC.004	1	200	200	100	0,0	0,3	0,4	-	-
065L	508	CREC.005	1	200	200	96	0,0	0,3	0,4	-	-
065L	508	CREC.006	1	200	200	95	0,0	0,3	0,4	-	-
065L	508	CREC.007	1	200	200	100	0,0	0,3	0,4	-	-
117L	518	1861.004	6	150	150	97	0,0	0,5	0,6	-	-
117L	518	1863.005	6	150	150	100	0,0	0,5	0,7	-	-
064L	507	CREC.008	6	200	200	54	0,0	0,4	0,4	-	-
117L	518	1865.007	6	150	150	97	0,0	0,3	0,4	-	-
117L	518	1866.008	6	150	150	100	0,0	0,5	0,7	-	-
065L	508	CREC.008	1	200	200	100	0,0	0,2	0,3	-	-
117L	518	1869.010	6	150	150	100	0,0	0,5	0,6	-	-
117L	518	1871.011	6	150	150	97	0,0	0,5	0,6	-	-
117L	518	1874.012	6	150	150	100	0,0	0,5	0,7	-	-
065L	508	CREC.001	5	200	200	100	0,0	1,7	2,2	-	-
065L	508	CREC.002	5	200	200	99	0,0	1,6	2,1	-	-
065L	508	CREC.003	5	200	200	99	0,0	1,2	1,9	-	-
065L	508	CREC.004	5	200	200	99	0,0	1,9	2,5	-	-
081L	708	CREC.012	5	200	200	100	0,0	1,3	1,5	-	-
081L	708	CREC.012	2	200	200	100	0,0	1,2	1,5	-	-
065L	508	CREC.001	3	200	200	100	0,0	1,1	1,5	-	-
081L	708	CREC.012	1	200	200	100	0,0	0,8	0,9	-	-
064L	507	CREC.007	6	200	200	91	0,0	0,5	0,5	-	-
075L	606	CREC.003	1	150	150	74	0,0	0,1	0,1	-	-
074L	603	CREC.002	7	200	100	93	0,0	0,5	0,7	-	-
074L	603	CREC.002	4	200	100	97	0,0	0,5	0,8	-	-
074L	603	CREC.002	1	200	100	88	0,0	0,6	0,8	-	-
072L	512	ESPAC.10	6	160	160	83	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.06	6	160	80	86	0,0	0,0	-	-	-
065L	508	CREC.002	3	200	200	99	0,0	1,1	1,5	-	-
072L	512	ESPAC.02	6	80	80	82	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.10	3	160	160	83	0,0	0,3	0,3	-	-
109L	608	1865.007	4	150	150	100	0,0	0,3	0,4	-	-
065L	508	CREC.003	3	200	200	99	0,0	0,7	1,1	-	-
072L	512	ESPAC.06	3	160	80	86	0,0	0,2	0,2	-	-
065L	508	CREC.004	3	200	200	99	0,0	1,2	1,7	-	-
109L	608	1866.005	4	150	150	100	0,0	0,3	0,5	-	-
117L	518	1868.009	6	150	150	100	0,0	0,7	0,8	-	-
065L	508	CREC.005	3	200	200	92	0,0	1,2	1,4	-	-
065L	508	CREC.006	3	200	200	92	0,0	1,2	1,6	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
109L	608	1874.008	4	150	150	100	0,0	0,4	0,6	-	-
109L	608	1871.009	4	150	150	100	0,0	0,4	0,7	-	-
109L	608	1869.010	4	150	150	100	0,0	0,5	0,7	-	-
109L	608	1868.004	4	150	150	100	0,0	0,5	0,8	-	-
116L	612	CREC.002	6	100	100	53	0,0	0,5	0,4	-	-
117L	518	1856.001	6	150	150	100	0,0	0,6	0,6	-	-
072L	512	ESPAC.10	2	160	160	92	0,0	0,1	0,1	-	-
117L	518	1857.002	6	150	150	100	0,0	0,5	0,6	-	-
117L	518	1859.003	6	150	150	97	0,0	0,5	0,8	-	-
117L	518	1864.006	6	150	150	100	0,0	0,4	0,6	-	-
118L	411	1856.011	6	150	150	99	0,0	0,9	1,1	-	-
118L	411	1857.012	6	150	150	100	0,0	0,9	1,9	-	-
118L	411	1859.002	6	150	150	100	0,0	1,1	1,3	-	-
118L	411	1861.001	6	150	150	100	0,0	0,8	1,6	-	-
118L	411	1863.006	6	150	150	100	0,0	0,9	1,3	-	-
072L	512	ESPAC.02	3	80	80	80	0,0	0,2	0,2	-	-
118L	411	1865.007	6	150	150	97	0,0	0,7	0,9	-	-
118L	411	1866.005	6	150	150	100	0,0	0,9	1,4	-	-
118L	411	1868.004	6	150	150	100	0,0	1,2	1,6	-	-
118L	411	1869.010	6	150	150	100	0,0	1,1	1,3	-	-
118L	411	1871.009	6	150	150	100	0,0	1,0	1,5	-	-
118L	411	1874.008	6	150	150	100	0,0	1,1	1,8	-	-
064L	507	CREC.006	6	200	200	87	0,0	0,5	0,5	-	-
064L	507	CREC.005	6	200	200	99	0,0	0,5	0,5	-	-
064L	507	CREC.004	6	200	200	90	0,0	0,5	0,6	-	-
064L	507	CREC.003	6	200	200	89	0,0	0,3	0,4	-	-
064L	507	CREC.002	6	200	200	96	0,0	0,4	0,5	-	-
064L	507	CREC.001	6	200	200	94	0,0	0,5	0,8	-	-
064L	507	CREC.008	3	200	200	54	0,0	0,2	0,2	-	-
064L	507	CREC.007	3	200	200	93	0,0	0,4	0,3	-	-
064L	507	CREC.006	3	200	200	91	0,0	0,3	0,3	-	-
064L	507	CREC.005	3	200	200	99	0,0	0,4	0,3	-	-
064L	507	CREC.004	3	200	200	93	0,0	0,3	0,4	-	-
064L	507	CREC.003	3	200	200	90	0,0	0,2	0,2	-	-
064L	507	CREC.002	3	200	200	96	0,0	0,3	0,3	-	-
064L	507	CREC.001	3	200	200	95	0,0	0,4	0,6	-	-
064L	507	CREC.008	1	200	200	61	0,0	0,2	0,2	-	-
064L	507	CREC.007	1	200	200	94	0,0	0,3	0,3	-	-
064L	507	CREC.006	1	200	200	95	0,0	0,3	0,3	-	-
072L	512	ESPAC.06	2	160	80	89	0,0	0,1	0,1	-	-
072L	512	ESPAC.02	2	80	80	88	0,0	0,1	0,1	-	-
064L	507	CREC.005	1	200	200	100	0,0	0,3	0,3	-	-
064L	507	CREC.004	1	200	200	100	0,0	0,3	0,3	-	-
064L	507	CREC.003	1	200	200	91	0,0	0,2	0,2	-	-

continúa Cuadro A1..

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
064L	507	CREC.002	1	200	200	100	0,0	0,3	0,3	-	-
064L	507	CREC.001	1	200	200	98	0,0	0,3	0,4	-	-
119L	422	1856.002	6	150	150	100	0,0	1,0	1,7	-	-
119L	422	1857.011	6	150	150	100	0,0	1,1	1,8	-	-
119L	422	1859.008	6	150	150	95	0,0	0,9	1,0	-	-
119L	422	1861.006	6	150	150	100	0,0	0,9	0,6	-	-
119L	422	1863.001	6	150	150	97	0,0	0,9	1,4	-	-
119L	422	1864.003	6	150	150	100	0,0	0,9	1,4	-	-
119L	422	1865.004	6	150	150	97	0,0	0,9	1,3	-	-
119L	422	1866.005	6	150	150	97	0,0	1,0	1,5	-	-
119L	422	1868.009	6	150	150	100	0,0	1,2	1,7	-	-
119L	422	1869.010	6	150	150	100	0,0	1,0	1,1	-	-
119L	422	1871.012	6	150	150	97	0,0	0,9	1,4	-	-
119L	422	1874.007	6	150	150	97	0,0	1,1	1,9	-	-
069L	509	CREC.003	3	200	200	74	0,0	0,1	-	-	-
060L	606	CREC.003	9	100	100	77	0,0	0,6	1,0	-	-
060L	606	CREC.003	7	100	100	77	0,0	0,4	0,5	-	-
060L	606	CREC.003	3	100	100	80	0,0	0,4	0,5	-	-
060L	606	CREC.003	1	100	100	77	0,0	0,4	0,4	-	-
059L	707	CREC.006	6	200	200	92	0,0	0,5	0,8	-	-
059L	707	CREC.006	3	200	200	100	0,0	0,5	0,8	-	-
059L	707	CREC.006	1	200	200	100	0,0	0,4	0,5	-	-
058L	509	CREC.018	11	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
058L	509	CREC.018	4	200	200	100	0,0	0,4	0,4	-	-
058L	509	CREC.018	2	200	200	100	0,0	0,4	0,4	-	-
058L	509	CREC.018	1	200	200	100	0,0	0,4	0,4	-	-
057L	508	CREC.011	5	200	200	99	0,0	1,2	1,5	-	-
057L	508	CREC.011	3	200	200	99	0,0	0,8	0,9	-	-
057L	508	CREC.011	1	200	200	99	0,0	0,4	0,5	-	-
065L	508	CREC.005	5	200	200	92	0,0	2,0	2,2	-	-
118L	411	1864.003	6	150	150	100	0,0	0,7	1,0	-	-
065L	508	CREC.006	5	200	200	92	0,0	1,8	2,2	-	-
065L	508	CREC.007	5	200	200	100	0,0	1,9	2,7	-	-
056L	507	CREC.024	6	200	200	96	0,0	0,4	0,4	-	-
056L	507	CREC.024	3	200	200	96	0,0	0,4	0,4	-	-
056L	507	CREC.024	1	200	200	96	0,0	0,3	0,3	-	-
065L	508	CREC.008	5	200	200	96	0,0	1,7	2,2	-	-
051L	603	CREC.002	6	200	200	96	0,0	1,5	1,8	-	-
051L	603	CREC.002	3	200	200	96	0,0	1,1	1,4	-	-
051L	603	CREC.002	1	200	200	96	0,0	0,7	0,9	-	-
050L	407	CREC.009	10	200	200	100	2,2	2,0	2,9	-	-
050L	407	CREC.008	10	200	200	100	1,8	2,1	3,0	-	-
179L	705	2REBROTS	6	-	-	100	3,1	0,0	-	-	-
179L	705	3REBROTS	6	-	-	100	3,1	0,0	-	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
179L	705	4REBROTS	6	-	-	100	4,3	0,0	-	-	-
179L	705	5REBROTS	6	-	-	100	4,2	0,0	-	-	-
050L	407	CREC.007	10	200	200	100	2,0	2,0	2,8	-	-
050L	407	CREC.006	10	200	200	100	2,0	1,9	2,9	-	-
050L	407	CREC.005	10	200	200	100	2,0	1,8	2,7	-	-
050L	407	CREC.004	10	200	200	96	2,5	1,9	2,7	-	-
050L	407	CREC.003	10	200	200	100	1,8	2,3	3,1	-	-
050L	407	CREC.002	10	200	200	96	2,3	1,9	3,0	-	-
050L	407	CREC.001	10	200	200	100	2,3	2,0	2,9	-	-
047L	705	APRO.003	-	-	-	100	8,2	4,2	6,3	-	-
047L	705	APRO.002	-	-	-	100	7,9	5,1	7,8	-	-
047L	705	APRO.001	-	-	-	100	9,4	4,5	6,7	-	-
045L	415	CERCA.01	6	200	100	72	0,0	1,3	5,5	-	-
044L	415	CERCA.01	6	200	100	72	0,0	1,6	2,3	-	-
041L	414	CREC.001	9	200	200	96	2,0	1,9	3,1	-	-
034L	601	CREC.001	1	200	200	76	0,0	0,3	0,7	-	-
031L	505	CREC.004	3	200	200	96	0,0	0,6	0,8	-	-
028L	411	CREC.022	1	200	200	22	0,0	2,9	2,9	-	-
025L	409	CREC.001	9	200	200	100	0,0	1,9	2,7	-	-
025L	409	CREC.001	3	200	200	100	0,0	1,4	2,0	-	-
022L	408	CREC.004	79	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.004	68	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.004	56	200	200	92	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.004	5	200	200	97	0,0	1,5	2,5	-	-
022L	408	CREC.004	2	200	200	98	0,0	0,9	3,9	-	-
022L	408	CREC.004	1	200	200	99	0,0	0,6	0,9	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Rebotes de *Gliricidia sepium* de tres meses de edad, en el Parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala.

ESPECIE *Gmelina arborea*

Redactor: René Suárez

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA.

Nombre Científico *Gmelina arborea* Roxb.

Nombre Común Melina, yamane, gamar.

Familia Verbenaceae.

Origen y Distribución

Originaria del Sudeste asiático, se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm. En América Central se encuentra principalmente en zonas de vida bosque muy húmedo tropical, bosque húmedo tropical y bosque seco tropical.

En Guatemala ha sido plantada en La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez desde 25 a 50 msnm. ubicado en la formación bosque húmedo sub-tropical cálido. También en el municipio de Jalpatagua departamento de Jutiapa a 560 msnm y las mayores plantaciones se localizan en el departamento de Izabal.

Descripción de la Especie

La Melina es un árbol caducifolio de tamaño mediano a grande. En plantaciones bien raleadas y bajo condiciones óptimas puede alcanzar alrededor de 30 m de altura y un diámetro máximo entre 60 y 100 cm; pero la altura más común es alrededor de 20 m, con un tronco limpio de hasta 6 a 9 m cuando crece aislada, desarrolla una copa amplia, ramas gruesas, bajas y tronco muy cónico. En plantaciones densas desarrolla un fuste limpio de ramas bajas y menos cónico. El tronco es de base recta, corteza externa lisa, gris blanquecina; corteza interna amarillenta, moteada que pardea al aire rápidamente.

El sistema radicular es profundo, con una raíz principal pivotante, cuando se desarrolla en suelos arenosos profundos. En suelos con impedimentos, desarrolla un sistema radicular superficial.

Las hojas son simples, opuestas, grandes, ovalacuminadas y con la base cordada. El haz es normalmente glabro o con muy poca vellosoidad. El envés presenta pubescencia estrellada de color amarillo oscuro. Sus flores son numerosas y se presentan en panículas terminales, ramificada y densamente pubescentes. La floración se produce en la época seca o al inicio de las lluvias. Las flores son monoicas perfectas o hermafroditas. Sus frutos (drupas), son abundantes, ovaliformes, de color amarillo cuando están maduros, de 2 a 2.5 cm de longitud, con un encorado endurecido, que contiene de una a cuatro semillas en sus cavidades. Normalmente sólo germinan de una a tres semillas por fruto. En el proyecto MADELEÑA se han recolectado la mayor parte de las semillas en Mazatenango, en los meses de julio y agosto. También se ha comprobado que el tiempo de germinación es de 20 días y el tiempo en el vivero es de seis meses (CATIE, 1986).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

En general la especie se adapta mejor a las zonas de vida del bosque seco tropical, bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical, con variaciones en su desarrollo el cual parece depender del tipo de suelo.

En su ambiente de origen, las temperaturas máximas absolutas varían entre los 38°C y los 48°C, y las mínimas entre los -1°C. y los 16°C. En América Central se le ha plantado con éxito en sitios con Temperatura Medio Anual entre 24°C y 29°C. En los experimentos realizados en Mazatenango, Escuintla y Jutiapa, la

precipitación varía entre 1180mm. a 1860mm. En la mayor parte de su zona de distribución natural la especie se encuentra entre los 90 y 900 metros de altitud. En Guatemala los sitios donde fue plantada esta especie van de 40 a 560 msnm.

La especie presenta un mejor desarrollo en suelos profundos, húmedos, bien drenados y con buen suministro de nutrimentos; como los hay en la Maquina Mazatenango donde están plantados la mayoría de experimentos y Jutiapa que tiene suelos *Vertic Ustro Pepts* (CATIE 1986).

Factores Limitantes

Las condiciones de suelo son de gran importancia en el desarrollo de la especie. Los rendimientos más satisfactorios se dan en suelos profundos, húmedos pero bien drenados y sin obstáculos ya que las raíces no pueden traspasar capas endurecidas o de grava compacta.

En general la especie es susceptible a la competencia de gramíneas u otras malezas. En la Máquina, Mazatenango, las plantaciones jóvenes en los primeros meses de plantadas, fueron atacadas por zomposos *Atta* sp.

En suelos muy erosionados o compactados, de topografía quebrada y muy superficiales, la plantación puede mostrar árboles con fuste torcido, de poca altura, muy ramificados y en zonas muy ventosas, la especie limita su desarrollo.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Lefía

La melina ha sido utilizada para lefía en Malawi, Sierra Leona y Nigeria. En Costa Rica se ha utilizado como lefía en salineras. En Guatemala se utiliza como lefía para la cocción de alimentos por las familias campesinas. El valor calorífico de su albura es de 4,800 Kcal/kg se quema rápidamente. El carbón que se obtiene de melina arde bien y sin humo, pero produce mucha ceniza.

Madera

La madera color paja de la melina es una de las mejores de uso general en los trópicos, se utiliza para tableros de partículas, en la capa central de la madera contrachapada, para bastidores de apoyo en minería, fósforos y madera de aserrío, para construcciones livianas, carpintería en general, embalaje y fabricación de muebles.

Pulpa

La madera de melina produce un rendimiento regular de papel, con propiedades superiores a la de la pulpa que se obtiene de la mayoría de las maderas duras. En la región Amazónica del Río de Janeiro de Brasil, se han plantado millones de árboles de melina para abastecer una gran fábrica de papel Kraft (750 t diarias).

Miel

Las flores producen néctar en abundancia, del cual se obtiene una miel de alta calidad.

Sombra

Su sombra es tan fuerte que nada crece bajo los rodales densos (2m x 2m), cuando se planta en laderas, pueden construirse camellones con anterioridad para evitar erosión.

SILVICULTURA

Recolección de Semilla

La recolección la realizan los promotores y técnicos del proyecto MADELEÑA-DIGEBOS en el área de La Máquina Suchitepéquez y en Coatepeque. Otra parte de la recolección se coordina con el Banco de Semillas Forestales de DIGEBOS (BANSEFOR). La época de recolección se realiza entre junio y agosto.

En Guatemala se ha observado, que en Coatepeque y Escuintla alrededor de las plantaciones, hay abundante regeneración natural. La semilla puede germinar de una plantación. Las plántulas de la regeneración pueden ser recolectadas para trasladarlas a bolsas para el vivero.

Producción en vivero

Para el establecimiento del vivero, en primer lugar, hay que hacer una selección del sitio. Además es preferible que las condiciones climáticas y edáficas sean las que requiera la especie y similares a las condiciones donde se plantará.

En vivero se recomienda el uso de bancales para producción de seudoestacas. El tamaño apropiado de las seudoestacas debe ser de 20 a 30 cm de raíz y un tocón de no más de 5 a 10 cm de longitud y 1.5 cm a 5cm de diámetro al cuello. Este tipo de material, permanezca en el vivero aproximadamente cuatro meses.

Establecimiento de la plantación

-Selección del Sitio La selección del sitio donde se establecerá la plantación, es de gran importancia, ya que la especie crece en la mayoría de los suelos, pero es sumamente sensible a las condiciones del mismo.

-Preparación del Terreno Esta especie es muy susceptible a la competencia de malezas por lo que es necesario una buena preparación del terreno (limpieza).

Las distancias de plantación más utilizadas en Guatemala son de 2.0 m x 2.0 m y 1.5 m x 1.5 m.

-Control de malezas En los primeros meses de la plantación, los árboles aún no están en condiciones de competir y pueden ser asfixiados por las malezas. La mayoría de las malezas disminuyen su abundancia ante la reducción de la intensidad de luz.

Esta reducción se da al cerrarse el dosel de la plantación, por lo que las limpiezas deben realizarse en los primeros dos o tres años. Las limpiezas se inician alrededor de cuatro semanas después de hecha la plantación. En La Máquina, Mazatenango, la mayor parte de los agricultores ahorran mano de obra en el control de malezas, ya que al mismo tiempo siembran la melina asociada con maíz en los primeros años.

-Fertilización La respuesta a la fertilización estará en función de las características de cada suelo, por lo que es necesario un análisis del mismo, para determinar los requerimientos de fertilización en cada sitio. En Guatemala se realizó un ensayo de fertilización en la finca La Gloria en el municipio de Jalpatagua, departamento de Jutiapa; coordenadas 14° 08' N y 90°00' W. El objetivo fue determinar la respuesta de la especie a diferentes dosis de fertilización.

Clima, Zona de Vida y Suelos

El sitio lo encuentra a 557 msnm, con temperatura promedio anual 27 °C, con precipitación promedio anual de 1179 mm, con seis meses de sequía (menos de 30 mm); se ubica en la formación bosque húmedo subtropical cálido (bh-S_c). Son suelos *Vertic ustropepts*, de textura franca fina, mezclada e isohipertérmica.

Descripción de la Unidad

Es un ensayo de fertilización con cuatro dosis de aplicación de 15-15-15, estas dosis fueron 0 gr. (testigo); 50 gr; 100 gr y 200 gr, en un diseño formal de bloques al azar, con cuatro repeticiones, parcelas de 36 árboles cada una, distanciados a 2 x 2 m. Fue plantado en julio de 1988, en abril de 1989 se efectuó la primera evaluación del experimento.

Cuadro 1. Resultados del ensayo de cuatro dosis de fertilización de *Gmelina arborea* a los 23 meses de plantado.

Dosis	Superv. (%)	h (dm)	d (mm)	A. Basal (m ²)
0 (testigo)	96	24	20	0.009
50	74	25	21	0.008
100	78	25	22	0.010
200	70	25	27	0.012

Sistemas agroforestales

Esta especie ha sido utilizada en sistemas agroforestales, sin embargo, su crecimiento rápido y amplia densidad de copa en algunos lugares con buenos suelos impiden su asocio después del primer año de plantación con espaciamientos de 2.5 x 2.5 m y 2 x 2 m. En Guatemala se ha utilizado con éxito en asocio con maíz, haba, frijol, kenaf, y otros. También, como cercos vivos en Coatepeque, Quetzaltenango, (10 msnm), PMA 2,346 mm y siete meses con déficit hídrico, se instaló un cerco vivo de *Gmelina arborea*, con plántulas producidas en vivero a dos metros entre plantas, a los 22 meses se tenía una sobrevivencia de 85% diámetro promedio de 7.4 cm y altura promedio de árboles sin podar de 6.4 m.

Además, se ha establecido en sistemas silvopastoriles en la Finca Bruselas de La Máquina, Suchitepéquez, con excelente crecimiento, Otro de los usos de la especie en sistemas agroforestales en Guatemala, es como linderos.

Podas

Es necesario si se pretende madera de calidad, pero debe aplicarse únicamente a los árboles que realmente serán aserrados. En Guatemala desde que se iniciaron los cursos de manejo de plantaciones por MADELEÑA-3 en noviembre de 1993, los agricultores han tomado conciencia de la necesidad de podas para madera de aserrío

Raleo

El objeto de los raleos es concentrar el potencial de crecimiento en los mejores árboles. Los árboles remanentes después de cada raleo, serán los de mejor forma y tamaño.

El raleo permite ajustar la densidad, a lo largo de la vida de la plantación, de manera que se den condiciones óptimas de crecimiento, para cada árbol en particular y para el arbolado en general, por características de la especie, si se mantiene el rodal a altas densidades, se eliminará totalmente el sotobosque. Si esto sucede se desproteje el suelo y se aumentan los riesgos de erosión principalmente en sitios con pendientes.

SITIOS Y EXPERIMENTADOS ANALIZADOS

El estudio comprende el análisis de 20 experimentos con *Gmelina arborea* localizados en varios sitios, los cuales comprenden elevaciones que van, desde 10 msnm en Taxisco Santa Rosa y la Blanca Coatepeque, hasta 654 msnm en Atescatempa, Jutiapa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Condiciones de sitios y climas de los experimentos realizados con *Gmelina arborea* en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
024L	408	100	bh ST	10	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez ✓
026L	410	347	bmh S	0	25.5	2654	San Gabriel, Escuintla ✓
055L	417	100	brh S	0	-	1860	Línea B14 536, La Máquina, Cuyotenango, Suchit. ✓
061L	408	100	bh ST	10	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez ✓
074L	603	654	bs S	0	-	1591	Atescatempa, Jutiapa ✓
108L	608	620	bs ST	25	-	620	Atescatempa, Jutiapa ✓
125L	606	654	bs ST	25	-	1591	2 K S.C. Frontera San Benito ✓
112L	610	10	bmh S	0	25.9	1937	Taxisco, Santa Rosa ✓
113L	611	400	bmh ST	10	-	2630	San Juan Tecuaco, Santa Rosa ✓
114L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
115L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
116L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
129L	423	50	bh ST	10	-	1860	6 Km. Sur Del Centro, La Máquina, Suchitepéquez ✓
131L	424	10	bmh S	2	27.8	2346	5kms., La Blanca, Coatepeque, Quetzaltenango ✓
154L	425	100	brh S	5	-	1860	Línea B-4 7 Km., La Máquina, Suchitepéquez ✓
164L	616	557	brh S	2	26.9	1365	2 Km. Jalpatagua, Jutiapa ✓
180L	408	100	bh ST	10	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez ✓
182L	423	50	bh ST	10	-	1860	6 Km. Sur Del Centro, La Máquina, Suchitepéquez ✓

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

La precipitación media anual varía de 620 mm en Atescatempa del departamento de Jutiapa, hasta 2654 mm en San Miguel del departamento de Escuintla. La mayoría de los sitios presentan un déficit hídrico de seis meses.

La temperatura media anual varía de 25.9 °C en San Gabriel Escuintla hasta 26.9 °C en Jalpatagua, Jutiapa.

También existe un amplio rango de clases de suelos Vertic Haplustalf, Ultic Haplustalf, Acric Tropaguept, Vertic Ustropept, Typic Tropoquet, Typic Haplustoll, Cumulic Haplustoll, Aquic Haplustalf, en condiciones de clima y sitio variables (Cuadro 3).

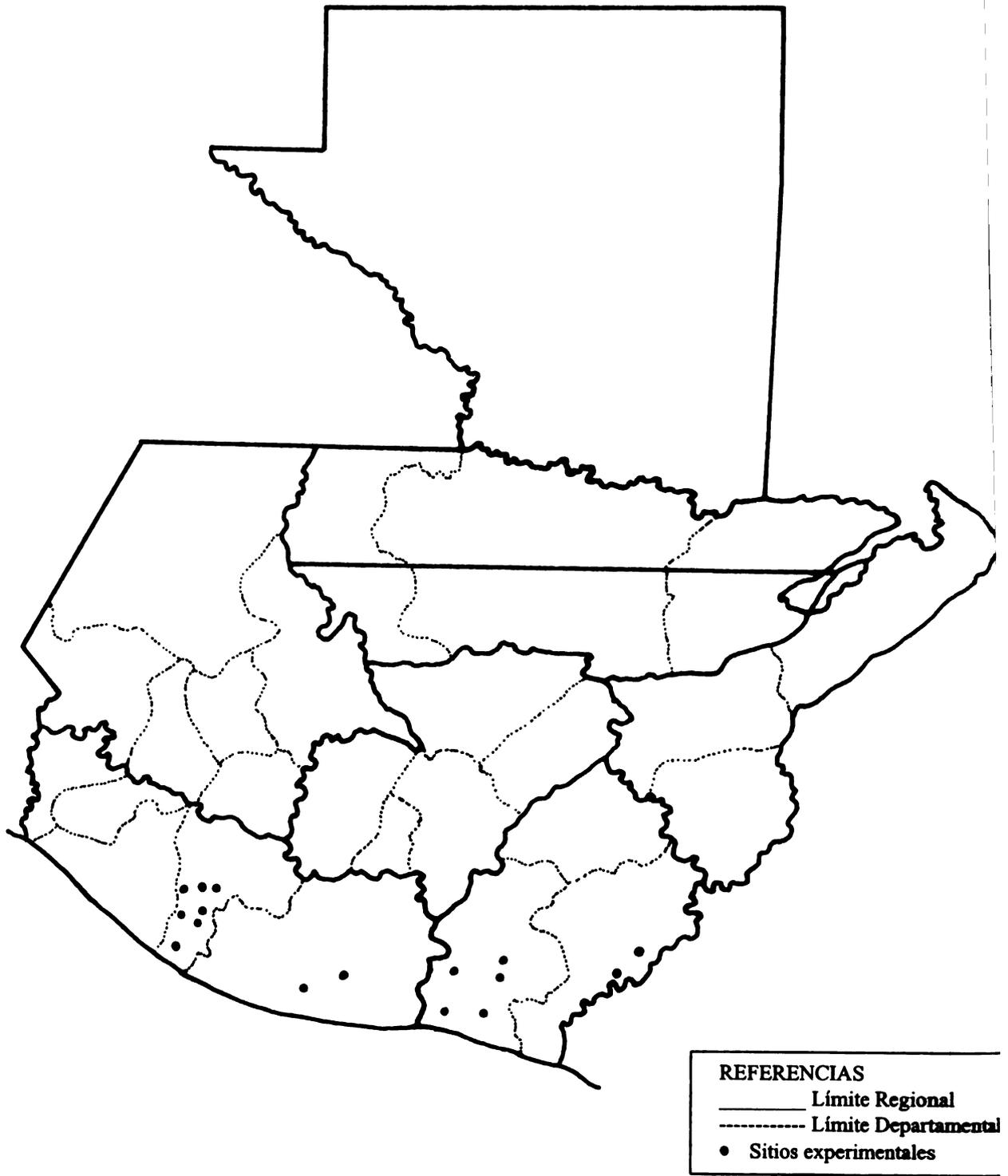


Figura 1

Ubicación de los sitios experimentales de *Gmelina arborea* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

Cuadro 3. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Gmelina arborea* en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. CIC				Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
							meq/100	gr	suelo					
024L	408	2	1	FA FAL	6.8	3.7	19.0	4.2	2.1	30.0	50	0	9	La Máquina, Suchitepéquez.
024L	408	2	2	FA FAL	6.7	2.3	19.5	3.7	1.1	26.8	50	9	27	La Máquina, Suchitepéquez.
024L	408	2	3	AL	7.0	1.4	19.0	3.8	1.0	25.5	50	27	41	La Máquina, Suchitepéquez.
024L	408	2	4	A	7.0	0.9	16.5	3.9	1.1	26.8	50	41	65	La Máquina, Suchitepéquez.
024L	408	2	5	FA	7.1	0.5	14.5	4.1	1.0	25.2	50	65	-	La Máquina, Suchitepéquez.
026L	410	16	1	F	6.1	5.9	10.0	2.8	0.4	34.8	-	0	16	San Gabriel
026L	410	16	2	FA	6.2	3.0	8.5	2.4	0.2	30.5	-	16	29	San Gabriel
026L	410	16	3	A	6.4	2.1	7.0	2.2	0.2	31.6	-	29	44	San Gabriel
026L	410	16	4	A	6.5	1.3	6.0	2.2	0.2	31.0	-	44	60	San Gabriel
026L	410	16	5	A	6.6	0.9	6.0	2.8	0.2	25.7	-	60	-	San Gabriel
055L	417	1	1	FL	7.1	3.2	10.0	4.8	2.1	22.5	50	0	18	La Máquina, Suchitepéquez.
055L	417	1	2	FL	7.2	2.3	10.5	5.3	0.7	25.2	50	18	28	La Máquina, Suchitepéquez.
055L	417	1	3	FL	7.0	2.3	10.5	5.6	0.6	25.7	50	28	40	La Máquina, Suchitepéquez.
055L	417	1	4	FL	7.1	2.7	13.5	5.7	0.4	35.3	50	40	52	La Máquina, Suchitepéquez.
055L	417	1	5	FL	7.1	2.3	15.5	6.3	0.3	31.6	50	52	76	La Máquina, Suchitepéquez.
055L	417	1	6	FL	7.4	1.4	14.5	5.9	0.2	29.0	50	76	106	La Máquina, Suchitepéquez.
061L	408	2	1	FA FAL	6.8	3.7	19.0	4.2	2.1	30.0	50	0	9	La Máquina, Suchitepéquez.
061L	408	2	2	FA FAL	6.7	2.3	19.5	3.7	1.1	26.8	50	9	27	La Máquina, Suchitepéquez.
061L	408	2	3	AL	7.0	1.4	19.0	3.8	1.0	25.5	50	27	41	La Máquina, Suchitepéquez.
061L	408	2	4	A	7.0	0.9	16.5	3.9	1.1	26.8	50	41	65	La Máquina, Suchitepéquez.
061L	408	2	5	FA	7.1	0.5	14.5	4.1	1.0	25.2	50	65	-	La Máquina, Suchitepéquez.
074L	603	37	1	F	6.4	5.1	21.5	7.5	0.7	42.8	620	0	11	El Retiro
074L	603	37	2	Fa	6.5	1.7	20.0	5.8	0.4	41.7	620	11	38	El Retiro
074L	603	37	3	Fa	6.5	0.4	17.5	6.6	0.7	34.2	620	47	-	El Retiro
108L	608	33	1	FL	6.5	5.9	13.0	4.9	1.0	40.1	0	0	18	Fosa Municipal
108L	608	33	2	FL	6.6	4.3	14.0	5.0	0.5	37.5	0	18	41	Fosa Municipal
108L	608	33	3	Fa	6.7	2.1	9.5	3.7	0.3	26.8	0	41	60	Fosa Municipal
108L	608	33	4	Fa	6.7	1.3	8.0	3.1	0.3	26.8	0	60	80	Fosa Municipal
108L	608	33	5	F FL	6.6	3.8	12.5	5.0	0.4	34.8	0	80	96	Fosa Municipal
108L	608	33	6	aF	6.8	0.9	4.0	1.7	0.4	24.1	0	96	-	Fosa Municipal
112L	610	57	1	F	6.5	5.7	8.5	2.1	1.0	34.7	60	0	16	Astillero Taxisco
112L	610	57	2	AL	6.4	3.4	8.5	2.0	0.7	29.9	60	16	29	Astillero Taxisco
112L	610	57	3	A	6.5	1.5	7.0	1.7	0.5	27.8	60	29	78	Astillero Taxisco
112L	610	57	4	A	6.5	1.0	5.0	1.3	0.2	26.3	60	78	-	Astillero Taxisco
113L	611	56	1	FA	6.2	5.3	11.0	3.0	0.6	30.5	400	0	20	San Juan Tecuaco
113L	611	56	2	AL FAL	5.8	3.4	9.0	2.8	0.3	34.7	400	29	45	San Juan Tecuaco
113L	611	56	3	FA	5.6	1.9	5.5	2.2	0.3	34.1	400	45	70	San Juan Tecuaco
113L	611	56	4	A	5.5	1.5	6.0	2.6	0.1	26.3	400	70	-	San Juan Tecuaco
114L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán

continúa Cuadro 3...

Código de Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. CIC			Alt. mm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación	
							meq/100	gr	suelo					
115L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán.
115L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán.
115L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán.
116L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán.
116L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán.
116L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán.
125L	606	58	1	FA	6.3	7.2	14.0	5.0	0.2	44.6	654	0	12	San Benito.
125L	606	58	2	aF	6.2	4.8	16.0	5.7	0.2	45.7	654	12	38	San Benito.
125L	606	58	3	AL FAL	6.3	3.8	18.5	7.0	0.2	48.3	654	38	56	San Benito.
125L	606	58	4	FA	6.5	2.9	15.5	6.6	0.2	46.2	654	56	-	San Benito.
131L	424	28	1	F	6.1	10.6	6.5	2.1	0.5	33.2	10	0	5	Cooperativa.
131L	424	28	2	FL	6.9	1.7	6.0	3.0	0.5	26.8	10	5	20	Cooperativa.
131L	424	28	3	FL	6.8	0.9	7.0	2.8	0.5	19.8	10	20	43	Cooperativa.
131L	424	28	4	F	6.8	0.4	5.5	2.4	0.2	20.3	10	43	83	Cooperativa.
131L	424	28	5	F	7.2	2.1	9.5	5.0	0.1	36.4	10	83	-	Cooperativa.
154L	425	67	1	FA	6.8	-	16.5	2.6	3.6	20.9	36	0	16	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez.
154L	425	67	2	FA	6.9	-	14.9	2.2	2.0	18.9	36	16	43	La Máquina, Cuyotenango.
154L	425	67	3	A	6.9	-	11.5	3.4	0.6	16.4	36	43	110	La Máquina, Cuyotenango.
164L	616	88	1	F	6.6	-	10.6	4.0	3.0	27.6	545	0	7	Jalpatagua, Jutiapa.
164L	616	88	2	FA	6.5	-	10.8	3.9	2.3	24.6	545	7	16	Jalpatagua, Jutiapa.
164L	616	88	3	FAa	6.4	-	7.7	2.8	1.7	17.9	545	16	21	Jalpatagua, Jutiapa.
164L	616	88	4	A	6.6	-	15.0	4.9	2.1	30.0	545	21	41	Jalpatagua, Jutiapa.
164L	616	88	6	F	6.6	-	9.1	3.0	1.0	32.3	545	61	69	Jalpatagua, Jutiapa.
164L	616	88	7	FA	6.8	-	11.8	3.9	1.0	34.1	545	69	76	Jalpatagua, Jutiapa.
164L	616	88	8	FA	6.8	-	15.0	4.6	0.9	38.5	545	76	96	Jalpatagua, Jutiapa.
164L	616	88	9	F	6.8	-	12.0	4.2	1.0	31.5	545	96	-	Jalpatagua, Jutiapa.

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

En general, la sobrevivencia de la especie es alta, bajo las diferentes condiciones de sitio entre 70 y 100%. Valores bajos observados, menores del 50%, pueden ser atribuidos al descuido en las plantaciones, como sucedió en San Juan, Tecuaco, Santa Rosa, donde el ganado entró a la plantación destruyendo el 70%, a la edad de ocho meses. Otro caso sucedió en La Máquina, Suchitepéquez, donde la sobrevivencia es menor del 30%, debido a que se utilizan pseudoestacas muy delgadas y con demasiada altura al momento de la siembra (Cuadro 4).

También los suelos pesados y compactados afectaron la sobrevivencia hasta un 44% como sucedió en la finca Chiquiguitán en Taxisco, Santa Rosa.

Crecimiento en altura total

La melina es una especie de rápido crecimiento, las mayores alturas corresponden al experimento situado en la línea B-14 sitio 36, la Máquina, Cuyotenango Suchitepéquez, alcanzando hasta 18.4 m a la edad de 35 meses. En los mejores sitios con las buenas características de suelo y clima, se tienen los menores incrementos medios anuales, en altura, mostrando rangos de crecimiento considerados bajos con IMA, menor de 2 m los sitios donde se localizan estos experimentos son: en Jalpatagua Jutiapa con altitud de 557 msnm 1365 mm de precipitación y zonas de vida bhs; también en Atescatempa Jutiapa, rango de crecimiento medio lo consideramos de 2.1 a 3.5 m de IMA y la mayoría de los experimentos en este rango están localizados en La Máquina Suchitepéquez (Cuadro 3, 4 y 5).

Como rango alto lo tomamos de 3.6 m a 5 m de IMA, estando situados los sitios en La Máquina, Suchitepéquez y La Blanca, Coatepeque, Quetzaltenango, situado en una zona de vida, bosque muy húmedo sub-tropical (bmh-S), con una precipitación de 2,346 mm y altura de 100 msnm., y como sitio excelente tenemos rangos mayores de 5 m de IMA los cuales son seis experimentos localizados en la Máquina, Suchitepéquez con una precipitación de 1860 mm y altitud 11 msnm, zona de vida bosque muy húmedo subtropical. Se observa en estos seis experimentos que los niveles de Ca (10), Mg (4,5), K (2.1) son óptimos y con una buena cantidad de materia orgánica y con un pH de 7.1 (Cuadros 3, 4 y 5).

Cuadro 4. Resumen de resultados de crecimiento de *Gmelina arborea* en Guatemala, en sitios y edades seleccionados.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
024L	408	CREC.002	56	100	10.9	12.3	200	200	15.8	13.41
026L	410	CREC.001	56	60	13.5	12.0	200	200	15.3	13.71
055L	417	CREC.001	35	20	17.0	15.2	150	150	16.7	16.92
055L	417	CREC.002	35	32	17.0	13.6	150	200	17.7	15.87
055L	417	CREC.003	35	32	17.1	13.0	200	200	16.5	15.28
055L	417	CREC.004	35	28	20.5	12.6	200	250	18.2	15.07
055L	417	CREC.005	35	36	17.4	16.0	150	150	18.7	17.39
055L	417	CREC.006	35	48	10.6	12.4	150	200	16.3	14.05
055L	417	CREC.007	35	64	12.5	12.5	200	200	18.4	14.87
055L	417	CREC.008	35	24	19.6	13.9	200	250	17.3	16.15
055L	417	CREC.009	35	32	11.8	12.0	150	150	15.4	13.78
055L	417	CREC.010	35	4	29.6	18.4	150	200	18.4	19.20
055L	417	CREC.011	35	32	0.0	0.0	200	200	-	9.14
055L	417	CREC.012	35	52	16.2	15.4	200	250	18.6	16.70
061L	408	F050G/PL	56	100	11.6	12.2	200	200	14.2	13.78
061L	408	F100G/PL	56	100	12.7	13.2	200	200	16.3	16.95
061L	408	F150G/PL	56	92	11.8	12.0	200	200	13.5	14.22
061L	408	SIN.FERT	56	100	10.4	12.9	200	200	13.4	14.43
074L	603	CREC.008	7	85	0.0	0.6	200	100	1.2	3.29
108L	608	CREC.003	5	100	0.0	0.8	150	150	0.4	2.28
112L	610	CREC.005	33	86	8.8	6.4	150	150	7.9	8.46
113L	611	CREC.004	33	33	11.2	8.3	200	200	-	6.49

continúa Cuadro 4...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
114L	612	CREC.003	6	84	0.0	0.5	200	200	-	0.00
115L	612	CREC.002	6	44	0.0	0.7	150	150	1.0	3.44
116L	612	CREC.003	6	89	0.0	0.7	100	100	1.0	3.40
125L	606	CREC.002	4	40	0.0	0.4	150	150	0.7	0.00
129L	423	1-025/5B	43	97	8.0	9.8	150	150	9.9	11.23
129L	423	1-025/5P	43	97	8.6	10.3	150	150	10.4	11.63
129L	423	1-025/OB	43	92	11.4	10.6	150	150	10.1	11.25
129L	423	1-025/OP	43	100	10.7	10.1	150	150	10.6	10.65
129L	423	2-050/5B	43	100	10.7	11.1	150	150	11.8	12.71
129L	423	2-050/5P	43	97	10.1	10.6	150	150	11.5	12.30
129L	423	2-050/OB	43	100	10.2	10.1	150	150	11.6	12.14
129L	423	3-100/5B	43	94	9.7	10.1	150	150	10.6	11.80
129L	423	3-100/5P	43	81	9.7	10.0	150	150	10.7	11.40
129L	423	3-100/OB	43	100	10.2	9.8	150	150	11.1	12.12
129L	423	3-100/OP	43	95	8.6	9.6	150	150	11.1	11.61
129L	423	4-000/5B	43	97	9.3	10.4	150	150	11.7	12.82
129L	423	4-000/5P	43	89	9.5	10.9	150	150	11.8	12.48
129L	423	4-000/OB	43	97	9.1	10.0	150	150	11.0	10.79
129L	423	4-000/OP	43	97	8.7	10.7	150	150	11.2	12.56
131L	424	CERCA.01	21	94	9.4	5.9	100	100	7.6	8.70
131L	424	CERCA.02	21	76	10.4	7.1	100	100	8.8	9.93
154L	425	FERT.050	44	93	11.6	12.3	200	200	14.7	13.72
154L	425	FERT.100	44	84	11.4	11.4	200	200	14.0	0.00
154L	425	FERT.200	44	78	13.2	11.9	200	200	14.7	14.03
154L	425	TESTIGO*	44	89	11.2	12.3	200	200	14.7	0.00
164L	616	FERT.050	32	82	4.7	3.1	200	200	4.6	5.21
164L	616	FERT.100	32	84	4.8	3.2	200	200	4.8	0.00
164L	616	FERT.200	32	67	4.7	3.3	200	200	4.0	5.31
164L	616	TESTIGO*	32	97	4.1	3.1	200	200	4.1	0.00
178L	437	2.800.005	31	80	10.0	9.2	200	200	9.6	11.12
178L	437	4.101.001	31	22	13.8	7.9	200	200	9.2	11.31
178L	437	4.241.006	31	84	9.9	8.5	200	200	9.8	11.42
178L	437	4.248.004	31	91	9.6	8.9	200	200	9.8	11.45
178L	437	4.295.002	31	41	11.7	8.2	200	200	8.3	10.50
178L	437	4.296.003	31	58	11.7	9.1	200	200	9.3	11.45
178L	437	CREC.007	31	89	10.0	8.1	200	200	9.4	11.21
180L	408	NREBROT1	79	100	8.0	8.9	200	200	10.9	9.75
180L	408	NREBROT2	79	88	7.4	7.8	200	200	10.5	0.00
182L	423	TESTIGO*	71	66	10.1	9.9	150	150	16.2	0.00
182L	423	IREBROTS	71	66	10.2	10.2	150	150	14.8	0.00

continúa Cuadro 4...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. I (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Indice de Sitio
182L	423	2REBROTS	71	56	10.5	10.6	150	150	16.3	0.00
182L	423	4REBROTS	71	75	13.0	12.0	150	150	18.8	0.00
182L	423	TESTIGO*	71	81	11.4	12.3	150	150	17.6	0.00
182L	423	1REBROTS	71	77	11.8	12.7	150	150	16.6	0.00
182L	423	2REBROTS	71	62	11.9	10.3	150	150	16.0	0.00
182L	423	4REBROTS	71	72	10.5	11.2	150	150	15.7	0.00
182L	423	TESTIGO*	71	83	12.6	13.2	150	150	17.4	0.00
182L	423	1REBROTS	71	79	14.7	13.8	150	150	17.2	0.00
182L	423	2REBROTS	71	0	12.4	10.2	150	150	17.9	0.00
182L	423	4REBROTS	71	75	13.1	11.1	150	150	17.5	0.00

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Cuadro 5. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Altura Total (IMAALTOT) para *Gmelina arborea* en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO
Alto	> 5,00 m/año
Medio	3,50-5,00 m/año
Bajo	< 3,5 m/año

Crecimiento en diámetro promedio

El crecimiento en DAP promedio varía de acuerdo a la edad; el crecimiento de melina en diámetro tiene incrementos medios anuales mayores de 10 cm. A la edad de 35 meses en la Máquina Suchitepéquez; como observamos en el Cuadro 5, los valores más altos en IMA son alcanzados a edades tempranas. Los rangos de IMA son alcanzados a edades tempranas; los rangos de IMA en diámetro los clasificamos como bajos, medios, altos y excelentes.

IMA-bajo, consideramos a todos los experimentos como IMA menor de 2 cm los sitios donde se localizan estos experimentos son Jalapa, Jutiapa, con una altitud de 557 msnm una precipitación de 1365 mm. y una zona de vida (bhs).

IMA-medio, consideramos a todos los experimentos con IMA de 2.1 a 4.5 cm es aquí donde se encuentra el mayor porcentaje del total de experimentos localizados en La Máquina, Suchitepequez.

IMA-alto. En este rango se encuentran los experimentos que van de 4.6 a 7 cm/año en IMA en diámetro y con IMA mayores de 7 se clasifican con un crecimiento excelente el experimento 55 y el 61, los dos localizados en La Máquina, Suchitepéquez con una precipitación 1860 mm una altitud 100 msnm con niveles de Ca Mg y P óptimos, con pH mayores de 6 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Diámetro Cuadrático Medio (IMADCM) para *Gmelina arborea* en Guatemala.

CATEGORIA	RANGOS
Excelente	> 7,00 cm/año
Alto	4,60-7,00 cm/año
Medio	2,10-4,50 cm/año
Bajo	< 2,00 cm/año

OTRAS EXPERIENCIAS

Ensayo de Fertilización

En la Máquina Suchitepéquez se realizó un ensayo estudiando el efecto de cuatro niveles de fertilización en NPK (15-15-15), en el incremento en diámetro y altura de *Gmelina arborea* para un período de cinco meses en una plantación de un año (Cuadro 7)

Del cuadro se puede concluir que para melina en esas condiciones, se podrá fertilizar a 50 g/planta con resultados satisfactorios para la planta y la economía de la finca.

Cuadro 7 Ensayo de cuatro niveles de fertilización en NPK en el incremento de diámetro y altura en *Gmelina arborea* para un periodo de cinco meses en una plantación de un año.

TRATAMIENTO (g/planta)	DAP(cm)	altura(m)
0	2.9 AB*	2.7 AB
50	3.3 A	3.4 A
100	2.6 B	3.2 A
150	3.3 A	3.5 A

* letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento, prueba de Tukey.

CONCLUSION

La melina es una especie con mucho potencial e importancia para el país ya que se ha demostrado su rápido crecimiento y fácil adaptación en diferentes lugares del país. Por otro lado, es una especie con muy buena aceptación por parte de los productores de las áreas donde se ha establecido.

RECOMENDACION

Dada la importancia y potencial de la especie se recomienda el análisis y estudio de la comercialización de los productos y subproductos de esta especie estudiado por el Proyecto. Ya que actualmente se ha iniciado el aprovechamiento de plantaciones; y los pocos agricultores que están aprovechando, están viendo lo rentable de esta especie, por lo que se espera que a corto plazo su demanda sea mayor.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de 5 años de investigación. CATIE Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe técnico No. 86. 228 p..
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA.. 1984. Especies para la leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba Costa Rica. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, C. R. 344 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Melina, *Gmelina arborea* Roxb: Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe técnico No. 181. 69 p.
- DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE. 1993. Manual de Diseño, manejo y mantenimiento de Viveros Forestales. Proyecto Agroforestal. DIGEBOS-AECI. Guatemala 34 p.
- UGALDE, A., L. 1993. Manejo y Análisis de la Información con el programa SYSTAT. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica, Proyecto MADELEÑA-3. Manual Técnico. 51 p.

ANEXO



Cuadro A1. Resultados de crecimiento de *Gmelina arborea* en los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código Experimento	No. Sitio	Código Tratamiento	Edad meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Tot. (m)	Altura Dom. (m)	IMA/ Alt. Tot. (m/año)	IMA/ DCM (cm/año)
055L	417	CREC.005	35	150	150	36	17,4	16,0	18,7	5,49	5,97
055L	417	CREC.012	35	200	250	52	16,2	15,4	18,6	5,28	5,55
061L	408	F150G/PL	17	200	200	100	8,3	7,4	7,9	5,22	5,86
055L	417	CREC.001	35	150	150	20	17,0	15,2	16,7	5,21	5,83
024L	408	CREC.002	17	200	200	100	7,5	7,2	8,2	5,08	5,29
061L	408	SIN.FERT	15	200	200	100	7,0	6,1	6,6	4,88	5,60
061L	408	F100G/PL	17	200	200	100	8,1	6,9	7,2	4,87	5,72
131L	424	CERCA.02	16	100	100	76	9,5	6,4	8,2	4,80	7,13
055L	417	CREC.008	35	200	250	24	19,6	13,9	17,3	4,77	6,72
061L	408	F050G/PL	17	200	200	100	7,6	6,7	7,3	4,73	5,36
061L	408	SIN.FERT	17	200	200	100	7,2	6,7	6,9	4,73	5,08
061L	408	F100G/PL	15	200	200	100	6,9	5,9	6,4	4,72	5,52
055L	417	CREC.002	35	150	200	32	17,0	13,6	17,7	4,66	5,83
061L	408	F050G/PL	15	200	200	100	7,2	5,8	6,2	4,64	5,76
061L	408	F150G/PL	15	200	200	100	7,5	5,7	5,5	4,56	6,00
024L	408	CREC.001	17	200	200	96	7,0	6,4	7,4	4,52	4,94
055L	417	CREC.003	35	200	200	32	17,1	13,0	16,5	4,46	5,86
055L	417	CREC.004	35	200	250	28	20,5	12,6	18,2	4,32	7,03
154L	425	FERT.200	20	200	200	89	8,9	7,2	9,1	4,32	5,34
055L	417	CREC.007	35	200	200	64	12,5	12,5	18,4	4,29	4,29
055L	417	CREC.006	35	150	200	48	10,6	12,4	16,3	4,25	3,63
024L	408	CREC.002	23	200	200	100	8,0	8,1	9,2	4,23	4,17
055L	417	CREC.009	35	150	150	32	11,8	12,0	15,4	4,11	4,05
129L	423	2-050/5B	12	150	150	100	5,2	4,1	4,7	4,10	5,20
129L	423	2-050/5P	12	150	150	100	5,0	4,1	4,8	4,10	5,00
129L	423	3-100/5B	12	150	150	94	4,3	4,1	4,6	4,10	4,30
154L	425	FERT.050	20	200	200	99	7,6	6,8	7,4	4,08	4,56
154L	425	TESTIGO*	20	200	200	99	7,4	6,8	7,6	4,08	4,44
131L	424	CERCA.02	21	100	100	76	10,4	7,1	8,8	4,06	5,94
129L	423	4-000/OB	12	150	150	97	4,4	4,0	4,5	4,00	4,40
061L	408	F150G/PL	12	200	200	100	5,1	4,0	4,2	4,00	5,10
129L	423	3-100/OB	12	150	150	100	4,6	4,0	4,6	4,00	4,60
061L	408	SIN.FERT	12	200	200	100	4,3	4,0	3,9	4,00	4,30
178L	437	2800.005	19	200	200	80	8,3	6,3	6,6	3,98	5,24
024L	408	CREC.002	32	200	200	100	9,4	10,6	12,2	3,98	3,53
131L	424	CERCA.01	16	100	100	94	8,4	5,2	7,5	3,90	6,30
129L	423	2-050/OB	12	150	150	100	4,5	3,9	4,0	3,90	4,50
061L	408	F100G/PL	12	200	200	100	4,4	3,9	4,7	3,90	4,40

continúa Cuadro A1...

Código	No.	Código	Edad	Espac.	Espac.	Sobrev.	DCM	Altura	Altura	IMA / Alt.	IMA/
Experimento	Sitio	Tratamiento	meses	1 (cm)	2 (cm)	%	(cm)	Tot. (m)	Dom. (m)	Tot. (m/año)	DCM (cm/año)
129L	423	2-050/OP	12	150	150	100	4,7	3,9	4,4	3,90	4,70
129L	423	4-000/OP	12	150	150	97	3,7	3,8	4,7	3,80	3,70
024L	408	CREC.002	12	200	200	100	4,2	3,8	4,6	3,80	4,20
129L	423	1-025/OB	12	150	150	95	4,4	3,8	3,7	3,80	4,40
178L	437	4296.003	19	200	200	58	9,1	6,0	6,6	3,79	5,75
178L	437	4248.004	19	200	200	91	7,8	6,0	7,3	3,79	4,93
154L	425	FERT.100	20	200	200	97	7,7	6,2	6,8	3,72	4,62
129L	423	1-025/5P	12	150	150	100	3,9	3,7	4,1	3,70	3,90
154L	425	TESTIGO*	33	200	200	96	9,5	10,1	11,5	3,67	3,45
154L	425	FERT.050	33	200	200	97	9,9	10,1	10,6	3,67	3,60
129L	423	2-050/5P	20	150	150	97	6,8	6,1	7,4	3,66	4,08
024L	408	CREC.001	23	200	200	96	7,4	7,0	8,2	3,65	3,86
129L	423	3-100/5P	12	150	150	86	4,1	3,6	4,1	3,60	4,10
129L	423	3-100/OP	12	150	150	100	3,8	3,6	4,4	3,60	3,80
178L	437	4241.006	19	200	200	84	7,5	5,7	6,1	3,60	4,74
154L	425	FERT.200	33	200	200	88	10,9	9,9	11,9	3,60	3,96
129L	423	1-025/OP	12	150	150	100	4,0	3,6	3,7	3,60	4,00
129L	423	1-025/5B	12	150	150	100	3,9	3,6	3,5	3,60	3,90
129L	423	2-050/5P	30	150	150	97	8,8	9,0	10,3	3,60	3,52
129L	423	2-050/5B	20	150	150	100	7,1	6,0	6,4	3,60	4,26
026L	410	CREC.001	32	200	200	60	11,1	9,5	11,4	3,56	4,16
178L	437	2800.005	31	200	200	80	10,0	9,2	9,6	3,56	3,87
178L	437	4296.003	31	200	200	58	11,7	9,1	9,3	3,52	4,53
061L	408	F050G/PL	12	200	200	100	4,2	3,5	4,1	3,50	4,20
129L	423	4-000/5P	12	150	150	100	3,7	3,5	4,6	3,50	3,70
024L	408	CREC.001	32	200	200	96	9,0	9,3	10,7	3,49	3,38
129L	423	4-000/OB	20	150	150	97	6,2	5,8	6,4	3,48	3,72
129L	423	2-050/5B	30	150	150	100	8,9	8,7	9,2	3,48	3,56
178L	437	4248.004	31	200	200	91	9,6	8,9	9,8	3,45	3,72
154L	425	FERT.100	33	200	200	91	9,6	9,4	9,9	3,42	3,49
024L	408	CREC.001	12	200	200	96	3,9	3,4	4,1	3,40	3,90
026L	410	CREC.001	17	200	200	60	6,2	4,8	6,7	3,39	4,38
024L	408	NREBROT3	22	-	-	96	6,9	6,2	7,1	3,38	3,76
131L	424	CERCA.01	21	100	100	94	9,4	5,9	7,6	3,37	5,37
129L	423	1-025/5P	30	150	150	100	7,9	8,4	8,4	3,36	3,16
129L	423	4-000/5B	30	150	150	97	8,1	8,4	9,4	3,36	3,24
154L	425	FERT.050	44	200	200	93	11,6	12,3	14,7	3,35	3,16
154L	425	TESTIGO*	44	200	200	89	11,2	12,3	14,7	3,35	3,05
178L	437	4295.002	19	200	200	41	8,0	5,3	6,0	3,35	5,05
178L	437	CREC.007	19	200	200	89	7,4	5,3	6,6	3,35	4,67
129L	423	4-000/5P	30	150	150	92	7,6	8,3	9,6	3,32	3,04
129L	423	2-050/OP	20	150	150	100	6,8	5,5	7,5	3,30	4,08

continúa Cuadro A1...

Código Experimento	No. Sitio	Código Tratamiento	Edad meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Tot. (m)	Altura Dom. (m)	IMA en Alt. Tot. (m/año)	IMA/DCM (cm/año)
129L	423	4-000/OP	20	150	150	97	5,7	5,5	6,9	3,30	3,42
178L	437	4241.006	31	200	200	84	9,9	8,5	9,8	3,29	3,83
129L	423	4-000/OB	30	150	150	97	8,4	8,2	9,5	3,28	3,36
129L	423	4-000/OP	30	150	150	97	7,7	8,2	9,6	3,28	3,08
061L	408	F100G/PL	46	200	200	100	12,1	12,5	15,2	3,26	3,16
154L	425	FERT.200	44	200	200	78	13,2	11,9	14,7	3,25	3,60
129L	423	1-025/OB	20	150	150	95	6,1	5,4	4,8	3,24	3,66
129L	423	4-000/5B	20	150	150	97	5,8	5,4	6,7	3,24	3,48
129L	423	2-050/OB	20	150	150	100	6,3	5,4	5,6	3,24	3,78
129L	423	1-025/5P	20	150	150	100	5,8	5,4	5,9	3,24	3,48
129L	423	1-025/5B	30	150	150	94	7,5	8,1	7,7	3,24	3,00
178L	437	4101.001	19	200	200	22	9,5	5,1	6,2	3,22	6,00
024L	408	CREC.002	46	200	200	100	10,3	12,3	14,2	3,21	2,69
129L	423	2-050/OP	30	150	150	100	8,9	8,0	10,3	3,20	3,56
178L	437	4295.002	31	200	200	41	11,7	8,2	8,3	3,17	4,53
129L	423	1-025/OB	30	150	150	95	8,5	7,9	8,0	3,16	3,40
129L	423	3-100/5B	30	150	150	94	8,0	7,9	8,1	3,16	3,20
178L	437	CREC.007	31	200	200	89	10,0	8,1	9,4	3,14	3,87
129L	423	2-050/OB	30	150	150	100	8,4	7,8	8,6	3,12	3,36
154L	425	FERT.100	44	200	200	84	11,4	11,4	14,0	3,11	3,11
061L	408	SIN.FERT	46	200	200	100	9,5	11,9	13,6	3,10	2,48
129L	423	2-050/5B	43	150	150	100	10,7	11,1	11,8	3,10	2,99
129L	423	1-025/OP	30	150	150	100	7,9	7,7	8,5	3,08	3,16
129L	423	3-100/OP	30	150	150	97	7,3	7,7	8,7	3,08	2,92
061L	408	F050G/PL	46	200	200	100	10,8	11,8	13,9	3,08	2,82
129L	423	3-100/OB	20	150	150	100	5,9	5,1	5,9	3,06	3,54
129L	423	3-100/OP	20	150	150	97	5,3	5,1	5,8	3,06	3,18
129L	423	4-000/5P	20	150	150	100	5,3	5,1	6,5	3,06	3,18
129L	423	3-100/5B	20	150	150	94	5,7	5,1	5,4	3,06	3,42
178L	437	4101.001	31	200	200	22	13,8	7,9	9,2	3,06	5,34
061L	408	F150G/PL	46	200	200	92	11,3	11,7	13,4	3,05	2,95
129L	423	4-000/5P	43	150	150	89	9,5	10,9	11,8	3,04	2,65
113L	611	CREC.004	33	200	200	33	11,2	8,3	-	3,02	4,07
129L	423	3-100/5P	20	150	150	86	5,7	5,0	5,2	3,00	3,42
129L	423	1-025/5B	20	150	150	100	5,5	5,0	4,7	3,00	3,30
129L	423	3-100/OB	30	150	150	100	8,0	7,5	8,4	3,00	3,20
129L	423	4-000/OP	43	150	150	97	8,7	10,7	11,2	2,99	2,43
129L	423	3-100/5P	30	150	150	81	8,1	7,4	8,2	2,96	3,24
129L	423	2-050/OP	43	150	150	100	10,4	10,6	11,8	2,96	2,90
129L	423	1-025/OB	43	150	150	92	11,4	10,6	10,1	2,96	3,18
129L	423	2-050/5P	43	150	150	97	10,1	10,6	11,5	2,96	2,82
026L	410	CREC.001	22	200	200	60	6,8	5,4	7,3	2,95	3,71

continúa Cuadro A1...

Código Experimento	No. Sitio	Código Tratamiento	Edad meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Tot. (m)	Altura Dom. (m)	IMA en Alt. Tot. (m/año)	IMA/DCM (cm/año)
026L	410	CREC.001	47	200	200	60	12,4	11,4	15,3	2,91	3,17
129L	423	4-000/5B	43	150	150	97	9,3	10,4	11,7	2,90	2,60
129L	423	1-025/OP	20	150	150	100	5,2	4,8	4,9	2,88	3,12
129L	423	1-025/5P	43	150	150	97	8,6	10,3	10,4	2,87	2,40
061L	408	F100G/PL	56	200	200	100	12,7	13,2	16,3	2,83	2,72
129L	423	3-100/5B	43	150	150	94	9,7	10,1	10,6	2,82	2,71
129L	423	1-025/OP	43	150	150	100	10,7	10,1	10,6	2,82	2,99
129L	423	2-050/OB	43	150	150	100	10,2	10,1	11,6	2,82	2,85
024L	408	CREC.001	46	200	200	96	9,6	10,7	12,7	2,79	2,50
129L	423	3-100/5P	43	150	150	81	9,7	10,0	10,7	2,79	2,71
129L	423	4-000/OB	43	150	150	97	9,1	10,0	11,0	2,79	2,54
061L	408	SIN.FERT	56	200	200	100	10,4	12,9	13,4	2,76	2,23
129L	423	3-100/OB	43	150	150	100	10,2	9,8	11,1	2,73	2,85
129L	423	1-025/5B	43	150	150	97	8,0	9,8	9,9	2,73	2,23
129L	423	3-100/OP	43	150	150	95	8,6	9,6	11,1	2,68	2,40
024L	408	CREC.002	56	200	200	100	10,9	12,3	15,8	2,64	2,34
061L	408	F050G/PL	56	200	200	100	11,6	12,2	14,2	2,61	2,49
026L	410	CREC.001	56	200	200	60	13,5	12,0	15,3	2,57	2,89
061L	408	F150G/PL	56	200	200	92	11,8	12,0	13,5	2,57	2,53
182L	423	1REBROTS	71	150	150	79	14,7	13,8	17,2	2,33	2,48
112L	610	CREC.005	33	150	150	86	8,8	6,4	7,9	2,33	3,20
182L	423	TESTIGO*	71	150	150	83	12,6	13,2	17,4	2,23	2,13
182L	423	1REBROTS	71	150	150	77	11,8	12,7	16,6	2,15	1,99
182L	423	TESTIGO*	71	150	150	81	11,4	12,3	17,6	2,08	1,93
182L	423	4REBROTS	71	150	150	75	13,0	12,0	18,8	2,03	2,20
112L	610	CREC.005	22	150	150	86	5,4	3,6	4,6	1,96	2,95
182L	423	4REBROTS	71	150	150	72	10,5	11,2	15,7	1,89	1,77
182L	423	4REBROTS	71	150	150	75	13,1	11,1	17,5	1,88	2,21
182L	423	2REBROTS	71	150	150	56	10,5	10,6	16,3	1,79	1,77
182L	423	2REBROTS	71	150	150	62	11,9	10,3	16,0	1,74	2,01
182L	423	1REBROTS	71	150	150	66	10,2	10,2	14,8	1,72	1,72
182L	423	2REBROTS	71	150	150	0	12,4	10,2	17,9	1,72	2,10
113L	611	CREC.004	23	200	200	33	6,1	3,3	4,0	1,72	3,18
182L	423	TESTIGO*	71	150	150	66	10,1	9,9	16,2	1,67	1,71
026L	410	CREC.001	11	200	200	84	1,8	1,4	2,2	1,53	1,96
180L	408	NREBROT1	79	200	200	100	8,0	8,9	10,9	1,35	1,22
164L	616	FERT.200	32	200	200	67	4,7	3,3	4,0	1,24	1,76
164L	616	FERT.100	32	200	200	84	4,8	3,2	4,8	1,20	1,80
180L	408	NREBROT2	79	200	200	88	7,4	7,8	10,5	1,18	1,12
164L	616	FERT.050	32	200	200	82	4,7	3,1	4,6	1,16	1,76
164L	616	TESTIGO*	32	200	200	97	4,1	3,1	4,1	1,16	1,54
114L	612	CREC.003	6	200	200	84	0,0	0,5	-	-	-

continúa Cuadro A1...

Código	No.	Código	Edad	Espac.	Espac.	Sobrev.	DCM	Altura	Altura	IMA en Alt.	IMA/ DCM
Experimento	Sitio	Tratamiento	meses	1 (cm)	2 (cm)	%	(cm)	Tot. (m)	Dom. (m)	Tot. (m/año)	(cm/año)
115L	612	CREC.002	2	150	150	49	0,0	0,4	0,6	-	-
115L	612	CREC.002	6	150	150	44	0,0	0,7	1,0	-	-
116L	612	CREC.003	6	100	100	89	0,0	0,7	1,0	-	-
116L	612	CREC.003	2	100	100	100	0,0	0,3	0,8	-	-
125L	606	CREC.002	4	150	150	40	0,0	0,4	0,7	-	-
129L	423	1-025/5B	2	150	150	100	0,0	0,7	0,9	-	-
125L	606	CREC.001	4	150	150	16	0,0	0,6	0,6	-	-
129L	423	1-025/OB	2	150	150	100	0,0	0,6	1,0	-	-
129L	423	1-025/5P	2	150	150	100	0,0	0,3	0,4	-	-
129L	423	2-050/5B	2	150	150	100	0,0	0,7	0,8	-	-
129L	423	2-050/5P	2	150	150	100	0,0	0,5	0,6	-	-
129L	423	2-050/OB	2	150	150	100	0,0	0,7	0,8	-	-
129L	423	2-050/OP	2	150	150	100	0,0	0,4	0,5	-	-
129L	423	1-025/OP	2	150	150	100	0,0	0,3	0,4	-	-
129L	423	3-100/5P	2	150	150	100	0,0	0,4	0,5	-	-
026L	410	CREC.001	3	200	200	88	0,0	0,9	1,3	-	-
114L	612	CREC.003	2	200	200	84	0,0	0,4	0,5	-	-
112L	610	CREC.005	7	150	150	92	0,0	0,9	1,4	-	-
129L	423	3-100/5B	2	150	150	100	0,0	0,7	0,9	-	-
154L	425	FERT.050	9	200	200	100	2,7	2,5	3,2	-	-
154L	425	FERT.100	9	200	200	99	2,6	2,3	2,8	-	-
154L	425	FERT.200	9	200	200	97	3,3	2,9	4,3	-	-
154L	425	TESTIGO*	9	200	200	99	2,6	2,4	3,3	-	-
024L	408	CREC.001	5	200	200	96	1,7	2,0	2,6	-	-
055L	417	CREC.011	35	200	200	32	0,0	0,0	-	-	-
024L	408	APRO.003	5	200	200	96	5,4	4,0	5,5	-	-
024L	408	CREC.002	2	200	200	100	0,0	1,1	1,5	-	-
024L	408	CREC.002	5	200	200	100	2,0	2,3	3,4	-	-
113L	611	CREC.004	8	200	200	33	0,0	0,8	0,7	-	-
112L	610	CREC.005	3	150	150	92	0,0	0,5	0,7	-	-
113L	611	CREC.004	3	200	200	100	0,0	0,3	0,2	-	-
055L	417	CREC.008	6	200	250	24	5,1	3,6	4,3	-	-
074L	603	CREC.008	7	200	100	85	0,0	0,6	1,2	-	-
108L	608	CREC.003	5	150	150	100	0,0	0,8	0,4	-	-
055L	417	CREC.011	6	200	200	36	5,2	4,1	4,3	-	-
164L	616	FERT.050	8	200	200	81	0,0	0,5	0,7	-	-
164L	616	FERT.100	8	200	200	90	0,0	0,5	0,7	-	-
164L	616	FERT.200	8	200	200	74	0,0	0,5	0,7	-	-
164L	616	TESTIGO*	8	200	200	99	0,0	0,3	0,6	-	-
129L	423	3-100/OB	2	150	150	100	0,0	0,8	1,0	-	-
055L	417	CREC.002	6	150	200	52	4,7	4,3	4,8	-	-
055L	417	CREC.003	6	200	200	36	4,8	3,5	4,1	-	-

continúa Cuadro A1...

Código Experimento	No. Sitio	Código Tratamiento	Edad meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Tot. (m)	Altura Dom. (m)	IMA en Alt. Tot. (m/año)	IMA/ DCM (cm/año)
055L	417	CREC.004	6	200	250	28	5,8	3,9	4,5	-	-
178L	437	2800.005	9	200	200	80	0,0	1,7	1,6	-	-
178L	437	4101.001	9	200	200	22	0,0	1,3	1,7	-	-
178L	437	4241.006	9	200	200	84	0,0	1,4	1,4	-	-
178L	437	4248.004	9	200	200	91	0,0	1,5	1,9	-	-
178L	437	4295.002	9	200	200	41	0,0	1,3	1,5	-	-
178L	437	4296.003	9	200	200	58	0,0	1,5	1,3	-	-
178L	437	CREC.007	9	200	200	89	0,0	1,4	1,4	-	-
024L	408	CREC.001	2	200	200	96	0,0	1,1	1,5	-	-
055L	417	CREC.012	6	200	250	52	5,3	4,4	5,2	-	-
055L	417	CREC.001	10	150	150	24	8,5	5,3	6,2	-	-
055L	417	CREC.012	10	200	250	52	8,1	5,7	7,1	-	-
055L	417	CREC.011	10	200	200	32	8,2	5,2	5,9	-	-
055L	417	CREC.010	10	150	200	4	10,7	6,4	6,4	-	-
055L	417	CREC.009	10	150	150	36	6,8	4,8	6,0	-	-
055L	417	CREC.008	10	200	250	24	8,0	4,7	5,9	-	-
055L	417	CREC.007	10	200	200	64	7,5	5,6	6,4	-	-
055L	417	CREC.006	10	150	200	48	6,2	5,6	6,2	-	-
055L	417	CREC.005	10	150	150	36	8,4	6,3	7,2	-	-
055L	417	CREC.004	10	200	250	28	9,4	5,7	6,6	-	-
055L	417	CREC.003	10	200	200	36	6,7	4,4	5,3	-	-
055L	417	CREC.002	10	150	200	32	8,4	6,4	7,0	-	-
074L	603	CREC.008	1	200	100	94	0,0	0,5	0,7	-	-
074L	603	CREC.008	4	200	100	92	0,0	0,6	1,2	-	-
182L	423	1REBROTS	9	150	150	92	0,0	2,8	3,1	-	-
182L	423	2REBROTS	9	150	150	99	0,0	2,6	3,2	-	-
182L	423	4REBROTS	9	150	150	99	0,0	2,7	3,2	-	-
182L	423	TESTIGO*	9	150	150	98	0,0	2,7	3,3	-	-
055L	417	CREC.006	6	150	200	48	5,0	4,8	5,7	-	-
055L	417	CREC.005	6	150	150	36	4,8	4,3	5,3	-	-
055L	417	CREC.007	6	200	200	64	5,4	4,5	5,4	-	-
024L	408	CREC.001	56	200	200	96	0,0	0,0	-	-	-
129L	423	3-100/OP	2	150	150	100	0,0	0,5	0,6	-	-
129L	423	4-000/5B	2	150	150	97	0,0	0,5	0,7	-	-
055L	417	CREC.009	6	150	150	40	5,2	4,4	4,9	-	-
129L	423	4-000/5P	2	150	150	100	0,0	0,3	0,4	-	-
129L	423	4-000/OB	2	150	150	97	0,0	0,5	0,6	-	-
129L	423	4-000/OP	2	150	150	97	0,0	0,4	0,5	-	-
055L	417	CREC.010	6	150	200	4	5,9	4,2	4,2	-	-
055L	417	CREC.001	6	150	150	24	5,5	4,2	4,8	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Plantación de *Gmelina arborea* de seis años de edad, luego del primer raleo, Finca Bruselas, en la Línea C-6 del Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, Guatemala



Gmelina arborea de cuatro meses de edad, asociada con maíz en un sistema agroforestal en Santo Domingo, Suchitepéquez.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

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

Nombres comunes Leucaena, yaje, guaje, guashito.

Familia *Leguminosae*, sub-familia *Mimosoideae*.

Origen y distribución

Es una especie originaria de las tierras del interior de México; de manera natural se ha extendido a través de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. En América Central se ha plantado en todos los países, generalmente en sitios abajo de los 800 msnm.

Descripción de la especie

La leucaena es un árbol perenne, de copa ligeramente abierta y rala, con muchas ramas finas cuando crece aislado. Alcanza diferentes alturas de acuerdo a la variedad; así, es posible encontrar árboles desde 5 hasta 20 m.

El diámetro puede alcanzar hasta 20 cm; el fuste es usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas. Cuando crece en forma aislada o a espaciamientos amplios es frecuente encontrar árboles con dos o tres ejes.

Las hojas son alternas, bipinadas, de 10 a 20 cm. de largo, con 4 a 9 pares de pinas y con una glándula al final del último par de pinas. Las flores son blancas y en forma de capítulo, 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 con 15 a 20 semillas. 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 a 26 mil por kilogramo.

Con base en los hábitos de crecimiento, se han detectado tres tipos principales, siendo éstos, Hawaiiano, Salvadoreño y Peruano.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Se adapta a una serie de sitios con condiciones de clima y suelo bastante variables. Las condiciones de adaptación varían poco, según la especie.

Temperatura

Se adapta bien a una temperatura media anual entre los 22 y 30° C. En Guatemala se ha plantado en sitios comprendidos entre los 21 y 26°C.

Precipitación

Crece desde sitios secos con 600 mm anuales, hasta húmedos con 1800 mm de precipitación. En Guatemala se encuentran plantaciones en zonas con precipitación media anual ubicada entre los 470 y 4560 mm. Es importante observar que se producen buenos rendimientos, en regiones con una estación seca bien definida.

Suelos

Debido a que posee un sistema radicular profundo, la *Leucaena leucocephala* puede soportar un amplio rango de condiciones de suelo y obtener nutrimentos no disponibles para otras plantas. En general, crece bien en suelos con texturas livianas o rocosos hasta suelos con texturas pesadas, arcillosas. En América Central se le ha cultivado principalmente en suelos de los órdenes alfisol, entisol, inceptisol y en algunos casos vertisoles y vérticos.

Los mejores resultados se han obtenido en suelos con pH de moderadamente neutros (6,5) a moderadamente alcalinos (7,5). En Guatemala, algunos suelos donde se han obtenido buenos resultados tienen un pH de 6,4 a 7,5 con texturas franco-limosas, franco-arcillosas y franco-arenosas.

Martínez y Zanotti (1985), después de evaluar el comportamiento de algunas especies para leña en Guatemala, concluyen que *Leucaena leucocephala*, es una especie con un gran potencial para la formación de bosques energéticos cuando se elige cuidadosamente la zona ecológica y los tipos de suelo donde plantarla.

Factores limitantes

Entre los más importantes se tienen la presencia de inundaciones, pH menores a 5,5, la incidencia de malezas especialmente en los dos primeros años de plantada, suelos compactados por sobre pastoreo, así como, la ausencia de una estación seca bien definida.

CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La leucaena se usa con ventaja en plantación o como componente de varios sistemas agroforestales y para diversos fines. Para producción de madera y leña en plantaciones continuas y la producción de postes y tutores para agricultura. Como árbol de sombra en cultivos nuevos de café.

Un uso muy extendido, es la producción de follaje para alimento de ganado, haciendo cortes frecuentes. También el cultivo en callejones y cortinas rompevientos, donde se combina la producción de leña y forraje, con el aporte de materia orgánica, fijación de nitrógeno y protección a los cultivos. En Guatemala se emplea la semilla para consumo humano, en algunas comunidades del occidente del país.

SILVICULTURA

Regeneración natural

La leucaena es una planta que se puede reproducir fácilmente por esta forma cuando la semilla dispone de terrenos libres de competencia de malezas, a plena exposición o con sombra lateral y sobre suelos no compactados. Las semillas germinan pocos días después de la apertura de los frutos en presencia de humedad. En algunas plantaciones de esta especie, es común encontrar abundante regeneración al inicio de la época de lluvias, la cual puede posteriormente desaparecer por efecto de la sombra de las plantas adultas. En plantaciones realizadas cerca de terrenos agrícolas se ha notado invasión de la regeneración.

Recolección de semillas

En Guatemala se hace generalmente de febrero a marzo, siendo esta una tarea fácil. Se deben recolectar los frutos al presentar una coloración café. El secado se realiza al sol y la extracción puede hacerse manualmente, una vez se han abierto las vainas. Las semillas se almacenan en recipientes herméticos, en sitios frescos o cámaras frías.

La germinación puede ser realizada en cajas de madera de 50x30x10 cm, éstas se llenan con arena lavada y se colocan bajo sombra, manteniéndolas permanentemente húmedas. Este sistema facilita el repique, ya que las cajas son llevadas donde están las bolsas en el vivero y así se reduce el daño a las plántulas. La germinación se inicia al quinto

día. La producción alta de semillas y el alto porcentaje de germinación, permiten utilizar la técnica de siembra directa en el campo.

Para semillas de un año o más es recomendable aplicar un tratamiento de pregerminación, como sumergir por 2 a 3 minutos en agua a 80° C, seguido de una inmersión en agua fría por 24 horas. Las semillas pueden sembrarse directamente en bolsa (2 semillas/bolsa) o en bancales para la producción de pseudoestacas o planta a raíz desnuda. Aunque la producción en bolsa es costosa, debe emplearse para programas de reforestación o forestación en suelos pobres o sitios con problemas de malezas.

Establecimiento de la plantación

En general las labores previas a la plantación pueden resumirse en limpieza manual del área, quema de malezas, apertura de hoyos (planta en bolsa) o preparación del terreno para plantación por pseudoestaca o por siembra directa.

La leucaena no es una especie muy exigente en cuanto a la preparación del sitio; no obstante, es necesario eliminar toda la maleza existente. Si el sitio ha sido pastoreado, es conveniente roturar el suelo para asegurar un buen rendimiento y desarrollo inicial de la plantación.

Si se planta en potreros, es necesario eliminar el pasto y mantener la base de los árboles libre del efecto de las gramíneas, ya que éstas provocan una fuerte competencia por agua y nutrientes que limitan el crecimiento juvenil de los árboles. La copa angosta y el crecimiento inicial lento, no le permiten a la leucaena competir con la maleza, la cual si no es controlada, también afecta rápidamente el crecimiento de los árboles.

Si la plantación se establece por siembra directa, es conveniente roturar el suelo y hacer un buen control de malezas por el tiempo que sea necesario, hasta que las plantas controlen la mala hierba por sí mismas.

En América Central se han utilizado diferentes densidades de plantación; desde 300 árboles/ha, como árboles de sombra en café, hasta más de 5,000 árboles/ha para producción de leña. Las distancias de plantación varían desde 1x1 hasta 5x5 ó 6x4 m asociada en sistemas agroforestales.

En Guatemala, se han tenido buenos resultados con espaciamientos de 2x1 y 2x2 m, dependiendo de los objetivos de la plantación.

Control de malezas

Como se dijo anteriormente, la leucaena es una especie que a pesar de su crecimiento rápido, su desarrollo durante los tres o cuatro primeros meses en el campo es lento; además, a esta edad el árbol no ha desarrollado una copa densa y usualmente se trata de un solo eje principal con muy pocas ramas. Esta característica obliga a realizar un buen control manual o químico durante el primer año de crecimiento. Después del primer año las copas ya han empezado a desarrollarse y ayudan a controlar en forma natural la maleza.

Las prácticas a realizar deben ser chapeos en las áreas circundantes y plateos al pie del árbol. Se pueden emplear bajas dosis de herbicidas dependiendo del tipo de maleza presente. Es importante notar que en esta fase del crecimiento, el control de malezas no incrementa grandemente el crecimiento, pero si tiene un efecto significativo en la sobrevivencia.

Preparación del suelo

La amplia gama de tipos de suelo y topografía adecuados para la leucaena, así como la diversidad de usos que tiene, implica una variedad de métodos de establecimiento. En todos los casos se recomienda que la tierra sea preparada dependiendo de las condiciones físicas y económicas. Un suelo bien labrado ayudará a la penetración de las raíces, filtración de agua, aireación y al contacto de la semilla con el suelo. Esto último es particularmente importante

considerando el pequeño tamaño y capa cerosa de la semilla de leucaena. Se recomiendan dos pasos profundos de arado, seguidos de un rastreo con disco para matar el crecimiento de la maleza. Si el laboreo (ya sea manual o mecánico) es imposible debido al terreno pedregoso escarpado, entonces los herbicidas o la quema son aconsejables para reducir la maleza. En todos los casos se debe tener cuidado para evitar la erosión del suelo, y si es necesario se debe dejar la hierba para aminorar cualquier arrastre superficial.

Fertilización

La leucaena es una especie para suelos alcalinos o ligeramente ácidos, donde usualmente hay una concentración mayor de calcio y fósforo asimilable para la planta. Debido a su asociación con simbiontes micorrizal y rizobial en las raíces, es menos demandante de nitrógeno y fósforo que la mayoría de los cultivos cuando estas asociaciones funcionan eficientemente. En adición, el sistema de raíz profunda, característico de la leucaena, permite a la planta extraer nutrientes de áreas no alcanzadas por otros cultivos (Pound y Martínez, 1985).

Realmente la leucaena se promueve como una fuente de fertilizante para los sistemas de abono verde y de cultivo de protección, por otro lado, por ser un cultivo de alto rendimiento, cuando se cosecha se remueve una gran cantidad de nutrientes, por lo que sería difícil lograr altos rendimientos durante un tiempo prolongado sin insumo de fertilizantes.

La leucaena requiere niveles adecuados de boro y molibdeno para obtener una buena nodulación. En cuanto a los otros nutrimentos, calcio y azufre parecen ser dos elementos esenciales para obtener altos rendimientos de biomasa. Las deficiencias de fósforo reducen el crecimiento (CATIE, 1986)

Estudios de fertilización (Pound y Martínez, 1985) han mostrado una respuesta muy favorable de la especie a aplicaciones de calcio y fósforo, principalmente en suelos ácidos donde estos elementos no están fácilmente disponibles. Así mismo, se ha detectado que la especie, aunque plantada en suelos alcalinos (pH 8,1), no responde positivamente a la fertilización si el contenido de fósforo es deficiente.

Sistemas agroforestales

Por ser una especie fijadora de nitrógeno, de fácil manejo y alta capacidad de rebrote, la leucaena es ideal como árbol para sombra de café, para lo cual generalmente se planta a 4x4 o 5x5 m al momento de establecer la plantación. En este caso es necesario realizar podas anuales de manera parcial, dejando siempre parte de la copa viva, la cual debe levantarse por lo menos 1 m arriba de la copa del cafeto.

Por sus características de crecimiento y múltiples usos, también se utiliza frecuentemente como el componente arbóreo en el sistema de cultivos en callejones, donde se planta con cultivos agrícolas como maíz, frijol, tubérculos, gramíneas de corte y otros.

En sistemas agroforestales, la especie se utiliza para distintos fines, como producción de leña, forraje, cortina rompevientos, estabilización de suelos cuando se planta en curvas a nivel, y mejoramiento del suelo a través de la fijación del nitrógeno atmosférico y la incorporación del follaje. En este sistema cuando se quiere obtener carbón o leña, se puede plantar a 1,0 m entre plantas y de 3 a 5 m entre callejones, dependiendo del cultivo a intercalar. Si el interés es forraje, se planta a 25 cm entre plantas y 3 a 4 m entre hileras.

Crecimiento y manejo

El crecimiento rápido de la especie depende de varios factores del ambiente tales como tipo de suelo, pH, compactación, presencia de capas endurecidas, profundidad de la capa freática, disponibilidad de nutrimentos, presencia o no de *Rhizobium* y otros. Según una serie de experimentos realizados en América Central, la mayor tasa de crecimiento en diámetro y altura se presenta durante los primeros tres años después del establecimiento (1,0 a 3,8 cm/año en DAP y 1,0 a 4,4 m/año en altura), a excepción de algunos lugares donde por características limitantes en el suelo pueden bajar sus rendimientos. También se encontró que la sobrevivencia es variable aunque generalmente alta;

en los sitios donde es baja se debe a incendios en el primer año o suelos muy arcillosos y compactados o poco profundos, así como a un mal control de las malezas.

El crecimiento diamétrico se ve muy afectado por la densidad de plantación y el déficit de humedad, donde a menores densidades y menor número de meses de déficit hídrico se lograron los mayores crecimientos.

Manejo de rebrotes

La especie produce una gran cantidad de rebrotes pocos días después del corte (20 a 30 días) lo que permite utilizarla para producir distintos productos en períodos relativamente cortos.

Se han realizado experimentos con el objeto de definir frecuencias y altura de corte, pues ambos son factores críticos. En general, los resultados indican que para producción de forraje, el aprovechamiento de los rebrotes puede realizarse cada tres o cuatro meses y a una altura no mayor de 1,0 m. Parece ser que es necesario dejar tocones de 10 a 30 cm para asegurar una producción abundante y vigorosa de rebrotes, lo cuales pueden seleccionarse dejando los dos o tres más vigorosos.

En general, la leucaena es fácil de cultivar y provee una gran variedad de productos y servicios, puede ser cultivada en fincas pequeñas o medianas, en plantaciones puras o en combinación con otros cultivos.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

La investigación de *Leucaena leucocephala* realizada por el Proyecto Lefía en Guatemala comprendió 22 experimentos ubicados en 18 sitios de distintas partes del país, cuya distribución se muestra en la Figura 1 y Anexo I.

Comprenden esencialmente estudios de crecimiento y adaptación, así como algunos ensayos destinados al estudio del manejo de rebrotes, espaciamientos y establecimiento de la especie asociada con cultivos agrícolas. Se describen a continuación, de manera muy general, los climas y suelos de los sitios experimentales.

Clima

Los climas de los sitios seleccionados fueron relativamente variados, tomando en cuenta el rango de adaptabilidad de la leucaena. Las altitudes variaron desde los 10 msnm en Taxisco, Sta. Rosa, hasta los 1450 msnm en Villa Nueva, Guatemala. Los rangos de temperatura media anual fueron desde 21,1°C en Villa Nueva, hasta 30,0°C en Jocotán, San Juan Ermita, Chiquimula. La precipitación pluvial media anual varió de 470 mm en Palo Amontonado, El Progreso, hasta 4560 mm en Bulbuxya, San Miguel Panán, Suchitepequez. El Cuadro 1 muestra con detalle las características climáticas de los sitios estudiados.

Cuadro 1. Condiciones de sitios y climas en los experimentos realizados con *Leucaena leucocephala* en Guatemala

Código de Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
012L	406	100	bh ST	2	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez
014L	406	100	bh ST	2	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez
021L	407	347	bmh S	2	25.5	2654	Granja Penal, Escuintla
022L	408	100	bh ST	10	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez
025L	409	50	bmh S	0	-	1589	La Nueva Concepción, Escuintla
028L	411	506	bmh S	0	-	4560	Bulbuxya, San Miguel Panán, Suchitepéquez
030L	413	347	bmh S	0	25.5	2654	Granja Penal, Escuintla, Escuintla
032L	406	100	bh ST	2	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez
038L	506	1450	bh S	5	21.0	1128	4 Km., Villa Nueva, Guatemala
042L	415	100	bmh S	0	-	1860	Cuyotenango, La Máquina, Suchitepéquez
056L	507	517	me S	0	24.0	470	5 Km. Palo Amontonado, El Progreso
059L	707	1000	bh S	0	21.0	1399	4 Km. Hacia El Norte, Concepción, Chiquimula
063L	510	517	bs S	0	24.0	470	Centro Progreso, El Progreso
072L	512	517	me ST	25	24.0	470	1 Km., Sta. Rita, Santa Rita, El Progreso
076L	418	46	bh S	20	-	1860	8 Km., Centro No.1, La Máquina, Suchitepéquez
081L	708	471	bh S	60	30.0	979	4 Km. Jocotán, San Juan Ermita, Chiquimula
101L	405	100	bh S	20	-	1860	La Máquina, Suchitepéquez
111L	609	640	bh S	40	24.3	2834	Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa
113L	611	400	bmh ST	10	-	2630	San Juan Tecuaco, Santa Rosa
114L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa
115L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa
116L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/DIGEBOS/CATIE, 1995.

Suelos

Los valores de pH de los suelos donde fueron establecidos los experimentos, oscilaron entre 5,5 en San Juan Tecuaco, Sta. Rosa, y 8,6 en Palo Amontonado, no existiendo por lo tanto ensayos en suelos con limitantes de acidez para la especie en estudio, aunque el valor de 8,6 parece ser un poco alcalino.

En lo referente a textura, predomina la franca y sus variaciones, encontrándose suelos franco-arenosos, franco arcillosos, franco-arcillo-limosos, teniéndose también algunos arenosos.

En cuanto a los niveles de nutrientes determinados, la mayoría poseía un nivel adecuado, a excepción de algunos sitios en La Máquina, Escuintla y Santa Rosa, que tenían un nivel bajo de potasio, el cual no se ha reportado como un elemento crítico para el desarrollo de *Leucaena leucocephala*.

Respecto al contenido de materia orgánica, los suelos de la mayoría de los sitios presentaron un buen contenido de ésta (mayor al 3%), en los horizontes superiores, a excepción de las localidades Palo Amontonado en El Progreso, la Finca Chiquiguitán en Taxisco, Santa Rosa, y la parcela del señor Rogelio Sacol en La Máquina, Suchitepéquez. Algunas otras variables se pueden observar en el cuadro 2.



Figura 1 Ubicación de los sitios experimentales de *Leucaena leucocephala* en las regiones Forestales del Proyecto Madeleña, Guatemala.

Cuadro 2 Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Leucaena leucocephala*, en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. meq/100 gr. suelo	Mg.	K.	CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
012L	406	3	1	FA	6,5	4,5	17,0	5,8	1,0	32,1	100	0	8	Eusebio Sosa
012L	406	3	2	FA	6,5	3,2	17,5	5,3	0,1	32,1	100	8	33	Eusebio Sosa
012L	406	3	3	FA	6,6	2,3	17,0	5,8	0,1	30,5	100	33	44	Eusebio Sosa
012L	406	3	4	FA	7,2	1,4	13,5	6,8	0,1	29,4	100	44	64	Eusebio Sosa
012L	406	3	5	A	6,6	0,5	11,5	7,7	0,1	24,1	100	64	118	Eusebio Sosa
012L	406	3	6	FA	6,0	0,5	7,5	6,3	0,1	23,0	100	118	-	Eusebio Sosa
014L	406	3	1	FA	6,5	4,5	17,0	5,8	1,0	32,1	100	0	8	Eusebio Sosa
014L	406	3	2	FA	6,5	3,2	17,5	5,3	0,1	32,1	100	8	33	Eusebio Sosa
014L	406	3	3	FA	6,6	2,3	17,0	5,8	0,1	30,5	100	33	44	Eusebio Sosa
014L	406	3	4	FA	7,2	1,4	13,5	6,8	0,1	29,4	100	44	64	Eusebio Sosa
014L	406	3	5	A	6,6	0,5	11,5	7,7	0,1	24,1	100	64	118	Eusebio Sosa
014L	406	3	6	FA	6,0	0,5	7,5	6,3	0,1	23,0	100	118	-	Eusebio Sosa
021L	407	16	1	F	6,1	5,9	10,0	2,8	0,4	34,8	347	0	16	Granja Penal Canadá
021L	407	16	2	FA	6,2	3,0	8,5	2,4	0,2	30,5	347	16	29	Granja Penal Canadá
021L	407	16	3	A	6,4	2,1	7,0	2,2	0,2	31,6	347	29	44	Granja Penal Canadá
021L	407	16	4	A	6,5	1,3	6,0	2,2	0,2	31,0	347	44	60	Granja Penal Canadá
021L	407	16	5	A	6,6	0,9	6,0	2,8	0,2	25,7	347	60	-	Granja Penal Canadá
022L	408	2	1	FA FAL	6,8	3,7	19,0	4,2	2,1	30,0	50	0	9	La Máquina
022L	408	2	2	FA FAL	6,7	2,3	19,5	3,7	1,1	26,8	50	9	27	La Máquina
022L	408	2	3	AL	7,0	1,4	19,0	3,8	1,0	25,5	50	27	41	La Máquina
022L	408	2	4	A	7,0	0,9	16,5	3,9	1,1	26,8	50	41	65	La Máquina
022L	408	2	5	FA	7,1	0,5	14,5	4,1	1,0	25,2	50	65	-	La Máquina
025L	409	54	1	FL	6,8	2,9	8,5	3,6	0,6	41,0	-	0	14	Nueva Concepción
025L	409	54	2	FL	7,2	1,5	5,0	2,3	0,7	40,4	-	14	27	Nueva Concepción
025L	409	54	3	FL	7,3	1,5	6,5	5,0	0,5	39,9	-	27	59	Nueva Concepción
025L	409	54	4	FL	7,4	1,0	6,0	6,7	0,3	37,3	-	59	-	Nueva Concepción
028L	411	46	1	Fa	5,9	4,4	4,0	0,8	0,4	26,3	506	0	11	Finca Bulbuxya
028L	411	46	2	aF Fa	6,0	0,5	3,0	0,8	0,1	23,1	506	11	36	Finca Bulbuxya
028L	411	46	3	Fa	5,9	1,5	4,0	0,8	0,2	24,2	506	36	53	Finca Bulbuxya
028L	411	46	4	Fa	6,1	1,0	4,0	0,8	0,3	26,8	506	53	63	Finca Bulbuxya
028L	411	46	5	Fa	6,1	0,5	4,0	0,8	0,3	23,6	506	63	70	Finca Bulbuxya
028L	411	46	6	Fa	6,2	2,0	0,5	0,8	0,6	27,8	506	70	-	Finca Bulbuxya
030L	413	16	1	F	6,1	5,9	10,0	2,8	0,4	34,8	-	0	16	Granja Penal
030L	413	16	2	FA	6,2	3,0	8,5	2,4	0,2	30,5	-	16	29	Granja Penal
030L	413	16	3	A	6,4	2,1	7,0	2,2	0,2	31,6	-	29	44	Granja Penal
030L	413	16	4	A	6,5	1,3	6,0	2,2	0,2	31,0	-	44	60	Granja Penal

continúa Cuadro 2...

Código de Experi- mento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. meq/100 gr. suelo	Mg. gr. suelo	K. gr. suelo	CIC	Alt. msnm	Prof. (cm)		Ubicación
												Sup.	Inf.	
030L	413	16	5	A	6,6	0,9	6,0	2,8	0,2	25,7	-	60	-	Granja Penal
032L	406	3	1	FA	6,5	4,5	17,0	5,8	1,0	32,1	100	0	8	Eusebio Sosa
032L	406	3	2	FA	6,5	3,2	17,5	5,3	0,1	32,1	100	8	33	Eusebio Sosa
032L	406	3	3	FA	6,6	2,3	17,0	5,8	0,1	30,5	100	33	44	Eusebio Sosa
032L	406	3	4	FA	7,2	1,4	13,5	6,8	0,1	29,4	100	44	64	Eusebio Sosa
032L	406	3	5	A	6,6	0,5	11,5	7,7	0,1	24,1	100	64	118	Eusebio Sosa
032L	406	3	6	FA	6,0	0,5	7,5	6,3	0,1	23,0	100	118	-	Eusebio Sosa
038L	506	51	1	Fa	6,4	3,4	7,0	2,4	1,0	31,0	1430	0	12	Bárceñas
038L	506	51	2	F	6,4	2,9	9,0	2,8	0,7	28,4	1430	12	23	Bárceñas
038L	506	51	3	F	6,6	2,9	10,5	2,9	0,9	35,2	1430	23	47	Bárceñas
038L	506	51	4	FA	6,6	1,0	10,0	3,2	0,5	34,7	1430	47	71	Bárceñas
038L	506	51	5	FA	6,6	1,5	12,0	4,3	0,7	44,6	1430	71	93	Bárceñas
038L	506	51	6	F	6,7	1,0	10,5	3,8	0,7	45,7	1430	93	-	Bárceñas
042L	415	13	1	FA	7,0	1,8	14,5	5,0	1,5	29,3	100	0	19	Rogelio, Sacacol
042L	415	13	2	FAL	6,7	0,5	11,0	4,8	1,1	23,5	100	19	49	Rogelio, Sacacol
042L	415	13	3	FA	6,7	0,5	9,0	3,9	0,9	19,3	100	49	60	Rogelio, Sacacol
042L	415	13	4	A	6,7	0,5	9,0	4,2	1,0	18,7	100	60	82	Rogelio, Sacacol
042L	415	13	5	F	6,8	0,5	7,0	3,2	0,3	17,7	100	82	-	Rogelio, Sacacol
056L	507	25	1	F	8,0	2,1	20,0	3,8	0,5	40,7	517	0	14	Palo Amontonado
056L	507	25	2	F	8,2	1,7	24,0	4,0	0,2	46,0	517	14	50	Palo Amontonado
056L	507	25	3	F	8,2	1,7	17,0	3,6	0,2	43,3	517	50	64	Palo Amontonado
056L	507	25	4	F	8,3	1,3	29,0	5,5	0,2	41,7	517	64	123	Palo Amontonado
056L	507	25	5	Fa	8,6	0,9	24,0	3,6	0,2	37,5	517	123	-	Palo Amontonado
072L	512	27	1	Fa	6,9	3,8	11,0	3,5	0,2	25,7	-	0	5	Santa Rita
072L	512	27	2	Fa	7,3	2,1	10,0	2,2	0,1	26,8	-	5	35	Santa Rita
072L	512	27	3	Fa	7,5	0,4	12,0	1,6	0,0	25,7	-	35	47	Santa Rita
076L	418	9	1	FA	7,4	3,6	23,0	2,4	0,9	33,2	50	0	15	La Máquina B6
076L	418	9	2	FA	7,5	1,8	21,0	2,0	0,8	28,4	50	15	38	La Máquina B6
076L	418	9	3	A	7,5	0,9	19,0	2,4	1,0	25,7	50	38	52	La Máquina B6
076L	418	9	4	A	7,5	0,9	17,5	3,3	1,1	26,2	50	52	78	La Máquina B6
076L	418	9	5	A	7,4	0,5	16,5	3,8	1,1	25,7	50	78	109	La Máquina B6
076L	418	9	6	A	7,4	0,5	15,5	4,4	1,5	26,8	50	109	130	La Máquina B6
076L	418	9	7	FA A	7,2	0,5	14,5	4,5	1,4	25,2	50	130	-	La Máquina B6
101L	405	4	1	FAL	6,7	3,2	13,5	4,7	0,8	23,5	100	0	10	La Máquina
101L	405	4	2	A	7,0	1,8	12,5	3,3	0,1	24,1	100	10	29	La Máquina
101L	405	4	3	AL	7,1	0,9	13,5	3,2	0,1	24,7	100	29	53	La Máquina
101L	405	4	4	FA	7,1	0,5	12,5	3,0	0,1	27,8	100	53	72	La Máquina
101L	405	4	5	FA	6,8	0,5	13,0	4,4	0,1	30,5	100	72	-	La Máquina
113L	611	56	1	FA	6,2	5,3	11,0	3,0	0,6	30,5	400	0	20	San Juan Tecuaco
113L	611	56	2	ALFAL	5,8	3,4	9,0	2,8	0,3	34,7	400	29	45	San Juan Tecuaco
113L	611	56	3	FA	5,6	1,9	5,5	2,2	0,3	34,1	400	45	70	San Juan Tecuaco
113L	611	56	4	A	5,5	1,5	6,0	2,6	0,1	26,3	400	70	-	San Juan Tecuaco

continúa Cuadro 2...

Código de Experimento.	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K.			CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
							meq/100	gr. suelo						
114L	612	59	1	F	6,5	2,4	6,5	2,0	0,5	30,5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	2	A	6,5	1,0	14,0	4,6	0,5	37,4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	3	FA	6,4	0,5	17,0	5,4	0,5	35,7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	1	F	6,5	2,4	6,5	2,0	0,5	30,5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	2	A	6,5	1,0	14,0	4,6	0,5	37,4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	3	FA	6,4	0,5	17,0	5,4	0,5	35,7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	1	F	6,5	2,4	6,5	2,0	0,5	30,5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	2	A	6,5	1,0	14,0	4,6	0,5	37,4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	3	FA	6,4	0,5	17,0	5,4	0,5	35,7	0	44	50	Finca Chiquiguitán

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELENA-3/DIGEBOS/CATIE, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

En la mayoría de los ensayos se midieron las variables sobrevivencia, altura total y DAP. A continuación se presentan de manera general los resultados globales obtenidos, seguidos de información, con cierto detalle, de algunos ensayos seleccionados.

Sobrevivencia

La *Leucaena leucocephala* ha demostrado ser una especie de gran adaptación a los sitios en donde fue ensayada. En la mayoría de los tratamientos se observó una sobrevivencia mayor del 80% en los primeras etapas de desarrollo, alcanzando en muchos casos el 100% aún después de 24 meses de establecerse la plantación.

Las sobrevivencias más altas a los 24 meses, se han observado en sitios con características muy diferentes en elevación, precipitación y otras variables como lo son La Máquina en Suchitupéquez, Villa nueva en Guatemala, y San Juan Tecuaco en Santa Rosa, así como en Palo Amontonado, El Progreso, que es el sitio con la menor precipitación media anual. Esto confirma el amplio rango de adaptabilidad de la especie.

La *Leucaena leucocephala* se adaptó bien en el área del Progreso, en donde se compararon varias procedencias de ésta con *L. diversifolia* y *Eucalyptus camaldulensis*. Los resultados muestran que aún con 470 mm anuales de precipitación, la sobrevivencia fue mayor al 98% (ver Ensayos de Variedades y Procedencias).

En un ensayo realizado en la zona semi-árida del país, aldea Roble Gacho, del municipio de San Juan la Ermita, Chiquimula (Aguilar, S. et al, 1989), las variedades K-8 e Israel, tuvieron la mejor sobrevivencia sobre *Tecoma stans*, *Gliricidia sepium* y *Alvaradoa amorphoides*, al final de los 21 meses que duró la evaluación.

Padilla et al, (1990) determinaron después de un ensayo con diez especies para producción de leña en Oratorio, Sta. Rosa, que *Leucaena leucocephala* var K-8 es una de las más recomendables para el sitio de estudio por su crecimiento y sobrevivencia; esto en contraste con *Melia azederach*, que en el ensayo presentó el mejor crecimiento y su baja sobrevivencia en la zona.

En los sitios donde se observa una sobrevivencia menor al 70%, se ha debido a que han sido aprovechados para luego continuar con el manejo de rebrotes, por lo que al momento de la medición los datos son relativamente bajos; o bien como en el caso de la Granja Penal de Escuintla, donde las plantas fueron consumidas por cabras que ingresaron a las plantaciones.

Crecimiento en Altura

Se sabe que de acuerdo a la variedad, la leucaena puede crecer de 5 a 20 metros, dependiendo también de las condiciones ambientales y otros factores. En los ensayos realizados, las mayores alturas estuvieron alrededor de los 10 m en árboles con 68 meses de plantados en la línea B-10 del parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez. Se obtuvieron también alturas similares en árboles con 46 meses de plantados, en la línea B-4 del mismo parcelamiento. En ambos casos la variedad plantada fue K-8 056 con procedencia de La Garita, Alajuela, Costa Rica.

En un experimento en La Máquina se determinó que la altura parece no ser afectada por el espaciamiento, al menos en los primeros años de establecida la plantación (ver Ensayos de Espaciamiento).

En el Progreso (Martínez y García, 1990), región de baja precipitación pluvial, la especie se adaptó bien y creció mejor que *E. camaldulensis*, en los primeros cinco meses de establecida la plantación (ver Ensayos de Variedades y Procedencias).

Los IMA en altura total observados en los diferentes sitios se encuentran en un rango de aproximadamente 0,4 a 5,0 m/año. Usando la escala de clasificación mostrada en el Cuadro 3, se puede notar que en la mayoría de los tratamientos evaluados se obtuvieron IMA entre 1,5 y 3,0 m/año, los cuales se clasifican como medios.

Los IMA mayores de 3,0 m/año se obtuvieron en sitios del parcelamiento La Máquina, (cuadro Anexo I) con edades que van desde los 11 a los 36 meses. Los mayores fueron 5,0, 4,9 y 4,8 m/año para la edad de 16 meses, en plantación a 2x2 m. Los IMA considerados como bajos (menores de 1,5 m/año), se obtuvieron en sitios con buen crecimiento en general, pero corresponden a tratamientos con más de 45 meses, en donde por ser ensayos de crecimiento, no se realizó ningún manejo y por lo tanto se redujo el ritmo de crecimiento.

Por otro lado, los IMA calificados como bajos aún en edades jóvenes de las plantaciones, pueden haber ocurrido debido a factores externos, tal es el caso de la plantación ubicada en Bárcenas, Villa Nueva, donde el IMA es menor de 1,5 m/año aún a la edad de 24 meses, debido a que las parcelas fueron completamente defoliadas, lo que limitó su crecimiento normal.

Cuadro 3. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Diámetro Cuadrático Medio (IMADCM) y Altura Total Promedio (IMAALTOT), y número de tratamientos por categoría de altura de *Leucaena leucocephala*, en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO		No. TRAT. (IMAALTOT)	
	IMAALTOT(m)	IMADCM(cm)	ABSOLUTO	RELATIVO (%)
BAJO	< 1,5	< 1,5	22	17
MEDIO	1,5 - 3,0	1,5 - 3,0	90	71
ALTO	> 3,0	> 3,0	15	12

Crecimiento en diámetro

El diámetro cuadrático medio (DCM) alcanzado en los diferentes ensayos, presentó diversos valores en un rango desde 2,2 cm a los 17 meses en La Nueva Concepción, Escuintla, hasta los 9,2 cm a los 79 meses en La Máquina,

Zanotti, *et al.*, (1990) en un estudio del comportamiento de especies forestales con potencial para producción de leña en La Máquina, Suchitepéquez, determinaron que *Leucaena leucocephala* fue una de las que mostró mejor

crecimiento en diámetro y altura, a lo largo de toda la evaluación, según se puede ver en el Cuadro 4, donde se muestran datos de cuatro de las seis especies evaluadas.

Cuadro 4. Altura y diámetro a diferentes edades, de cuatro especies forestales con potencial para la producción de leña en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala.

Especies	24 meses		33 meses		46,5 meses	
	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)
<i>Dalbergia sissoo</i>	6,00	4,52	8,00	5,77	8,25	6,62
<i>Leucaena leucocephala</i>	4,44	4,43	5,87	5,42	6,15	5,60
<i>Gliricidia sepium</i>	2,97	2,28	3,52	3,47	3,63	4,62
<i>Caesalpinia velutina</i>	3,38	2,80	4,47	3,72	5,00	4,22

Fuente: Zanotti, *et al*, 1990.

En los resultados del ensayo de espaciamiento (Martínez, *et al*, 1989) mostrados en el Cuadro 6, se puede observar que aunque la influencia de éste en el diámetro no es estadísticamente significativa a los 56 meses de edad, los valores expresan la tendencia de que a mayor espaciamiento, se logran mayores diámetros.

Los IMA en DCM que se obtuvieron en los ensayos, van desde 0,8 cm/año en un ensayo en Bárcenas, Villa Nueva, hasta los 5,5 cm/año en La Máquina. De igual forma que para la altura total, los IMADCM reportados como bajos (menores de 1,5 cm/año) corresponden a plantaciones sin manejo que sobrepasan los 40 meses de establecidas, o a aquellas que han tenido problemas externos como defoliación inducida por diversas causas. La mayoría de IMADCM se encuentran en la categoría media (de 1,5 a 3,0 cm/año), con edades entre 14 y 68 meses.

En el cuadro 5 se observan datos importantes de crecimiento en diferentes sitios y a diferentes edades.

Cuadro 5. Resumen de resultados de crecimiento de *Leucaena leucocephala* en Guatemala, en diferentes sitios y a edades seleccionadas.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
012L	406	CREC.001	24	200	200	96	4.9	7.1	8.8	3.55	2.45
012L	406	CREC.003	68	200	200	84	8.8	10.7	12.9	1.89	1.55
014L	406	CREC.001	16	200	200	100	3.2	3.6	4.3	2.70	2.40
014L	406	CREC.001	45	200	200	95	7.2	7.6	8.3	2.03	1.92
021L	407	CREC.001	18	200	200	92	2.5	3.6	3.1	1.73	1.67
021L	407	CREC.001	55	200	200	80	6.3	5.6	6.9	1.22	1.37
022L	408	CREC.005	17	200	200	91	4.3	4.2	5.4	2.96	3.04
022L	408	CREC.005	46	200	200	69	6.5	6.2	7.8	1.62	1.70
025L	409	CREC.003	12	200	200	100	2.6	2.6	3.5	2.60	2.60
025L	409	CREC.003	17	200	200	95	2.2	2.2	2.9	1.55	1.55
032L	406	CREC.007	20	100	100	100	2.8	4.7	6.1	2.82	1.68
032L	406	CREC.001	57	200	200	88	6.3	9.4	11.6	1.98	1.33
038L	506	CREC.001	30	100	100	96	3.2	4.0	5.5	1.60	1.28
042L	415	CREC.001	18	200	200	100	5.2	6.3	7.4	4.20	3.47
042L	415	CREC.001	46	200	200	100	7.6	10.2	13.3	2.66	1.98
076L	418	CREC.005	12	200	200	88	1.5	1.8	2.3	1.80	1.50
076L	418	CREC.005	25	200	200	87	3.2	3.1	4.0	1.49	1.54
101L	405	CREC.001	22	200	200	96	4.0	5.1	5.7	2.78	2.18
101L	405	CREC.001	57	200	200	96	7.2	9.7	11.1	2.04	1.52
111L	609	CREC.010	26	150	150	86	3.3	3.2	3.3	1.48	1.52
113L	611	CREC.001	23	200	200	92	2.7	3.6	4.7	1.88	1.41

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/DIGEBOS/CATIE, 1995.

Ensayos de espaciamento

En la Línea B-10, La Máquina, se estableció un ensayo para estudiar el efecto del espaciamento en el crecimiento (Martínez, *et al.*, 1989). Se plantó a 1x1, 1x2 y 2x2 m, teniéndose como resultado que el espaciamento no influye significativamente en el crecimiento en altura ni en diámetro, al menos durante los primeros 56 meses de establecida la plantación. Lo anterior se puede apreciar mejor en el Cuadro 6.

Por otro lado, en un experimento similar realizado en la zona de Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, donde se evaluaron distanciamientos de 1x1 y 1x2 m, los datos muestran una tendencia opuesta al estudio anterior, por lo que pareciera que en este aspecto los resultados de los ensayos aún no son concluyentes.

Cuadro 6. Resultados generales de tres espaciamentos de plantación en el crecimiento de *Leucaena leucocephala*, a los 56 meses de edad, en La Máquina, Suchitepéquez.

Espaciamento (m)	Sobrevivencia (%)	Altura (m)	DAP (cm)
1 x 1	91	7,82	4,72
1 x 2	90	7,71	4,88
2 x 2	85	9,04	6,48

Fuente: Martínez, H. *et al.*, 1989.

Ensayos de Variedades y Procedencias

En la cabecera departamental del Progreso, se estudió el comportamiento de tres variedades de *Leucaena leucocephala* en comparación con dos procedencias de *L. diversifolia* y la especie *Eucalyptus camaldulensis* (Martínez y García, 1990).

El experimento tuvo una duración de sólo cinco meses por lo que los resultados no pueden considerarse como concluyentes. Estos se muestran en el Cuadro 7, donde se ve que *Leucaena leucocephala* tuvo un crecimiento superior a *E. camaldulensis*.

Estadísticamente, las variedades K-67 y K-28 superan en altura a la variedad K-8, sin embargo, para los valores de sobrevivencia, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Cuadro 7. Sobrevivencia y altura de tres especies con diferentes variedades y procedencias a los cinco meses de edad, en El Progreso, Guatemala.

Especies - variedades/procedencias	Sobrevivencia (%)	Altura (m)
<i>L. diversifolia</i> , Guatemala	100	1,67
<i>L. diversifolia</i> , Colombia	97	1,18
<i>Leucaena leucocephala</i> K-67	99	1,16
<i>Leucaena leucocephala</i> K-28	99	1,16
<i>Leucaena leucocephala</i> K-8	100	1,10
<i>E. camaldulensis</i>	98	0,11

Fuente: Martínez y García, 1990.

Aguilar, *et al.* (1989), informa sobre el comportamiento inicial de 13 especies forestales para la producción de leña en San Juan la Ermita, Chiquimula, utilizando entre ellas las variedades K-8 e Israel de *Leucaena leucocephala*. En ciertas etapas del desarrollo del experimento, la variedad Israel pareciera superar a K-8 en altura y sobrevivencia, sin embargo, en la última medición realizada a los 21 meses, los valores son estadísticamente iguales para ambas variedades.

Sistemas Agroforestales

Se estudió el comportamiento de *Leucaena leucocephala* asociada con cultivos agrícolas en cuatro ensayos, teniéndose resultados positivos en todos. Se presentan sólo los resultados de dos de ellos.

El primero se realizó en San Juan Tecuaco, Sta. Rosa, donde se estudió un sistema agroforestal Taungya compuesto por 11 especies forestales en asocio con maíz y frijol (Padilla y López, 1990). Se evaluó la altura, DAP y sobrevivencia de las primeras y el rendimiento de los cultivos agrícolas.

A los 22,5 meses de edad *Leucaena leucocephala* presentó la mayor sobrevivencia así como una altura de 3,64 m y un DAP de 2,4 cm. Adicionalmente, se obtuvo un rendimiento de 2,6 ton/ha de maíz y 0,78 Ton/ha de frijol, por lo que se concluyó que el sistema es útil durante el primer año de establecimiento de la plantación ya que se obtiene un buen crecimiento de las especies forestales y el producto agrícola.

El segundo se realizó en el Parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez, estudiándose el desarrollo y adaptabilidad de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio inicial de maíz (*Zea mays* L.) (Detlefsen, *et al.*, 1990). Se estableció que no hay diferencia significativa entre el crecimiento de los árboles con y sin

asocio, por lo que el sistema resulta beneficioso ya que se produjeron 2,010 Kg/ha de maíz, (3% más de lo que obtuvo el agricultor en el mismo sitio el año anterior) y la especie tuvo un crecimiento de 3,11 m en altura y 3,2 cm en DAP a los 25 meses de edad.

Manejo de rebrotes

Existieron varios ensayos destinados al estudio de este tema, sin embargo tuvieron que ser cancelados, lo cual deja este factor abierto para la investigación.

Limitaciones para el crecimiento

En los ensayos realizados en Guatemala con esta especie, las mayores limitantes han sido el efecto de ramoneo y pisoteo por parte de animales domésticos y ganado vacuno, caprino y ovino; así como la incidencia de roedores (taltuza, conejos) que se alimentan de las raíces y follaje.

En un experimento realizado en la línea B-10 del parcelamiento La Máquina, se tuvo bajos incrementos en diámetro, lo cual puede asociarse a que en el área, los niveles de potasio se consideran por debajo del nivel crítico y no se realizó ninguna fertilización durante el experimento. Por otro lado, los suelos de este sitio presentan un ligero anegamiento durante la época lluviosa, lo que es una limitante conocida en el crecimiento de *Leucaena leucocephala*.

En el ensayo de San Miguel Panán, Suchitepéquez, la *L. leucocephala* no sobrevivió, debido a un probable anegamiento del suelo pues en la región la precipitación media anual es de 4560 mm.

Por aparte, en varios ensayos el método de establecimiento empleado fue el de siembra directa, lo que en la mayoría de los casos tuvo efectos negativos por la baja germinación observada.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis de los resultados obtenidos en los experimentos realizados con esta especie se puede concluir que

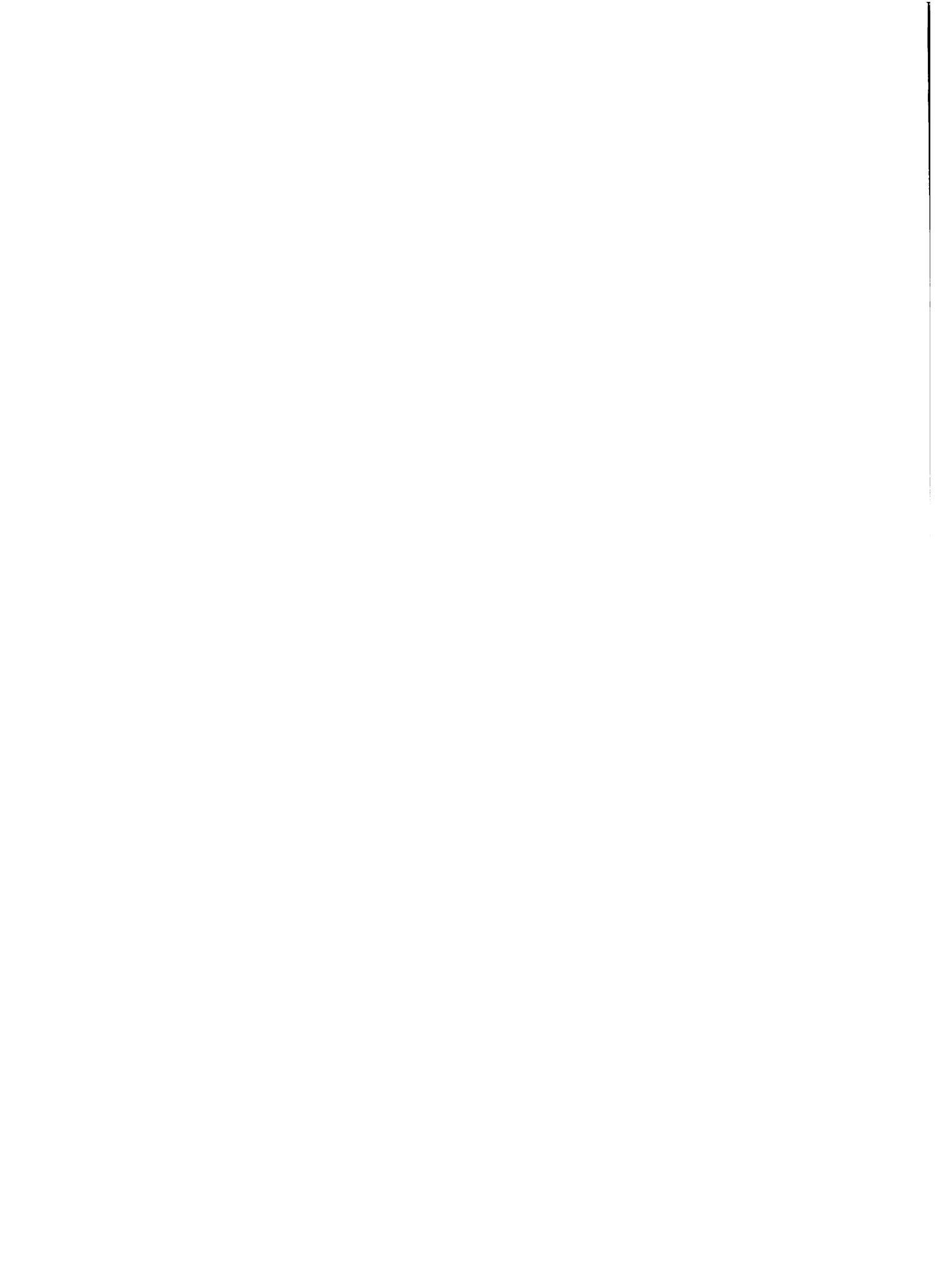
- *Leucaena leucocephala* es una especie que presenta una buena adaptación y crecimiento en sitios con elevaciones desde el nivel del mar hasta los 1450 msnm y con precipitaciones desde los 470 a los 2834 mm.
- Los mejores crecimientos de esta especie se han alcanzado en áreas de la costa sur del país, especialmente en la zona del Parcelamiento La Maquina, Suchitepéquez.
- La *Leucaena leucocephala* es una especie que puede ser usada con mucho beneficio en sistemas agroforestales, durante el primer año de establecida la plantación. Además, la presencia de cultivos agrícolas no afecta significativamente su crecimiento en dicho período.
- Las mayores limitaciones para el crecimiento de *Leucaena leucocephala* en Guatemala han sido la incidencia de animales, así como los suelos anegados.
- Existe un indicio de que el crecimiento en diámetro de *Leucaena leucocephala* pudiera verse afectado por suelos deficientes en potasio.
- El método de siembra directa, no ha mostrado ser efectivo para *L. leucocephala* en las zonas donde ha sido utilizado.
- La variedad K-8 parece estar bastante difundida en el país, sin embargo, no ha sido comparada efectivamente con las demás variedades existentes, por lo que no existe fundamento para decir que es la más adecuada para determinada zona.
- Muchos de los experimentos con *Leucaena leucocephala* montados por este proyecto tuvieron que ser cancelados debido a factores externos como los aprovechamientos prematuros por parte de vecinos a las parcelas, ingreso de animales y errores en las mediciones, lo cual deja el campo abierto para muchos temas de investigación.

RECOMENDACIONES

- Visitar todos los ensayos para constatar su estado y verificar a cuales se les puede dar seguimiento.
- Continuar con la investigación de esta especie, estableciendo ensayos para estudiar temas como métodos de establecimiento de plantaciones, manejo de rebrotes, variedades y procedencias, fertilización y sistemas agroforestales.
- Evitar las plantaciones en suelos con riesgo de anegamiento y proteger aquellas que se encuentren a merced de los animales domésticos, especialmente en los primeros años de crecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, S. *et al.* 1989. Comportamiento inicial de 13 especies forestales para leña en la zona semiárida de Guatemala. Informe técnico interno No. 4. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 86. 228 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. *Leucaena*, *Leucaena leucocephala*, especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 166. Colección de Guías Silviculturales No. 14. 52 p.
- DETLEFSEN, G. *et al.* 1990. Establecimiento de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio inicial de maíz (*Zea mays* L.) en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Informe Técnico Interno No. 17. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- MARTINEZ, H. *et al.* 1989. Influencia del espaciamiento de plantación en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Informe técnico interno No. 6. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- MARTINEZ, H.; GARCIA, C. 1990. Comportamiento de tres variedades de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y dos variedades de *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Benth y *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh plantados en El Progreso, Guatemala. Informe técnico interno No. 18. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- MARTINEZ, H.; ZANOTTI, R. 1985. Comportamiento de algunas especies para leña en Guatemala. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 22 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 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.
- PADILLA, F. *et al.* 1990. Comportamiento de diez especies forestales para producción de leña, en la cooperativa Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa, Guatemala. Informe técnico interno No. 12. CATIE, Retalhuleu, Guatemala.
- PADILLA, F.; LOPEZ, R. 1990. Comportamiento de once especies forestales para la producción de leña en asocio con maíz y frijol en San Juan Tecuaco, Santa Rosa, Guatemala. Informe técnico interno No. 22. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- POUND B.; MARTINEZ C. 1985. *Leucaena*, su cultivo y utilización. Overseas development administration, Londres. 1985.
- ZANOTTI, R. *et al.* 1990. Comportamiento de seis especies forestales con potencial para producción de leña, en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Informe técnico interno No. 15. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.



ANEXO

Cuadro A1

Resultados de crecimiento en promedios por tratamiento, de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA con *Leucaena leucocephala*, en Guatemala. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
012L	406	CREC.003	16	200	200	100	4,6	6,7	8,4	5,03	3,45
012L	406	CREC.001	16	200	200	96	4,1	6,6	8,7	4,95	3,08
012L	406	CREC.002	16	200	200	92	4,4	6,5	8,2	4,88	3,30
042L	415	CREC.001	13	200	200	100	4,4	5,0	6,1	4,62	4,06
042L	415	CREC.001	18	200	200	100	5,2	6,3	7,4	4,20	3,47
014L	406	APRO.002	11	200	200	80	5,0	3,5	5,5	3,82	5,45
012L	406	CREC.001	24	200	200	96	4,9	7,1	8,8	3,55	2,45
012L	406	CREC.003	29	200	200	88	6,3	8,1	10,3	3,35	2,61
012L	406	APRO.004	22	200	200	92	5,9	6,1	7,7	3,33	3,22
012L	406	CREC.001	29	200	200	96	5,3	8,0	9,9	3,31	2,19
042L	415	CREC.001	24	200	200	100	6,1	6,5	7,8	3,25	3,05
012L	406	CREC.003	24	200	200	88	5,6	6,5	8,7	3,25	2,80
042L	415	CREC.001	33	200	200	100	6,8	8,8	11,3	3,20	2,47
012L	406	CREC.002	29	200	200	88	5,8	7,5	9,3	3,10	2,40
012L	406	CREC.002	24	200	200	88	5,3	6,2	8,3	3,10	2,65
042L	415	APRO.002	36	200	200	94	6,9	9,0	10,6	3,00	2,30
012L	406	CREC.001	35	200	200	96	5,7	8,7	12,0	2,98	1,95
022L	408	CREC.005	17	200	200	91	4,3	4,2	5,4	2,96	3,04
012L	406	NREBROTS	12	-	-	64	3,1	2,9	4,4	2,90	3,10
022L	408	CREC.005	12	200	200	91	2,4	2,9	3,5	2,90	2,40
012L	406	CREC.003	35	200	200	88	6,6	8,3	9,9	2,85	2,26
032L	406	CREC.007	20	100	100	100	2,8	4,7	6,1	2,82	1,68
101L	405	CREC.001	22	200	200	96	4,0	5,1	5,7	2,78	2,18
032L	406	CREC.005	20	100	200	100	3,4	4,6	5,7	2,76	2,04
032L	406	CREC.010	20	100	200	96	3,0	4,6	5,4	2,76	1,80
032L	406	CREC.009	20	100	200	100	3,1	4,6	5,5	2,76	1,86
014L	406	CREC.001	16	200	200	100	3,2	3,6	4,3	2,70	2,40
032L	406	CREC.003	20	100	100	92	2,7	4,5	5,6	2,70	1,62
042L	415	CREC.001	46	200	200	100	7,6	10,2	13,3	2,66	1,98
032L	406	CREC.004	20	100	200	100	3,4	4,4	5,2	2,64	2,04
101L	405	CREC.001	34	200	200	96	5,8	7,4	8,3	2,61	2,05
025L	409	CREC.003	12	200	200	100	2,6	2,6	3,5	2,60	2,60
012L	406	CREC.002	35	200	200	80	6,4	7,5	10,4	2,57	2,19
032L	406	CREC.001	14	200	200	92	1,9	3,0	4,0	2,57	1,63
032L	406	CREC.007	14	100	100	100	2,4	3,0	3,9	2,57	2,06
012L	406	APRO.005	34	200	200	94	6,5	7,2	9,4	2,54	2,29
012L	406	CREC.003	45	200	200	84	7,3	9,5	11,4	2,53	1,95
032L	406	CREC.010	33	100	200	96	4,4	6,9	8,3	2,51	1,60
032L	406	CREC.005	14	100	200	100	2,6	2,9	4,1	2,49	2,23
032L	406	CREC.009	14	100	200	100	2,3	2,9	3,8	2,49	1,97
032L	406	CREC.004	33	100	200	96	4,7	6,8	8,4	2,47	1,71

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
032L	406	CREC.009	33	100	200	100	4,6	6,8	8,8	2,47	1,67
012L	406	CREC.001	45	200	200	96	6,5	9,2	11,4	2,45	1,73
032L	406	CREC.006	33	200	200	76	4,9	6,7	7,9	2,44	1,78
032L	406	CREC.003	14	100	100	92	2,3	2,8	3,6	2,40	1,97
032L	406	CREC.010	14	100	200	96	2,3	2,8	3,7	2,40	1,97
012L	406	CREC.002	45	200	200	80	7,0	9,0	11,7	2,40	1,87
032L	406	CREC.008	20	100	100	100	2,6	4,0	5,4	2,40	1,56
032L	406	CREC.001	20	200	200	92	2,7	4,0	5,2	2,40	1,62
032L	406	CREC.005	33	100	200	92	5,0	6,4	7,3	2,33	1,82
101L	405	CREC.001	46	200	200	96	6,6	8,9	9,8	2,32	1,72
032L	406	CREC.004	14	100	200	100	2,5	2,7	3,7	2,31	2,14
032L	406	CREC.006	20	200	200	80	3,1	3,8	4,9	2,28	1,86
014L	406	CREC.001	29	200	200	100	5,6	5,5	6,1	2,28	2,32
022L	408	CREC.005	24	200	200	76	4,7	4,5	5,9	2,25	2,35
032L	406	CREC.008	14	100	100	100	2,3	2,6	3,4	2,23	1,97
032L	406	CREC.007	33	100	100	100	3,7	6,1	8,4	2,22	1,35
042L	415	CREC.001	56	200	200	96	8,2	10,2	12,8	2,19	1,76
014L	406	APRO.002	22	200	200	80	4,9	4,0	4,8	2,18	2,67
032L	406	CREC.001	33	200	200	92	4,3	6,0	7,1	2,18	1,56
032L	406	CREC.003	33	100	100	92	3,7	5,8	7,9	2,11	1,35
014L	406	CREC.001	24	200	200	100	4,8	4,2	5,1	2,10	2,40
038L	506	CREC.001	15	100	100	100	0,0	2,6	3,3	2,08	-
032L	406	CREC.006	14	200	200	80	2,1	2,4	3,0	2,06	1,80
101L	405	CREC.001	57	200	200	96	7,2	9,7	11,1	2,04	1,52
032L	406	CREC.002	20	100	100	84	2,1	3,4	4,4	2,04	1,26
022L	408	CREC.005	33	200	200	71	5,6	5,6	6,8	2,04	2,04
032L	406	CREC.008	33	100	100	100	3,3	5,6	8,3	2,04	1,20
014L	406	CREC.001	45	200	200	95	7,2	7,6	8,3	2,03	1,92
032L	406	CREC.006	47	200	200	76	6,4	7,9	9,3	2,02	1,63
032L	406	CREC.009	47	100	200	100	5,3	7,8	10,2	1,99	1,35
032L	406	CREC.010	47	100	200	96	5,2	7,8	9,5	1,99	1,33
032L	406	CREC.001	57	200	200	88	6,3	9,4	11,6	1,98	1,33
032L	406	CREC.001	47	200	200	92	5,4	7,7	9,0	1,97	1,38
032L	406	CREC.002	33	100	100	84	3,0	5,4	6,9	1,96	1,09
014L	406	CREC.001	35	200	200	100	6,2	5,7	6,5	1,95	2,13
014L	406	APRO.003	34	200	200	88	6,5	5,5	6,5	1,94	2,29
038L	506	CREC.002	15	100	200	100	0,0	2,4	2,9	1,92	-
032L	406	CREC.005	47	100	200	92	5,8	7,5	8,5	1,91	1,48
032L	406	CREC.004	47	100	200	96	5,4	7,5	10,1	1,91	1,38
076L	418	CREC.006	12	200	200	63	1,8	1,9	2,2	1,90	1,80
012L	406	CREC.003	68	200	200	84	8,8	10,7	12,9	1,89	1,55
113L	611	CREC.001	23	200	200	92	2,7	3,6	4,7	1,88	1,41
032L	406	CREC.006	57	200	200	76	7,1	8,9	10,6	1,87	1,49
032L	406	CREC.007	57	100	100	80	5,8	8,8	10,9	1,85	1,22

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
012L	406	CREC.001	68	200	200	92	7,9	10,4	13,5	1,84	1,39
076L	418	CREC.005	12	200	200	88	1,5	1,8	2,3	1,80	1,50
032L	406	CREC.005	57	100	200	92	6,4	8,5	10,0	1,79	1,35
032L	406	CREC.007	47	100	100	100	4,2	7,0	9,8	1,79	1,07
021L	407	CREC.001	18	200	200	92	2,5	2,6	3,1	1,73	1,67
032L	406	CREC.002	14	100	100	92	2,0	2,0	2,6	1,71	1,71
032L	406	CREC.008	57	100	100	88	5,7	8,1	11,6	1,71	1,20
038L	506	CREC.001	24	100	100	96	2,3	3,4	4,2	1,70	1,15
012L	406	CREC.002	68	200	200	80	8,2	9,6	13,0	1,69	1,45
032L	406	CREC.004	57	100	200	96	5,7	7,9	10,8	1,66	1,20
032L	406	CREC.003	47	100	100	92	4,1	6,4	9,6	1,63	1,05
022L	408	CREC.005	46	200	200	69	6,5	6,2	7,8	1,62	1,70
012L	406	CREC.003	79	200	200	80	9,1	10,6	12,5	1,61	1,38
038L	506	CREC.001	30	100	100	96	3,2	4,0	5,5	1,60	1,28
032L	406	CREC.002	47	100	100	80	3,7	6,2	8,4	1,58	0,94
111L	609	CREC.010	13	150	150	97	0,0	1,7	1,5	1,57	-
025L	409	CREC.003	17	200	200	95	2,2	2,2	2,9	1,55	1,55
012L	406	CREC.001	79	200	200	84	8,6	10,2	13,6	1,55	1,31
032L	406	CREC.010	57	100	200	88	4,3	7,3	10,6	1,54	0,91
032L	406	CREC.008	47	100	100	100	3,8	5,9	9,5	1,51	0,97
076L	418	CREC.005	25	200	200	87	3,2	3,1	4,0	1,49	1,54
076L	418	CREC.006	25	200	200	57	3,7	3,1	3,8	1,49	1,78
111L	609	CREC.010	26	150	150	86	3,3	3,2	3,3	1,48	1,52
030L	413	CREC.002	15	200	200	47	0,0	1,8	2,3	1,44	-
032L	406	CREC.002	57	100	100	80	4,1	6,7	9,5	1,41	0,86
032L	406	CREC.003	57	100	100	92	4,1	6,5	10,5	1,37	0,86
012L	406	CREC.002	79	200	200	76	9,2	8,9	12,9	1,35	1,40
032L	406	CREC.009	57	100	200	88	3,9	6,3	10,8	1,33	0,82
021L	407	CREC.001	11	200	200	96	0,0	1,2	1,8	1,31	-
038L	506	CREC.002	24	100	200	100	2,2	2,6	3,4	1,30	1,10
021L	407	CREC.001	55	200	200	80	6,3	5,6	6,9	1,22	1,37
021L	407	CREC.001	46	200	200	88	5,8	4,4	5,6	1,15	1,51
038L	506	CREC.002	30	100	200	100	2,5	2,8	3,9	1,12	1,00
081L	708	CREC.008	12	200	200	89	0,0	1,1	-	1,10	-
030L	413	CREC.002	11	200	200	67	0,0	1,0	1,5	1,09	-
038L	506	CREC.001	43	100	100	88	3,6	3,8	5,4	1,06	1,00
038L	506	CREC.002	43	100	200	88	2,8	2,7	3,8	0,75	0,78
081L	708	CREC.014	12	200	200	97	0,0	0,6	0,1	0,60	-
081L	708	CREC.008	19	200	200	89	0,0	0,8	-	0,51	-
081L	708	CREC.014	19	200	200	97	0,0	0,6	0,1	0,38	-
030L	413	CREC.001	11	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
021L	407	CREC.002	55	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
028L	411	CREC.002	1	200	200	100	0,0	2,8	3,5	-	-
032L	406	CREC.006	7	200	200	100	0,0	1,5	2,2	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. De Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
022L	408	CREC.005	1	200	200	100	0,0	0,7	1,2	-	-
030L	413	CREC.001	15	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
032L	406	CREC.010	7	100	200	96	0,0	1,7	2,1	-	-
022L	408	CREC.005	2	200	200	100	0,0	1,3	2,1	-	-
021L	407	CREC.002	46	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
021L	407	CREC.002	4	200	200	92	0,0	0,6	0,8	-	-
021L	407	CREC.001	4	200	200	96	0,0	0,7	1,1	-	-
021L	407	CREC.002	11	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
030L	413	CREC.002	1	200	200	96	0,0	0,4	0,8	-	-
042L	415	CREC.001	6	200	200	100	1,9	3,0	3,9	-	-
022L	408	CREC.005	5	200	200	99	0,0	2,5	3,3	-	-
032L	406	CREC.005	7	100	200	100	0,0	1,7	2,4	-	-
032L	406	CREC.004	7	100	200	100	0,0	1,4	1,9	-	-
032L	406	CREC.008	7	100	100	100	0,0	1,6	2,3	-	-
021L	407	CREC.002	18	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.005	56	200	200	69	0,0	0,0	-	-	-
032L	406	CREC.001	7	200	200	92	0,0	1,8	2,7	-	-
022L	408	CREC.005	68	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
056L	507	CREC.050	3	200	200	87	0,0	0,4	0,5	-	-
056L	507	CREC.051	3	200	200	87	0,0	0,4	0,5	-	-
014L	406	CREC.001	4	200	200	100	0,0	1,6	2,1	-	-
056L	507	CREC.050	6	200	200	85	0,0	0,6	0,8	-	-
025L	409	CREC.003	9	200	200	100	0,0	2,4	2,9	-	-
030L	413	CREC.001	1	200	200	97	0,0	0,6	0,9	-	-
032L	406	CREC.009	7	100	200	100	0,0	1,8	2,4	-	-
056L	507	CREC.051	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
056L	507	CREC.052	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
059L	707	CREC.009	1	200	200	95	0,0	0,3	0,5	-	-
059L	707	CREC.009	3	200	200	89	0,0	0,4	0,6	-	-
059L	707	CREC.009	6	200	200	92	0,0	0,4	0,5	-	-
063L	510	CREC.002	2	200	200	100	0,0	0,6	0,8	-	-
063L	510	CREC.003	2	200	200	100	0,0	0,7	0,8	-	-
063L	510	CREC.004	2	200	200	100	0,0	0,7	0,8	-	-
063L	510	CREC.002	5	200	200	100	0,0	1,2	1,3	-	-
063L	510	CREC.003	5	200	200	99	0,0	1,2	1,2	-	-
063L	510	CREC.004	5	200	200	99	0,0	1,2	1,4	-	-
072L	512	ESPAC.01	2	80	80	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.05	2	160	80	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.09	2	160	160	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.01	3	80	80	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.05	3	160	80	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.09	3	160	160	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.01	6	80	80	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.05	6	160	80	100	0,0	0,0	-	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
072L	512	ESPAC.09	6	160	160	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.01	13	80	80	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.05	13	160	80	100	0,0	0,0	-	-	-
072L	512	ESPAC.09	13	160	160	100	0,0	0,0	-	-	-
076L	418	CREC.005	1	200	200	100	0,0	0,9	1,2	-	-
076L	418	CREC.006	1	200	200	100	0,0	0,9	1,1	-	-
076L	418	CREC.005	3	200	200	98	0,0	1,4	2,0	-	-
076L	418	CREC.006	3	200	200	98	0,0	1,5	1,8	-	-
076L	418	CREC.005	5	200	200	98	0,0	1,7	2,4	-	-
076L	418	CREC.006	5	200	200	98	0,0	2,1	2,4	-	-
076L	418	CREC.005	6	200	200	98	0,0	1,9	2,4	-	-
076L	418	CREC.006	6	200	200	98	0,0	2,1	2,3	-	-
032L	406	CREC.002	7	100	100	96	0,0	1,3	2,0	-	-
032L	406	CREC.007	7	100	100	100	0,0	1,7	2,7	-	-
022L	408	CREC.005	79	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
025L	409	CREC.003	3	200	200	100	0,0	2,0	2,3	-	-
081L	708	CREC.008	1	200	200	97	0,0	0,3	0,6	-	-
081L	708	CREC.014	1	200	200	100	0,0	0,5	0,7	-	-
081L	708	CREC.008	2	200	200	97	0,0	0,4	0,5	-	-
081L	708	CREC.014	2	200	200	97	0,0	0,6	1,0	-	-
081L	708	CREC.008	5	200	200	89	0,0	0,5	0,7	-	-
081L	708	CREC.014	5	200	200	97	0,0	0,6	0,9	-	-
056L	507	CREC.051	6	200	200	87	0,0	0,6	0,9	-	-
056L	507	CREC.052	6	200	200	93	0,0	0,6	0,7	-	-
056L	507	CREC.050	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
056L	507	CREC.052	3	200	200	98	0,0	0,5	0,4	-	-
032L	406	CREC.003	7	100	100	92	0,0	1,7	2,3	-	-
012L	406	CREC.003	4	200	200	100	0,0	2,3	3,3	-	-
012L	406	CREC.002	4	200	200	100	0,0	2,7	3,6	-	-
012L	406	CREC.001	4	200	200	100	0,0	2,5	3,5	-	-
111L	609	CREC.010	3	150	150	100	0,0	1,0	1,1	-	-
111L	609	CREC.010	6	150	150	100	0,0	1,4	1,2	-	-
111L	609	CREC.010	10	150	150	100	0,0	1,2	1,2	-	-
056L	507	CREC.050	1	200	200	89	0,0	0,3	0,4	-	-
056L	507	CREC.052	1	200	200	100	0,0	0,4	0,4	-	-
113L	611	CREC.001	3	200	200	100	0,0	0,8	1,0	-	-
113L	611	CREC.001	8	200	200	97	0,0	1,1	1,3	-	-
056L	507	CREC.051	1	200	200	93	0,0	0,3	0,3	-	-
113L	611	CREC.001	33	200	200	92	0,0	0,0	-	-	-
114L	612	CREC.007	2	200	200	97	0,0	0,5	0,5	-	-
114L	612	CREC.007	6	200	200	97	0,0	0,9	-	-	-
115L	612	CREC.007	2	150	150	94	0,0	0,7	0,8	-	-
115L	612	CREC.007	6	150	150	88	0,0	1,1	0,8	-	-
116L	612	CREC.007	2	100	100	92	0,0	0,3	0,4	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
116L	612	CREC.007	6	100	100	78	0,0	0,8	0,8	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELENA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

ESPECIE *Leucaena diversifolia*.

Redactor: Gustavo L. Baeza

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Benth.

Nombres comunes Leucaena, yaje, guaje, guashito.

Familia *Leguminosae (Mimosoideae)*

Origen y Distribución

Es nativa del sur de México y Guatemala. Se le encuentra naturalmente en rodales aislados desde Honduras y El Salvador, hasta México, generalmente en zonas de mediana altitud (600 a 2 300 msnm), tanto en zonas subhúmedas como en zonas húmedas. En Guatemala se localiza en la zona subhúmeda de la cuenca media del río Motagua y en zonas más altas (1,700 msnm) alrededor de la Ciudad de Guatemala. Se ha introducido en Colombia donde se ha investigado la tolerancia a suelos ácidos con alta saturación de aluminio.

Descripción de la especie

Es un árbol de tamaño mediano (hasta 15 m) semidecíduo, sin espinas, con un fuste generalmente de hasta 20 a 30 cm de diámetro y copa abierta. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunos ecotipos (Puerta del Golpe, San Agustín Acasaguastlán y Gualán, Guatemala), hasta arbustiva, con desarrollo de muchas ramas o retorcida y poco erecta en otras procedencias (El Progreso y Zacapa, Guatemala), con más de un eje por árbol.

La corteza externa es verde oscuro, pulvurulenta y densamente lenticelada en ejemplares jóvenes. En ejemplares maduros, la corteza es oscura (casi negra) fisurada; la corteza viva es de color verde claro. Las ramitas nuevas son de color verde claro y las más viejas, verde oscuro.

El sistema radicular es profundo con raíz pivotante y raíces laterales abundantes. Las raíces secundarias poseen nódulos que fijan el nitrógeno atmosférico.

Las hojas son alternas, pequeñas, de 8 a 5 cm y ocasionalmente hasta 20 cm, paripinadas con 10 a 18 pares de pinas de pecíolo rojizo; glándulas grandes, conspicuas, oblongas y hasta en número de cuatro por hoja; pinas y hojuelas opuestas.

Las flores son glabras, en cabezuela, de color rosado-rojizo, (anteras y estilo pequeños). Los frutos son legumbres pequeñas (1,0 a 1,5 cm de ancho y 10 a 18 cm de largo), glabras, rojizas cuando inmaduras, y oscuras cuando maduras. Se presentan en racimos, son dehiscentes y contienen de 15 a 20 semillas. Las semillas son pequeñas, ovaladas, de hasta 5 mm de largo; testa semidura cuando seca. El número de semillas por kg. varía entre 30,000 a 40,000.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

En forma natural se le encuentra en zonas con temperatura alta, aunque también se le puede hallar en zonas altas con temperaturas de hasta 14°C, sin heladas. Ha sido plantada en zonas con más de 26°C de temperatura promedio, lográndose un buen crecimiento. En Guatemala se ha plantado en un rango de temperatura media anual desde 24.0 hasta 28.1°C.

Precipitación

Se le encuentra en forma natural en lugares con precipitaciones desde 500 mm hasta 2 000 mm. En América Central se ha plantado con éxito en lugares hasta con 600 mm y ocho meses de déficit hídrico; en zonas de más de 1,800 mm y estación seca de seis meses presenta rápido crecimiento. En Guatemala se ha plantado en sitios cuya precipitación media anual oscila entre los 470 y 2 834 mm.

Elevación

Crece desde el nivel del mar hasta los 1 800 msnm. En experimentos realizados en Guatemala, a 100 msnm se ha encontrado un crecimiento superior a algunas variedades de *L. leucocephala*, incluyendo la variedad K-8; En Puriscal, Costa Rica, a 1000 msnm también ha mostrado crecimientos superiores a *L. leucocephala*. Actualmente en Guatemala, se encuentran plantaciones entre los 10 y 654 msnm.

Suelos

En condiciones naturales crece en suelos variados, ligeramente ácidos, de pH mayor que 6,0, aunque en Colombia, algunas líneas se adaptan bien a suelos ácidos (pH 4.5), también crece sobre suelos abandonados por agricultura migratoria en zonas subhúmedas y suelos superficiales con abundancia de rocas. Los mejores crecimientos se han obtenido sobre suelos alfisoles francos.

Factores limitantes

Se ha observado como uno de los principales la competencia de malezas en las primeras etapas de desarrollo. En la zona seca se ha reportado la incidencia de *Cerambis spp*, que anilla y corta los tallos y ramas de hasta 3 cm de diámetro.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Es una especie de rápido crecimiento cuya madera, especialmente la del duramen, es más dura y apreciada localmente como leña que la de *L. leucocephala*. En algunas condiciones produce mayor volumen que esta. Crece bien en terrenos pobres y suelos vérticos no inundables.

Sus principales usos son como leña, considerada de excelente calidad, ya que produce buenas brasas, poco humo, quema lentamente y raja con facilidad. También puede usarse para la fabricación de carbón.

Como madera de uso comercial se utiliza en la confección de mangos para herramientas, postes muertos, construcciones rurales como vigas y columnas. También en la confección de barbacoas para secado de tabaco.

Se utiliza también para la producción de forraje, aprovechando que el contenido de mimosina es menor que el de *L. leucocephala*, en lugares donde la especie crece bien. Los frutos inmaduros son utilizados en el sur de México y en Huehuetenango, Guatemala, como alimento humano. Las flores pueden ser utilizadas en la producción de miel.

En zonas secas y en suelos ácidos crece mejor que *L. leucocephala*, por lo que se puede utilizar para la rehabilitación de suelos, control de erosión y como barreras vivas en terrenos de alta pendiente. También puede ser utilizada como cerco vivo y en algunos casos como sombra para café.

SILVICULTURA

Regeneración natural

L. diversifolia tiene gran habilidad para colonizar terrenos abandonados por agricultura migratoria o terrenos limpios adyacentes a plantaciones, favorecida por la dehiscencia de los frutos así como el tamaño pequeño de las semillas, lo que posiblemente facilita su transporte por aves y por el viento.

Recolección de semillas

En las zonas de distribución natural la recolección de semillas se realiza entre febrero y marzo, los frutos deben colectarse cuando presentan una coloración pardo oscuro o los primeros signos de dehiscencia. Otra manera es esperar que los frutos estén maduros (dehiscencia ya iniciada) y con una manta, debajo del árbol, coleccionar la semilla que cae al agitarlo. Una vez colectadas, las vainas se ponen al sol hasta que abren naturalmente, secando luego las semillas, las cuales pueden almacenarse de un año para otro en lugares frescos y secos, protegiéndolas con insecticidas. También se pueden almacenar en recipientes herméticos o en cámaras frías.

Producción en viveros

Las semillas frescas tienen un alto porcentaje de germinación sin tratamiento. Para acelerar la germinación basta con remojarlas por 24 horas a temperatura ambiente. Las semillas almacenadas durante un año o más deben tratarse con agua caliente (80°C) durante cinco minutos y remojarse luego en agua a temperatura ambiente por 24 horas. De esta manera la germinación se inicia de los 3 a 5 días y se extiende hasta los 20.

La germinación puede hacerse en germinadores de arena desinfectada puestos a la sombra, o directamente en las bolsas donde se colocan de 2 a 5 semillas por bolsa y se entierran ligeramente. Aunque no hay muchas experiencias sobre reproducción por pseudoestaca, en cuyo caso, la producción de plántulas se hace directamente en bancales.

En vivero se necesitan de 12 a 14 semanas para tener plantas de 30 a 40 cm de altura, listas para el campo definitivo.

Siembra directa

Es posible, siempre que se realice un estricto control de malezas.

Establecimiento de la plantación

Esta labor es similar a la de *L. leucocephala* y otras especies. Antes de plantar en el campo definitivo es necesario un buen control de malezas ya que la competencia puede eliminar la plantación. Es necesario el control durante el primer año, mientras se cierran las copas, para evitar que la maleza incline los árboles (en las primeras etapas los árboles no crecen completamente erectos). En zonas húmedas se ha visto competencia fuerte de malezas de enredaderas (fam. Convolvulaceae), que llegan a provocar la muerte de los árboles.

Las distancias de plantación más utilizadas son 2x2 m y 1.5x2 m; también se ha usado 4x3 m como sombra para cafetales.

Control de malezas

Se puede hacer manualmente con machete, o bien empleando herbicidas según el tipo de malezas y condiciones del lugar.

Preparación del suelo

Se recomiendan las labores tradicionales de volteo y arado del suelo utilizando tracción animal o mecánica, cuando las condiciones físicas y económicas lo permitan. Si la labor del suelo por cualquier método es imposible, se recomienda poner énfasis en el control de las malezas, empleando herbicidas, quema, o métodos manuales, cuidando de no propiciar la erosión del suelo.

Sistemas agroforestales

Esta especie es utilizada experimentalmente como sombra de cafetales. También, de manera similar a *L. leucocephala*, se planta en cultivos en callejones donde se aprovecha como forraje, cortina rompevientos, producción de leña, estabilización y mejoramiento del suelo, etc.

Crecimiento y manejo

Crecimiento En general la especie ha mostrado rápido crecimiento en los sitios donde se ha plantado, pero es necesario ampliar la experiencia a otros sitios, así como a diferentes procedencias y líneas desarrolladas en otros sitios. En algunos experimentos realizados en Guatemala, se notó que la producción de peso seco de *L. diversifolia* fue superior a la de *L. leucocephala* (25.2 vrs. 18.2 Tm./ha), a los 33 meses de plantada.

Rebrotos La especie tiene capacidad de rebrotar fácilmente en gran cantidad. Sin embargo, no se tiene información exacta sobre el número de rebrotos que produce el mayor rendimiento. Se ha observado que los rebrotos de esta especie tienen un comportamiento muy similar con los de *L. leucocephala*, por lo que se podría decir que es bueno manejar 2 ó 3 rebrotos por tocón, realizando la selección después del cuarto mes, a manera similar que se recomienda para *L. leucocephala*. Esto sin embargo, debe hacerse tomando en cuenta las dimensiones del producto final deseado.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En Guatemala, la investigación de *L. diversifolia* se condujo en 14 sitios con 17 experimentos, todos ubicados en distintas regiones del país, cuya distribución se muestra en la Figura 1.

Comprenden esencialmente estudios de crecimiento y adaptación, cuantificación de biomasa, así como algunos ensayos destinados al estudio del manejo de rebrotos, espaciamientos, y establecimiento de la especie asociada con cultivos agrícolas.

Se describen a continuación, de manera muy general, los climas y suelos de los sitios experimentales.

Clima

Los experimentos se establecieron en sitios con climas variados, tomando en cuenta el rango de adaptabilidad de la especie. Las altitudes variaron desde los 10 msnm en Taxisco, Sta. Rosa, hasta los 654 msnm en Atescatempa, Jutiapa. Los rangos de temperatura media anual fueron, desde los 24,0°C en varias localidades del departamento de El Progreso, hasta los 28,1°C la aldea Petapilla, Chiquimula, Chiquimula. La precipitación pluvial media anual fue de los 470 mm en varios sitios de El Progreso, hasta los 2834 mm en Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa. El Cuadro No. 1 muestra con detalle las características climáticas de los sitios estudiados.

Cuadro 1. Sitios y climas de los experimentos realizados con *Leucaena diversifolia* en Guatemala

Código de Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
013L	406	100	bh ST	2	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez ✓
056L	507	517	me S	0	24.0	470	5 Km. Región VII, Palo Amontonado, El Progreso ✓
057L	508	360	me S	35	27.3	904	500 m, Morazán, El Progreso ✓
058L	509	517	me S	0	24.0	470	1 Km. Tierra Blanca, Tierra Blanca, El Progreso ✓
063L	510	517	bs S	0	24.0	470	Centro Progreso, El Progreso ✓
069L	509	517	me S	0	24.0	470	1 Km., Tierra Blanca, Tierra Blanca, El Progreso ✓
104L	515	517	me S	0	24.0	470	9 Km. A Guastatoya, Palo Amontonado, El Progreso ✓
105L	516	517	me ST	0	24.0	470	4 Km., Guastatoya, Región V -II; Palo Amontonado ✓
108L	608	620	bs ST	25	-	620	Atescatempa, Jutiapa ✓
110L	606	654	bs ST	25	-	1591	2 Km S.C., Frontera, San Benito, Atescatempa, Jutiapa ✓
111L	609	640	bh S	40	24.3	2834	Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa <i>bmh - S.</i>
113L	611	400	bmh ST	10	-	2630	San Juan Tecuaco, Santa Rosa ✓
114L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
115L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
116L	612	10	mh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa ✓
127L	709	424	bs ST	17	28.1	541	Petapilla, Chiquimula, Chiquimula ✓
181L	517	517	me ST	0	-	517	5 Km., Guastatoya, Región VII, Palo Amontonado, El Progreso ✓

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/DIGEBOS/CATIE, 1995.

Suelos

Los suelos de los sitios donde fueron establecidos los experimentos, contaron con valores de pH desde 5,5 en San Juan Tecuaco, Sta. Rosa, hasta 8,6 en Palo Amontonado, El Progreso, no existiendo por lo tanto ensayos en suelos con limitantes de acidez para la especie en estudio, aunque el valor de 8,6 parece ser un poco alcalino.

En lo referente a textura, predomina la franca y sus variaciones, encontrándose suelos franco-arenosos, franco arcillosos, franco limosos, franco-arcillo-limosos, teniéndose también algunos arenosos.

En cuanto a los niveles de nutrientes determinados, la mayoría poseía un nivel adecuado, a excepción de los suelos del sitio Tierra Blanca, El Progreso, que presentó niveles de calcio y magnesio cercanos al nivel crítico; así como la parcela del señor Eusebio Sosa, en La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez, donde el nivel de potasio era bajo, el cual no se ha reportado como un elemento crítico para el desarrollo de *Leucaena diversifolia*.

Respecto al contenido de materia orgánica, los suelos de la mayoría de los sitios presentaron un buen contenido de ésta (mayor al 3%), en los horizontes superiores, a excepción de las localidades Palo Amontonado y Tierra Blanca en El Progreso, y la Finca Chiquiguitán en Taxisco, Sta. Rosa. Algunas otras variables se pueden observar en el Cuadro 2.

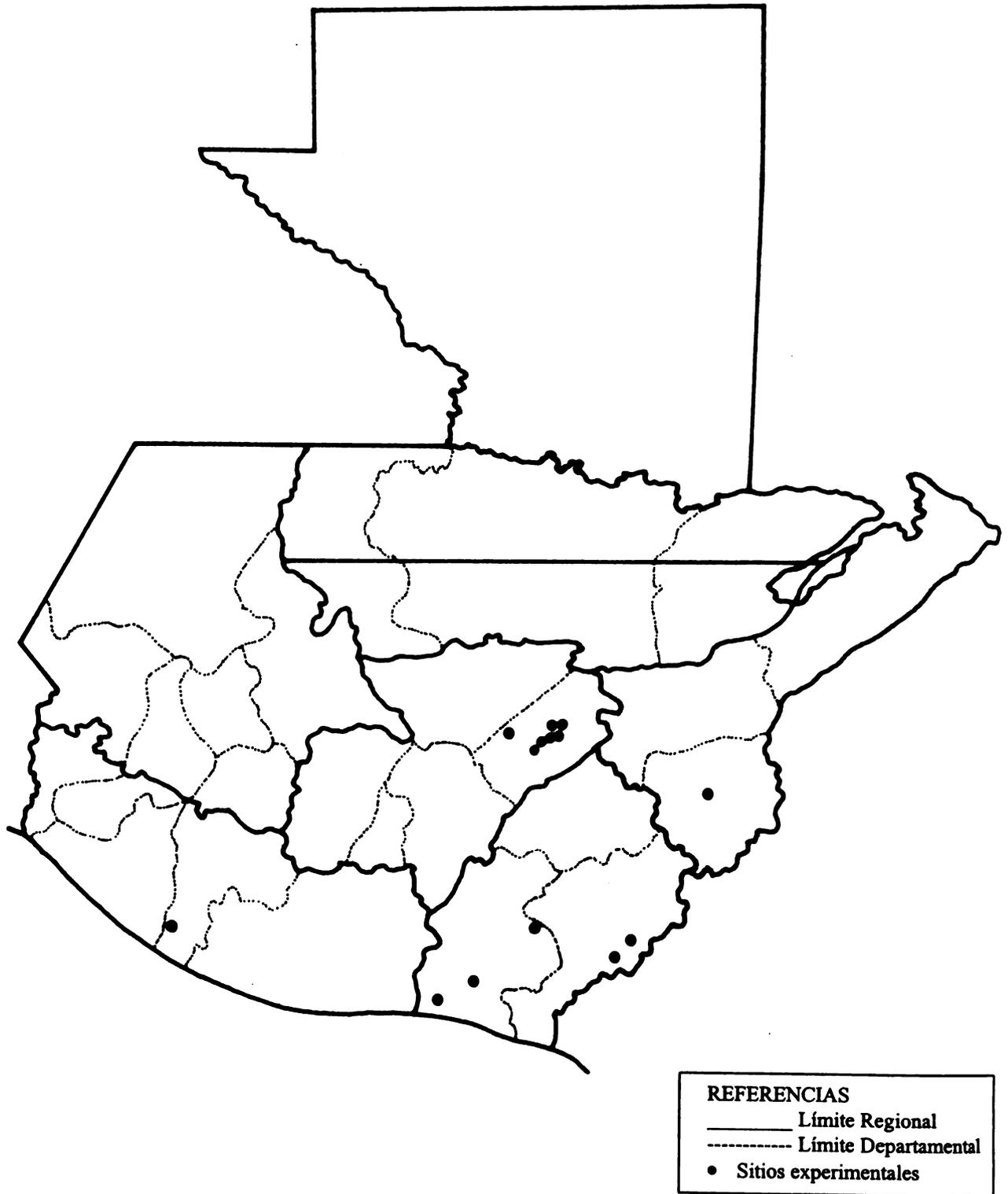


Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales de *Leucaena diversifolia* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Leucaena diversifolia* en Guatemala.

Código Experimento	No. Sitio	No. Perfil	No. Horiz.	Text	pH	MO %	Ca. Mg. K. CIC				Alt. msnm	Prof.		Ubicación
							meq/100 gr suelo					Sup. (cm)	Inf. (cm)	
013L	406	3	1	FA	6.5	4.5	17.0	5.8	1.0	32.1	100	0	8	Eusebio Sosa
013L	406	3	2	FA	6.5	3.2	17.5	5.3	0.1	32.1	100	8	33	Eusebio Sosa
013L	406	3	3	FA	6.6	2.3	17.0	5.8	0.1	30.5	100	33	44	Eusebio Sosa
013L	406	3	4	FA	7.2	1.4	13.5	6.8	0.1	29.4	100	44	64	Eusebio Sosa
013L	406	3	5	A	6.6	0.5	11.5	7.7	0.1	24.1	100	64	118	Eusebio Sosa
013L	406	3	6	FA	6.0	0.5	7.5	6.3	0.1	23.0	100	118	-	Eusebio Sosa
056L	507	25	1	F	8.0	2.1	20.0	3.8	0.5	40.7	517	0	4	Palo Amontonado
056L	507	25	2	F	8.2	1.7	24.0	4.0	0.2	46.0	517	14	50	Palo Amontonado
056L	507	25	3	F	8.2	1.7	17.0	3.6	0.2	43.3	517	50	64	Palo Amontonado
056L	507	25	4	F	8.3	1.3	29.0	5.5	0.2	41.7	517	64	123	Palo Amontonado
056L	507	25	5	Fa	8.6	0.9	24.0	3.6	0.2	37.5	517	123	-	Palo Amontonado
057L	508	23	1	F	7.3	5.1	15.5	6.5	0.1	34.2	450	0	10	El Moral
057L	508	23	2	F	6.8	2.1	13.0	5.6	0.0	31.0	450	10	20	El Moral
057L	508	23	3	FL	6.7	1.3	13.5	7.2	0.1	36.4	450	20	27/41	El Moral
058L	509	24	1	FL	7.5	0.9	2.5	1.0	0.3	31.6	0	0	24	Tierra Blanca
058L	509	24	2	Fa	8.1	0.4	2.0	1.0	0.2	21.4	0	24	-	Tierra Blanca
069L	509	24	1	FL	7.5	0.9	2.5	1.0	0.3	31.6	0	0	24	Tierra Blanca
069L	509	24	2	Fa	8.1	0.4	2.0	1.0	0.2	21.4	0	24	-	Tierra Blanca
108L	608	33	1	FL	6.5	5.9	13.0	4.9	1.0	40.1	0	0	18	Fosa Municipal
108L	608	33	2	FL	6.6	4.3	14.0	5.0	0.5	37.5	0	18	41	Fosa Municipal
108L	608	33	3	Fa	6.7	2.1	9.5	3.7	0.3	26.8	0	41	60	Fosa Municipal
108L	608	33	4	Fa	6.7	1.3	8.0	3.1	0.3	26.8	0	60	80	Fosa Municipal
108L	608	33	5	F FL	6.6	3.8	12.5	5.0	0.4	34.8	0	80	96	Fosa Municipal
108L	608	33	6	aF	6.8	0.9	4.0	1.7	0.4	24.1	0	96	-	Fosa Municipal
110L	606	58	1	FA	6.3	7.2	14.0	5.0	0.2	44.6	654	0	12	San Benito
110L	606	58	2	aF	6.2	4.8	16.0	5.7	0.2	45.7	654	12	38	San Benito
110L	606	58	3	AL FA L	6.3	3.8	18.5	7.0	0.2	48.3	654	38	56	San Benito
110L	606	58	4	FA	6.5	2.9	15.5	6.6	0.2	46.2	654	56	-	San Benito
113L	611	56	1	FA	6.2	5.3	11.0	3.0	0.6	30.5	400	0	20	San Juan Tecuaco
113L	611	56	2	AL FA L	5.8	3.4	9.0	2.8	0.3	34.7	400	29	45	San Juan Tecuaco
113L	611	56	3	FA	5.6	1.9	5.5	2.2	0.3	34.1	400	45	70	San Juan Tecuaco
113L	611	56	4	A	5.5	1.5	6.0	2.6	0.1	26.3	400	70	-	San Juan Tecuaco
114L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
115L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/DIGEBOS/CATIE, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

En la mayoría de los ensayos se midieron las variables sobrevivencia, altura total y DAP. A continuación, se presentan de manera general los resultados globales obtenidos, seguidos de información, con cierto detalle, de algunos ensayos seleccionados.

Sobrevivencia

La *L. diversifolia* ha demostrado ser una especie con buena adaptación a los sitios en donde fue ensayada. En la mayoría de los tratamientos se observó una sobrevivencia mayor del 85% en los primeras etapas de desarrollo alcanzando, en algunos casos, el 100%, aún después de 24 meses de establecerse la plantación. Las sobrevivencias más altas a los 24 meses se han observado en sitios con características muy diferentes en elevación, precipitación y otras variables como lo son La Máquina en Suchitepéquez, Morazán y Palo Amontonado, en El Progreso y Las Cabezas, Oratorio en Santa Rosa. Esto confirma el amplio rango de adaptabilidad de la especie.

En el ensayo realizado en San Juan Tecuaco, Santa Rosa, (Padilla y López, 1990), los valores de sobrevivencia para *L. diversifolia* son menores del 50%, pero no se mencionan razones específicas para ello. Se descarta, que esto sea atribuible a la poca capacidad de adaptación de la especie o a factores limitantes presentes en el sitio, pues simultáneamente se plantó *L. leucocephala* y fue ésta la que presentó la mejor sobrevivencia.

En el estudio del comportamiento de 25 especies forestales para la producción de leña en la zona muy seca del país (Espinoza *et al*, 1989), *L. diversifolia* presentó a los 37 meses una sobrevivencia del 93%, lo que demuestra que se adapta bien a la zona de vida Bosque Espinoso Seco.

En Oratorio, Santa Rosa, *L. diversifolia* presentó a los 26 meses, la sobrevivencia más alta (94%) entre 10 especies cuyo comportamiento fue evaluado para producción de leña, por lo que se le considera una de las más recomendables para dicha zona (Padilla y López, 1990).

Crecimiento en Altura

La *L. diversifolia* puede crecer de 5 a 20 metros; dependiendo de la edad y también de las condiciones ambientales y otros factores. En los ensayos realizados, las mayores alturas estuvieron cerca de los 10 m en árboles con 68 meses de plantados en la línea B-10 del parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez.

En el Progreso (Martínez y García, 1990), región de baja precipitación pluvial, se adaptó bien y creció mejor que *L. leucocephala* y *E. camaldulensis*, en los primeros cinco meses de establecida la plantación. En el ensayo de Oratorio, Santa Rosa (Padilla, *et al*, 1990), a los 36 meses *L. diversifolia* superó en altura (3,63 m) a *L. leucocephala* (3,14 m) y a otras siete especies evaluadas para la zona, aunque en este caso, su crecimiento fue menor al de *E. camaldulensis*.

Los IMA en altura total observados en los diferentes sitios a edades mayores de 10 meses, se encuentran en un rango de aproximadamente 0,77 a 3,71 m/año. Usando la escala de clasificación mostrada en el Cuadro 3, se puede notar que en la mayoría de los tratamientos evaluados, se obtuvieron IMA entre 1,0 y 2,5 m/año, los cuales se clasifican como medios.

Los IMA mayores de 2,5 m/año se obtuvieron en sitios del parcelamiento La Máquina, y en Morazán, El Progreso, (Anexo I) con edades que van desde los 11 a los 29 meses. Los mayores fueron 3,71, 3,55 y 3,23 m/año para las edades de 11, 24 y 16 meses respectivamente, en plantación a 2x2 m. Los IMA considerados como bajos (menores de 1,0 m/año), se obtuvieron en sitios con buen crecimiento en general, pero corresponden a tratamientos con más de 45 meses, en donde por ser ensayos de crecimiento, no se realizó ningún manejo y por lo tanto se redujo el ritmo de crecimiento.

Cuadro 3. Clasificación de los rangos de incremento medio anual en diámetro cuadrático medio (IMADCM) y altura total promedio (IMAALTOT), y número de tratamientos por categoría de altura de *Leucaena diversifolia* en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO		No. TRAT. (IMAALTOT)	
	IMAALTOT(m)	IMADCM(cm)	ABSOLUTO	RELATIVO (%)
BAJO	< 1,0	< 1,0	9	25
MEDIO	1,0 - 2,5	1,0 - 2,0	20	56
ALTO	> 2,5	> 2,0	7	19

Crecimiento en diámetro

El diámetro cuadrático medio (DCM) alcanzado en los diferentes ensayos, presentó diversos valores en un rango desde 2,0 cm a los 15 meses en Palo Amontonado, El Progreso, hasta los 8,3 cm a los 68 meses en La Máquina.

Los IMA en DCM que se obtuvieron en los ensayos, van desde 0,49 cm/año en Palo Amontonado, El Progreso, hasta los 4,58 cm/año en el área de La Máquina. De igual forma que para la altura total, los IMADCM reportados como bajos (menores de 1,0 cm/año) corresponden a plantaciones sin manejo que sobrepasan los 40 meses de establecidas, o bien a aquellas que han tenido problemas externos como defoliación, inducida por diversas causas.

Según los resultados obtenidos, la mayoría de IMADCM se encuentran en la categoría media (de 1,0 a 2,0 cm/año), con edades que oscilan entre 20 y 68 meses.

En el Cuadro 4 se observan datos importantes de crecimiento obtenidos en diferentes sitios y a diferentes edades.

Cuadro 4. Resumen de resultados de crecimiento de *Leucaena diversifolia* en Guatemala, en diferentes sitios y a edades seleccionadas.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
013L	406	APRO.004	24	200	200	88	7.1	7.1	8.7	3.55	3.55
013L	406	CREC.002	68	200	200	88	8.3	9.6	1	2.9	1.69
057L	508	CREC.014	21	200	200	91	3.3	4	4.6	2.29	1.89
057L	508	CREC.014	36	200	200	91	5.2	4.4	5.4	1.47	1.73
111L	609	CREC.009	26	150	150	89	3.2	3.9	5.2	1.80	1.48
113L	611	CREC.002	23	200	200	45	2.8	3.6	4	1.88	1.46
181L	517	1REBROTS	15	-	-	100	-	2.3	3.2	1.84	-
181L	517	2REBROTS	46	-	-	100	2.9	3.4	4.9	0.89	0.76
184L	515	2REBROTS	47	200	200	100	3.5	3.5	4.5	0.89	0.89
184L	515	4REBROTS	47	200	200	100	4.7	3.7	5	0.94	1.20

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/DÍGEBOS/CATIE, 1995

Ensayos de Variedades y Procedencias

En la cabecera departamental del Progreso, se estudió el comportamiento de dos procedencias de *L. diversifolia* (Guatemala y Colombia), en comparación con tres variedades de *Leucaena leucocephala* y la especie *Eucalyptus camaldulensis* (Martínez y García, 1990).

El experimento tuvo una duración de sólo cinco meses debido a factores externos que obligaron a su cancelación, por lo que los resultados no pueden considerarse como concluyentes. Estos se muestran en el Cuadro 5, donde se ve que *L. diversifolia* tuvo un crecimiento superior a *L. leucocephala* y *E. camaldulensis*. Estadísticamente, la procedencia guatemalteca supera en altura a la colombiana y a las demás especies, sin embargo, para los valores de sobrevivencia, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Sistemas Agroforestales

Se estudió el comportamiento de *L. diversifolia* asociada con cultivos agrícolas en varios ensayos, de los cuales se concluyó solamente uno. En éste se determinó que a los 22,5 meses de edad *L. diversifolia* tuvo el cuarto lugar en sobrevivencia, una altura de 3,43 m y un DAP de 2,6 cm. Adicionalmente, se obtuvo un rendimiento de 2,6 ton/ha de maíz y 0,78 Ton/ha de frijol, por lo que se concluyó que el sistema es útil durante el primer año de establecimiento de la plantación ya que se obtiene un buen crecimiento de las especies forestales y el producto ya indicado.

Cuadro 5. Sobrevivencia y altura de tres especies con diferentes variedades y procedencias a los cinco meses de edad, en El Progreso, Guatemala.

Especies - variedades/procedencias	Sobrevivencia (%)	Altura (m)
<i>L. diversifolia</i> , Guatemala	100	1,67
<i>L. diversifolia</i> , Colombia	97	1,18
<i>Leucaena leucocephala</i> K-67	99	1,16
<i>Leucaena leucocephala</i> K-28	99	1,16
<i>Leucaena leucocephala</i> K-8	100	1,10
<i>E. camaldulensis</i>	98	0,11

Fuente: Martínez y García, 1990.

Manejo de rebrotes

Existieron varios ensayos destinados al estudio de manejo de rebrotes, sin embargo por factores externos que afectaron el manejo de los mismos, tales como aprovechamientos sin cuantificación, quemas, etc. los datos resultan inconsistentes. Esto deja el campo abierto para la investigación en este tema.

Otros ensayos

Se estableció en El Progreso, Guastatoya, un ensayo para cuantificación de biomasa pero fue cancelado por quema de la plantación.

También se realizó un ensayo de siembra directa de cinco especies en Tierra Blanca, El Progreso. Sin embargo la germinación fue muy poca y luego de germinadas las plantas murieron en su totalidad, posiblemente debido a la falta de humedad, además de las limitantes que tienen los suelos de ese sitio, como se mencionó anteriormente.

Limitaciones para el crecimiento

En los ensayos realizados con esta especie en Guatemala, las mayores limitantes han sido el efecto del ramoneo y pisoteo por parte de animales domésticos y ganado vacuno, caprino y ovino; así como la incidencia de roedores (taltuza, conejos), que se alimentan de las raíces y follaje.

Se nota también, como en el caso de *L. leucocephala*, que en el ensayo establecido en la línea B-10 del parcelamiento La Máquina cuyo suelo presenta ligera deficiencia de potasio, el crecimiento es relativamente bajo, en comparación con otros experimentos plantados en el mismo sitio con *L. leucocephala*.

No se ha podido identificar un patrón de comportamiento entre el crecimiento y adaptación de *L. leucocephala* y *L. diversifolia* en sitios determinados. La información obtenida hasta el momento, cuando se han evaluado de manera conjunta, no es consistente pues en algunas ocasiones una especie supera a la otra o viceversa. Podría existir algún factor limitante para cada especie, que no ha sido posible identificar, y que hace que a la fecha no se pueda afirmar qué especie se adapta mejor a un sitio determinado.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis de los resultados obtenidos en los experimentos realizados con esta especie se puede concluir que:

- *La Leucaena diversifolia* es una especie que presenta una buena adaptación y crecimiento en sitios con elevaciones desde los 10, hasta los 654 msnm y con precipitaciones desde los 470 a los 2834 mm.
- Los mejores crecimientos de esta especie se han alcanzado en áreas de la costa sur del país, especialmente en la zona del Parcelamiento La Maquina, Suchitepéquez.
- *La Leucaena diversifolia* es una especie que puede ser usada con mucho beneficio en sistemas agroforestales, durante el primer año de establecida la plantación.
- Las mayores limitaciones para el crecimiento de *L. diversifolia* en Guatemala han sido la incidencia de animales, así como los suelos anegados.
- Existe un indicio de que el crecimiento en diámetro de *L. diversifolia* pudiera verse afectado por suelos deficientes en potasio.
- El método de siembra directa, no ha mostrado ser efectivo para *L. diversifolia* en las zonas donde ha sido utilizado.
- Muchos de los experimentos con *L. diversifolia* establecidos por este proyecto, tuvieron que ser cancelados debido a factores externos como los aprovechamientos prematuros por parte de vecinos a las parcelas, ingreso de animales y errores en las mediciones, lo cual deja el campo abierto para muchos temas de investigación.
- Aún faltan experiencias con esta especie sobre formas de plantación, efecto de la fertilización, prácticas de manejo y otros.

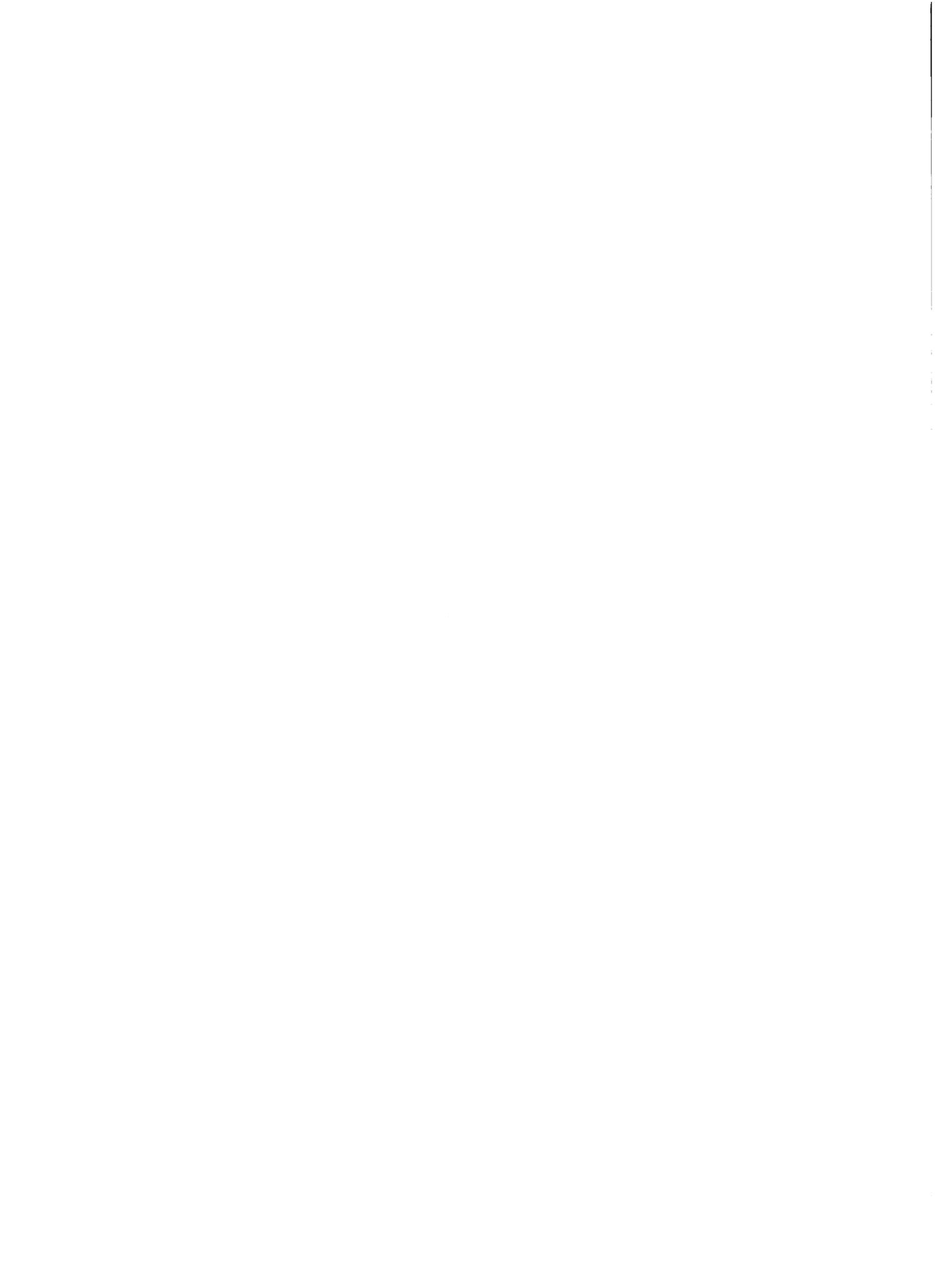
RECOMENDACIONES

- Hacer visitas a todos los ensayos para constatar el estado de los mismos y verificar a cuáles se les puede dar seguimiento.
- Continuar con la investigación de esta especie, con ensayos para estudiar temas como métodos de establecimiento de plantaciones, manejo de rebrotes, variedades y procedencias, fertilización y sistemas agroforestales.
- Estudiar el crecimiento y adaptación de *L. diversifolia* y *L. leucocephala* en forma simultánea, con distintas variedades y procedencias.
- Evitar las plantaciones en suelos con riesgo de anegamiento y proteger aquellas que se encuentren a merced de los animales domésticos, especialmente en los primeros años de crecimiento.

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. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No. 86. 228 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. *Leucaena leucocephala*, especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 166. Colección de Guías Silviculturales No. 14. 52 p.
- ESPINOZA, E. *et al.* 1989. Comportamiento de 25 especies forestales para la producción de leña en la zona muy seca de Guatemala. Informe Técnico Interno No. 1. Informe Técnico Interno No. 1. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- MARTINEZ, H.; GARCIA, C. 1990. Comportamiento de tres variedades de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y dos variedades de *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Benth y *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh plantados en El Progreso, Guatemala. Informe Técnico Interno No. 18. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- PADILLA, F. *et al.* 1990. Comportamiento de diez especies forestales para producción de leña, en la cooperativa Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa, Guatemala. Informe Técnico Interno No. 12. CATIE, Retalhuleu, Guatemala.
- PADILLA, F.; LOPEZ, R. 1990. Comportamiento de once especies forestales para la producción de leña en asocio con maíz y frijol en San Juan Tecuaco, Santa Rosa, Guatemala. Informe Técnico Interno No. 22. CATIE, Retalhuleu, Guatemala. s.p.
- POUND B.; MARTINEZ C. 1985. *Leucaena*, su cultivo y utilización. Overseas Development Administration, Londres. 1985

ANEXO



Cuadro A1. Resultados de crecimiento en promedios por tratamiento, de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA3/DIGEBOS/CATIE con *Leucaena diversifolia* en Guatemala. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total; IMA calculados para edades superiores a 10 meses.

Código De Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
013L	406	APRO.003	11	200	200	88	4,2	3,4	5,3	3,71	4,58
013L	406	APRO.004	24	200	200	88	7,1	7,1	8,7	3,55	3,55
013L	406	CREC.002	16	200	200	92	3,8	4,3	5,2	3,23	2,85
013L	406	CREC.001	16	200	200	94	3,2	4,1	5,0	3,08	2,40
057L	508	CREC.014	12	200	200	92	0,0	2,9	2,9	2,90	-
013L	406	CREC.001	29	200	200	94	5,1	6,3	7,1	2,61	2,11
013L	406	APRO.003	24	200	200	96	5,2	5,2	7,3	2,60	2,60
013L	406	CREC.001	24	200	200	94	3,9	4,7	5,4	2,35	1,95
057L	508	CREC.014	21	200	200	91	3,3	4,0	4,6	2,29	1,89
013L	406	CREC.002	29	200	200	92	5,3	5,5	6,9	2,28	2,19
013L	406	CREC.002	24	200	200	92	4,2	4,3	5,3	2,15	2,10
013L	406	CREC.001	35	200	200	94	5,2	6,2	7,1	2,13	1,78
013L	406	CREC.002	35	200	200	88	5,6	6,1	8,0	2,09	1,92
111L	609	CREC.009	13	150	150	97	0,0	2,2	3,4	2,03	-
013L	406	CREC.001	45	200	200	94	5,8	7,5	9,0	2,00	1,55
013L	406	CREC.002	45	200	200	88	6,5	7,3	9,8	1,95	1,73
113L	611	CREC.002	23	200	200	45	2,8	3,6	4,0	1,88	1,46
181L	517	2REBROTS	15	-	-	100	0,0	2,3	4,0	1,84	-
181L	517	1REBROTS	15	-	-	100	0,0	2,3	3,2	1,84	-
111L	609	CREC.009	26	150	150	89	3,2	3,9	5,2	1,80	1,48
013L	406	CREC.002	68	200	200	88	8,3	9,6	12,9	1,69	1,46
013L	406	CREC.001	56	200	200	94	6,6	7,9	9,3	1,69	1,41
013L	406	CREC.002	56	200	200	88	7,4	7,9	10,0	1,69	1,59
181L	517	4REBROTS	15	-	-	100	0,0	2,0	3,0	1,60	-
013L	406	CREC.001	68	200	200	94	6,9	8,5	10,1	1,50	1,22
057L	508	CREC.014	36	200	200	91	5,2	4,4	5,4	1,47	1,73
181L	517	1REBROTS	34	-	-	98	2,2	3,4	3,9	1,20	0,78
181L	517	2REBROTS	34	-	-	100	2,6	3,0	4,5	1,06	0,92
181L	517	TESTIGO*	34	-	-	100	2,7	3,0	3,8	1,06	0,95
181L	517	4REBROTS	34	-	-	96	3,2	2,8	3,5	0,99	1,13
184L	515	4REBROTS	47	200	200	100	4,7	3,7	5,0	0,94	1,20
184L	515	1REBROTS	47	200	200	100	2,2	3,5	4,4	0,89	0,56
184L	515	2REBROTS	47	200	200	100	3,5	3,5	4,5	0,89	0,89
181L	517	1REBROTS	46	-	-	98	2,0	3,4	4,4	0,89	0,52
181L	517	2REBROTS	46	-	-	100	2,9	3,4	4,9	0,89	0,76
184L	515	TESTIGO*	47	200	200	100	3,8	3,4	4,7	0,87	0,97
184L	515	1REBROTS	47	200	200	100	1,9	3,4	4,1	0,87	0,49

continúa Cuadro A1...

Código De Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
184L	515	2REBROTS	47	200	200	97	5,5	3,4	3,9	0,87	1,40
184L	515	TESTIGO*	47	200	200	100	2,8	3,4	4,2	0,87	0,71
181L	517	TESTIGO*	46	-	-	100	3,4	3,3	4,1	0,86	0,89
184L	515	TESTIGO*	47	200	200	100	2,2	3,2	4,2	0,82	0,56
181L	517	4REBROTS	46	-	-	96	3,4	3,1	3,7	0,81	0,89
184L	515	4REBROTS	47	200	200	100	4,2	3,0	3,5	0,77	1,07
k 104L	515	APRO.001	-	-	-	100	4,6	4,5	6,1	-	-
k 105L	516	APRO.003	-	-	-	100	3,3	4,1	5,6	-	-
105L	516	APRO.004	-	-	-	100	3,2	3,8	5,3	-	-
106L	517	APRO.001	-	-	-	100	8,0	6,4	7,8	-	-
106L	517	APRO.004	-	-	-	100	6,1	6,4	8,5	-	-
108L	608	CREC.006	5	150	150	100	0,0	0,7	1,0	-	-
110L	606	CREC.001	4	150	150	100	0,0	0,3	0,4	-	-
110L	606	CREC.002	4	150	150	100	0,0	0,3	0,5	-	-
111L	609	CREC.009	3	150	150	97	0,0	1,0	1,5	-	-
111L	609	CREC.009	6	150	150	97	0,0	1,4	2,0	-	-
111L	609	CREC.009	10	150	150	97	0,0	1,3	2,0	-	-
069L	509	CREC.004	3	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
063L	510	CREC.005	5	200	200	97	0,0	1,3	2,1	-	-
113L	611	CREC.002	3	200	200	97	0,0	0,7	0,9	-	-
113L	611	CREC.002	8	200	200	59	0,0	1,0	1,3	-	-
063L	510	CREC.001	5	200	200	100	0,0	1,7	2,2	-	-
113L	611	CREC.002	33	200	200	45	0,0	0,0	-	-	-
114L	612	CREC.004	2	200	200	100	0,0	0,4	0,7	-	-
114L	612	CREC.004	6	200	200	97	0,0	1,0	-	-	-
115L	612	CREC.003	2	150	150	96	0,0	1,3	1,9	-	-
115L	612	CREC.003	6	150	150	96	0,0	1,9	2,5	-	-
116L	612	CREC.004	2	100	100	100	0,0	0,6	1,6	-	-
116L	612	CREC.004	6	100	100	92	0,0	1,9	2,3	-	-
127L	709	CREC.001	6	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
063L	510	CREC.005	2	200	200	100	0,0	0,7	0,8	-	-
063L	510	CREC.001	2	200	200	100	0,0	0,9	1,3	-	-
058L	509	CREC.030	11	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
181L	517	TESTIGO*	15	-	-	100	0,0	0,0	-	-	-
058L	509	CREC.030	4	200	200	100	0,0	0,8	1,0	-	-
058L	509	CREC.030	2	200	200	100	0,0	0,5	0,6	-	-
058L	509	CREC.030	1	200	200	100	0,0	0,4	0,4	-	-
057L	508	CREC.014	5	200	200	94	0,0	2,1	2,4	-	-
057L	508	CREC.014	3	200	200	94	0,0	1,2	1,7	-	-
057L	508	CREC.014	1	200	200	99	0,0	0,5	0,5	-	-
056L	507	CREC.053	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
056L	507	CREC.044	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
056L	507	CREC.053	6	200	200	74	0,0	0,4	0,5	-	-
056L	507	CREC.044	6	200	200	76	0,0	0,9	0,9	-	-
056L	507	CREC.053	3	200	200	78	0,0	0,3	0,4	-	-
056L	507	CREC.044	3	200	200	80	0,0	0,6	0,7	-	-
056L	507	CREC.053	1	200	200	96	0,0	0,3	0,3	-	-
056L	507	CREC.044	1	200	200	89	0,0	0,4	0,5	-	-
013L	406	CREC.002	4	200	200	100	0,0	2,6	3,5	-	-
013L	406	CREC.001	4	200	200	100	0,0	2,8	3,3	-	-
105L	516	APRO.001	-	-	-	100	2,4	4,1	5,6	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELENA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Plantación de *Leucaena diversifolia* de ocho meses de edad, en el Parcelamiento la Máquina, Suchitepéquez.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico *Acacia mangium*

Nombres comunes En América Central esta especie se conoce con el nombre de "mangium o acacia", en Guatemala se le llama "mangium"

Familia *Leguminoceae*, subfamilia *mimosoideae*.

Sinónimo botánico: Originalmente esta especie se describió como *Acacia montanum*, Rumph, o como *Acacia glauscenses* sensu Kenehira y Hatrisima.

Origen y distribución

Esta especie es nativa de la parte noreste de Australia, Papúa-Nueva Guinea, y este de Indonesia, incluyendo Islas Molucas. Se distribuye entre latitudes de 0°50' S en Indonesia, hasta 19°0' S en Australia (EEUU/NRC, 1983).

Descripción de la especie

En su habitat natural, alcanza a medir entre 25 a 30 m de altura y hasta 90 cm de Dap (CATIE, 1986). Presenta un fuste recto y libre de ramas hasta la mitad de su altura total, aunque fuera de su ambiente natural tiende a bifurcarse a diferentes alturas (CATIE, 1992). En plantaciones, la copa es de forma columnar, mientras en que árboles aislados, la copa es abierta o redonda. La corteza presenta una coloración café oscuro, áspera, gruesa y surcada longitudinalmente (Oliva, 1990).

A nivel de plántulas recién germinadas las hojas son compuestas, luego son sustituidas por filodios que se elongan, que funcionan como hojas. La inflorescencia es en espiga, compuesta por flores pequeñas de color blanco, de 10 cm de longitud. Las vainas se agrupan en forma espiralada, presentan pocas semillas por vaina de color negro brillante, unidas a la vaina por un funículo de color anaranjado (Oliva, 1990).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

En la región donde la especie se distribuye naturalmente, se presentan temperaturas medias anuales que van de 22°C a 26°C. En los sitios donde fue plantada Mangium, en Guatemala se tiene temperaturas promedio de 28.8°C (Detlefsen, 1984).

Precipitación

En las áreas de origen de la especie se presentan precipitaciones que varían entre los 1,000 mm hasta 4500 mm anuales, en Guatemala se ha plantado en precipitaciones promedio de 1860 mm anuales.

Elevación

Mangium en su habitat natural, crece en altitudes menores a los 100 msnm, sin embargo, se encuentra en elevaciones de hasta los 700 msnm (Oliva, 1990), en Guatemala se ha plantado hasta los 100 msnm.

Suelos

Esta especie crece bien en suelos aluviales, profundos y húmedos. Soporta suelos ácidos con pH de hasta 3.5, no así en suelos salinos, donde los filodios lentamente se toman cloróticos hasta morir el árbol (CATIE, 1992).

A. mangium, posee la habilidad de fijar nitrógeno a través de la formación de nódulos con bacterias del género *Rhizobium* y aportar abundantemente hojarasca, por lo que se utiliza para la recuperación de suelos degradados (CATIE, 1992).

Factores limitantes

Debido a las condiciones naturales en que se distribuye la especie, se ha observado que debe plantarse en tierras bajas húmedas; con precipitaciones superiores a los 2000 mm anuales y con temperaturas estables. Los períodos secos prolongados limitan el crecimiento.

En suelos con alto contenido de aluminio, suelen provocar la muerte regresiva, según se ha observado a nivel de plantaciones en Costa Rica. Además la manipulación de la semilla y el contacto con el polen, presentan cierta toxicidad para el humano (EE.UU/NRC, 1983).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La madera de *A. mangium* es moderadamente pesada (0,6g/cm³ de gravedad específica en rodales naturales y de 0,40 a 0,45 g/cm³ en plantaciones), lo cual indica que la madera tiene fuerte potencial para uso comercial y familiar.

Se utiliza como leña o carbón, por el poder calórico que posee (20000 a 20500 kJ/kg. equivalentes a 4770-4900 kcal/kg). Además se emplea en carpinterías, ebanistería, construcciones, laminados y chapas de fibras y partículas. Pueden obtenerse postes para cercas y varas para construcciones rurales, producto de las podas y raleos.

Puede ser plantada como cortina rompevientos en sistemas agroforestales, para control de erosión, como planta ornamental, para la elaboración de pulpa y obtención de taninos, se puede emplear como forraje animal (Oliva, 1990).

SILVICULTURA

Regeneración natural

En Guatemala, se desconoce de la regeneración natural debido a que las plantaciones son jóvenes, sin embargo, en rodales naturales la regeneración es abundante, según se ha observado luego de los aprovechamientos o quemadas del bosque, donde se constituye en una especie pionera (Oliva, 1990).

Recolección de semilla

La época de recolección de semilla se presenta en los meses secos desde febrero hasta abril. Se estima que un árbol produce alrededor de 0,4 Kg de semilla por año, y cada kilogramo contiene entre 80000 a 110000 semillas.

Producción de viveros

Para la producción de plantas a nivel de vivero, la semilla no necesita escarificación, se recomienda efectuar un pretratamiento a la germinación, consistente en sumergir la semilla en agua caliente (no hirviendo), dejarla enfriar y luego sumergirlas en agua a temperatura ambiente por 24 horas. La germinación completa se obtiene entre el octavo y décimo día.

Establecimiento de la plantación

Previo al establecimiento de la plantación, deben definirse los objetivos de producción para los cuales se planta. Esto se hace por la factibilidad que tiene la especie de poderse establecer en plantaciones puras o bien en asocio con cultivos anuales (sistemas agroforestales) en sus primeras etapas de desarrollo.

Basados en los objetivos de la plantación, deberán seleccionarse los sitios que presenten suelos fértiles y no precisamente marginales donde la especie encuentre limitaciones para su desarrollo.

Para el establecimiento de la plantación se debe realizar un trazado y marcación del sitio, debe tomarse en cuenta la topografía del mismo, esto con el fin de determinar qué sistema de plantación utilizar y qué distanciamiento es el adecuado. El ahoyado deberá realizarse en agujeros de 0.2 x 0.2 x 0.2 m en el punto que fuera marcado. En cuanto a la densidad de plantación, ésta se ha realizado en plantaciones puras con densidades iniciales de 1,111 a 2,500 árboles por hectárea.

Control de malezas

En plantaciones, debido al crecimiento inicial rápido de mangium y lo denso de su copa, produce sombra rápidamente, la cual permite el establecimiento y crecimiento de malezas.

Preparación del sitio

Igualmente los sitios deberán estar libres de cualquier foco de infección, principalmente por la presencia de hormigueros, que afectan la especie. Deberán estar preferiblemente cercados, pese a que los animales no comen su follaje, pueden pisotear las plantas y afectar el éxito de la plantación.

Es recomendable realizar una remoción del terreno, aunque se utilice planta procedente de siembra directa en bolsa, en el caso de realizarse la plantación a siembra directa en el campo, debe aflojarse el suelo a una profundidad de 20 cm.

Sistemas agroforestales

Mangium es una especie que puede asociarse con cultivos agrícolas en las primeras etapas de desarrollo, hasta que los árboles cubran el dosel o tengan competencia entre copas.

Las experiencias en Guatemala, han mostrado que la sobrevivencia y el crecimiento no se ven afectados estableciendo la plantación asociada con cultivos anuales, como es el caso de un sitio en La Máquina, donde se establecieron plantaciones asociadas con maíz, se reportó una sobrevivencia del 68% con alturas promedio de 1,6 m, donde la sobrevivencia se vio afectada por condiciones de baja pluviosidad.

Por otra parte, desde el punto de vista del agricultor, sus cosechas no se presentan diferencias en cuanto a asociadas (sistema agroforestal) o solas, sino al contrario se ven reducidos los costos de inversión, para el establecimiento de la plantación.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las condiciones edafoclimáticas de los sitios donde fue plantada la especie de *A. mangium*. En la Figura 1 se ubican dichos sitios.

Cuadro 1. Sitios y climas de los experimentos realizados con *Acacia mangium* en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
139L	425	100	bh S	5	28,8	1860	Línea B-4 7 Km., La Máquina, Suchitepéquez.
152L	430	100	bh S	0	28,8	1860	Línea B-4 7 Km., La Máquina, Suchitepéquez.

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Acacia mangium* en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Ca. Mg. K. CIC				Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
						meq/100 gr suelo							
139L	425	63	1	A	6,6	9,1	1,9	1,5	29,3	36	0	12	La Máquina, Cuyot., Such.
139L	425	63	2	A	6,7	5,6	1,8	0,9	24,7	36	12	33	La Máquina, Cuyot., Such.
139L	425	63	3	FAa	6,8	4,4	1,6	44,0	21,0	36	33	-	La Máquina, Cuyot., Such.
152L	430	65	1	FA	6,6	14,6	4,4	1,5	29,6	40	0	16	La Máquina, Cuyot., Such.
152L	430	65	2	A	6,6	10,3	3,3	44,0	28,3	40	16	27	La Máquina, Cuyot., Such.
152L	430	65	3	FA	6,7	7,4	3,4	27,0	27,3	40	27	42	La Máquina, Cuyot., Such.
152L	430	65	4	FA	6,6	5,0	3,1	27,0	25,6	40	42	75	La Máquina, Cuyot., Such.
152L	430	65	5	FAa	6,4	4,4	3,7	24,0	26,3	40	75	-	La Máquina, Cuyot., Such.

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

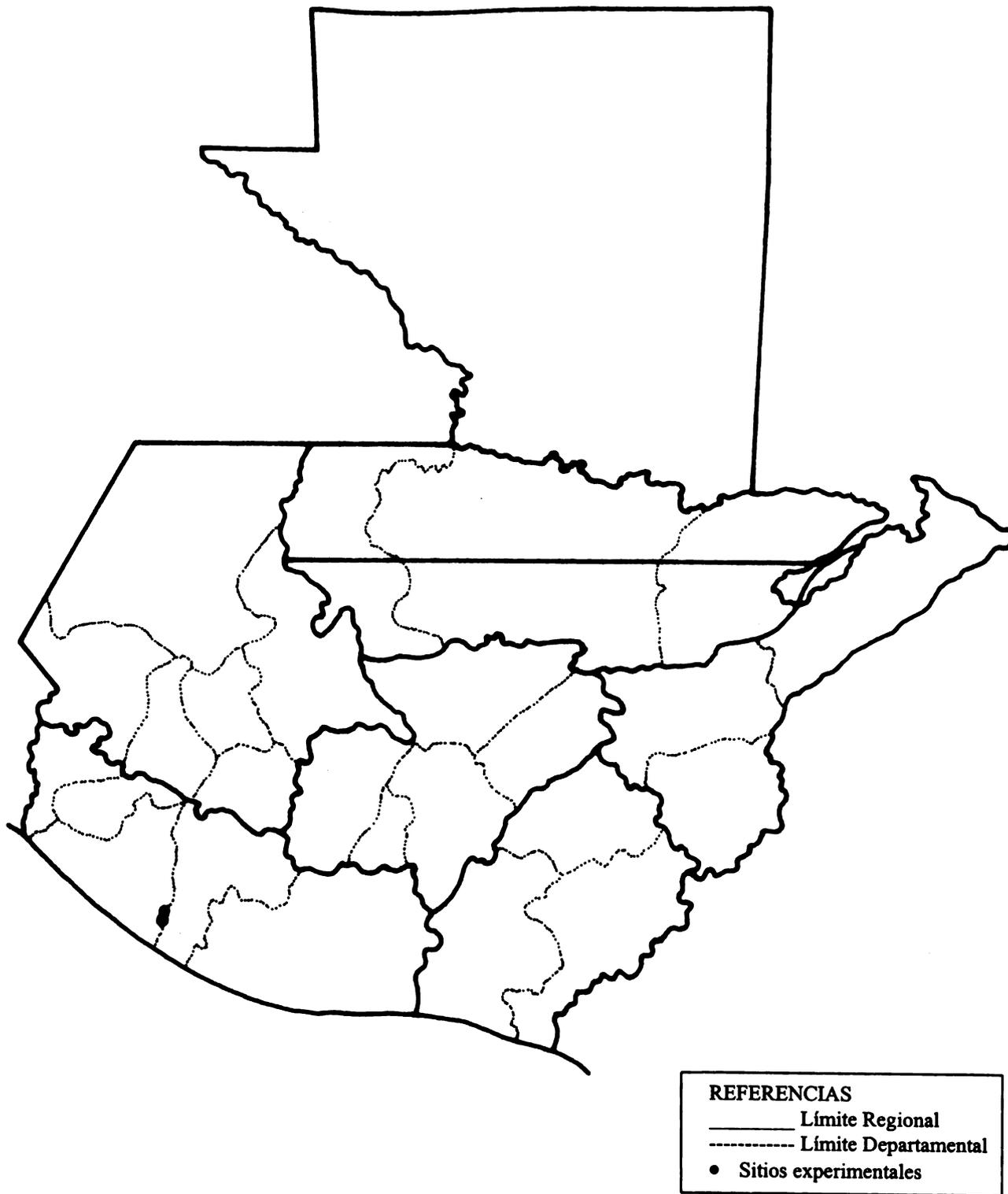


Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales de *Acacia mangium* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

El Cuadro 3 presenta los resultados de sobrevivencia y crecimiento en Altura y Dap de *Acacia mangium* en los diferentes sitios ensayados por el Proyecto Madeleña.

Cuadro 3. Resumen de resultados de crecimiento de *Acacia mangium* en Guatemala, en sitios y edades seleccionados.

Código Experimento	No. Sitio	Código Tratamiento	Edad meses	Sobrev %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante
139L	425	CREC.001	17	68	0.0	1.6	200	200	2.2
152L	430	2.737.001	56	37	5.9	7.0	200	200	-
152L	430	2.738.002	56	70	8.7	9.1	200	200	10.2
152L	430	2.739.003	56	37	7.2	5.9	200	200	5.0
152L	430	2.740.004	56	56	10.8	10.2	200	200	11.8
152L	430	2.741.005	56	73	10.2	11.3	200	200	12.0
152L	430	2.742.006	56	45	7.4	7.9	200	200	7.4
152L	430	2.743.007	56	61	8.9	8.2	200	200	9.2
152L	430	2.744.008	56	48	7.9	7.8	200	200	6.5
152L	430	2.745.009	56	66	7.8	7.0	200	200	6.3
152L	430	2.746.010	56	72	10.5	10.5	200	200	12.0
152L	430	2.747.011	56	33	6.2	5.3	200	200	7.1

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Sobrevivencia

La sobrevivencia de *Mangium* en ambos sitios donde fue plantada en Guatemala, es aceptable, basados en que no se puede pensar que existió inadaptabilidad de la misma, sino que se debió a condiciones de baja pluviosidad, en el momento de su establecimiento.

Sin embargo en el sitio 425 se tiene el 68% de sobrevivencia a los 17 meses de plantada, mientras que en el sitio 430 se tiene una media del 56% de sobrevivencia, donde las procedencias 2741.005, 2746.010 y 2738.02 presentaron más del 70% de sobrevivencia. Situación que lleva a clasificar como buenas sobrevivencias mayores del 70% y entre 50% a 69% regular y menor del 50% como mala.

Altura total

En cuanto a los crecimientos en altura, esta especie ha mostrado tener un crecimiento rápido, como se muestra en el estudio de los ensayos establecidos en La Máquina, Suchitepéquez, donde se presentan alturas promedio de 11,3 m a los 56 meses de edad. En otro sitio analizado siempre en La Máquina, se tienen crecimientos en altura total de 1,6 m a los 17 meses de edad.

Con base en la información de crecimiento en los sitios donde fue plantada la especie en Guatemala, se definieron cuatro rangos de incremento medio anual (IMAALT) en altura total promedio. Esta clasificación se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Altura Total (IMAALTOT) para *Acacia mangium*, en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO
Alto	> 2,51 m/año
Medio	1,51-2,50 m/año
Bajo	< 1,5 m/año

Diámetro

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre el crecimiento en diámetro se han obtenido incrementos medios anuales en etapas iniciales mayores de 2,5 cm, los cuales se consideran excelentes. En los sitios estudiados los IMA en DAP se presentan entre 2,0 a 2,5 cm, que se clasifican como de crecimiento alto. Sin embargo, se presentan incrementos entre 1,5 a 2.0 cm anuales, que se consideran como medios y se clasifican como bajos los que presentan crecimiento menores de 1,50 cm anuales, en los casos de que se obtengan incrementos mayores de 2,51 cm anuales se consideran como excelentes. Esta clasificación se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Diámetro Cuadrático Medio (IMADCM) para, *Acacia mangium* en Guatemala.

CATEGORIA	RANGOS
Excelente	> 2,51 cm/año
Alto	1,51-2,50 cm/año
Medio	1,00-1,50 cm/año
Bajo	< 1,00 cm/año

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No soporta sitios de baja humedad o áreas que presenten períodos secos prolongados, pues merman el crecimiento o producen la muerte total de la plantación.

Acacia mangium, se recomienda plantar en zonas húmedas en proyectos de reforestación con fines energéticos, para recuperación y protección de cuencas y otros usos. Debido a la alta sobrevivencia, rápido crecimiento en altura y diámetro y por amplia aceptación y utilización por parte de los agricultores y pequeña industria, que pueden utilizar la madera para elaborar trabajos de mueblería semifina, construcciones rurales, mueblería rústica, usarla como vigas, horcones, leña y carbón por el alto poder calórico o como ornato en las viviendas y producción de miel.

Se recomienda continuar investigando con esta especie en métodos de plantación, en ensayos de adaptación y crecimiento con el fin de utilizarla en plantaciones con fines industriales y/o nivel de comunidades.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1992. *Mangium (Acacia mangium Willd.)* especie de árbol de uso múltiple en América Central/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Turrialba, C.R. CATIE, 45 P. (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE; no. 196).
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central resultados de cinco años de investigación. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 86. 228 p.
- DETLEFSEN R, E.G. 1984. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (*Zea mays* L.) en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing.Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala. 104 p.
- ESTADOS UNIDOS, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1983. *Mangium and other fast growing Acacias for the Humid Tropics*. Washington, D.C., EE.UU., Academy Press. 62 p.
- OLIVA, E. 1990 a. Comportamiento en plantaciones de *Mangium (Acacia mangium Willd.)* y *Aripin (Caesalpinia velutina (ByR) Standl.)* en América Central. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 117 p.
- OLIVA, E. 1990 b. Modelos de crecimiento y rendimiento de *Mangium (Acacia mangium Willd.)* en Costa Rica, Honduras y Panamá. *Silvoenergía (C.R.)* no. 35. 4p.

ANEXO



Cuadro A1. Resultados de crecimiento en promedios por tratamientos de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala, con *Acacia mangium*. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac 1 (cm)	Espac 2 (cm)	Sobrev %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
152L	430	2741.005	43	200	200	82	8,2	8,8	9,8	2,46	2,29
152L	430	2741.005	56	200	200	73	10,2	11,3	12,0	2,42	2,19
152L	430	2746.010	43	200	200	83	8,5	8,4	10,4	2,34	2,37
152L	430	2746.010	56	200	200	72	10,5	10,5	12,0	2,25	2,25
152L	430	2740.004	43	200	200	57	8,6	8,0	9,8	2,23	2,40
152L	430	2740.004	56	200	200	56	10,8	10,2	11,8	2,19	2,31
152L	430	2741.005	32	200	200	86	5,4	5,8	6,6	2,18	2,03
152L	430	2746.010	32	200	200	87	5,8	5,4	7,6	2,03	2,18
152L	430	2740.004	32	200	200	59	5,3	5,2	7,6	1,95	1,99
152L	430	2738.002	56	200	200	70	8,7	9,1	10,2	1,95	1,86
152L	430	2738.002	43	200	200	76	6,7	6,9	8,1	1,93	1,87
152L	430	2741.005	20	200	200	70	0,0	3,0	2,3	1,80	-
152L	430	2743.007	56	200	200	61	8,9	8,2	9,2	1,76	1,91
152L	430	2742.006	56	200	200	45	7,4	7,9	7,4	1,69	1,59
152L	430	2743.007	43	200	200	72	6,6	6,0	6,8	1,67	1,84
152L	430	2744.008	56	200	200	48	7,9	7,8	6,5	1,67	1,69
152L	430	2738.002	32	200	200	79	4,4	4,4	5,4	1,65	1,65
152L	430	2744.008	43	200	200	56	5,9	5,6	4,3	1,56	1,65
152L	430	2740.004	20	200	200	60	0,0	2,6	3,7	1,56	-
152L	430	2745.009	56	200	200	66	7,8	7,0	6,3	1,50	1,67
152L	430	2737.001	56	200	200	37	5,9	7,0	-	1,50	1,26
152L	430	2746.010	20	200	200	85	0,0	2,5	2,5	1,50	-
152L	430	2745.009	43	200	200	67	5,8	5,3	5,0	1,48	1,62
152L	430	2743.007	32	200	200	75	5,0	3,8	4,2	1,43	1,88
152L	430	2738.002	20	200	200	83	0,0	2,3	3,5	1,38	-
152L	430	2743.007	20	200	200	77	0,0	2,3	3,7	1,38	-
152L	430	2742.006	20	200	200	77	0,0	2,2	4,1	1,32	-
152L	430	2737.001	32	200	200	59	2,8	3,5	2,4	1,31	1,05
152L	430	2744.008	32	200	200	84	3,8	3,5	2,4	1,31	1,43
152L	430	2742.006	43	200	200	59	4,7	4,7	4,2	1,31	1,31
152L	430	2745.009	32	200	200	78	3,6	3,4	2,8	1,28	1,35
152L	430	2739.003	56	200	200	37	7,2	5,9	5,0	1,26	1,54
152L	430	2737.001	20	200	200	49	0,0	2,1	2,1	1,26	-
152L	430	2737.001	43	200	200	36	4,1	4,5	2,9	1,26	1,14
152L	430	2744.008	20	200	200	66	0,0	2,0	1,7	1,20	-
152L	430	2742.006	32	200	200	72	3,0	3,1	2,5	1,16	1,13
152L	430	2745.009	20	200	200	67	0,0	1,9	1,5	1,14	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac 1 (cm)	Espac 2 (cm)	Sobrev %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA Total (m/año)	Alt. DCM (cm/año)
152L	430	2747.011	56	200	200	33	6,2	5,3	7,1	1,14	1,33
139L	425	CREC.001	17	200	200	68	0,0	1,6	2,2	1,13	-
152L	430	2739.003	32	200	200	61	3,3	2,8	2,7	1,05	1,24
152L	430	2739.003	43	200	200	50	5,5	3,7	3,6	1,03	1,53
152L	430	2739.003	20	200	200	66	0,0	1,7	2,1	1,02	-
152L	430	2747.011	43	200	200	42	4,1	3,1	5,1	0,87	1,14
152L	430	2747.011	32	200	200	45	2,9	2,3	4,4	0,86	1,09
152L	430	2747.011	20	200	200	44	0,0	1,4	2,6	0,84	-
152L	430	2740.004	9	200	200	89	0,0	1,3	1,8	-	-
152L	430	2738.002	9	200	200	97	0,0	1,0	1,4	-	-
152L	430	2746.010	9	200	200	97	0,0	1,1	1,6	-	-
152L	430	2739.003	9	200	200	94	0,0	1,0	1,1	-	-
152L	430	2747.011	9	200	200	89	0,0	0,9	1,2	-	-
152L	430	2737.001	9	200	200	96	0,0	1,0	1,1	-	-
152L	430	2745.009	9	200	200	94	0,0	1,0	1,2	-	-
152L	430	2744.008	9	200	200	96	0,0	1,0	1,3	-	-
152L	430	2743.007	9	200	200	95	0,0	1,1	1,4	-	-
152L	430	2742.006	9	200	200	94	0,0	1,0	1,4	-	-
139L	425	CREC.001	9	200	200	80	0,0	0,9	1,2	-	-
152L	430	2741.005	9	200	200	100	0,0	1,0	0,4	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Ensayo de Procedencias del experimento No. 152 (87-08) de *Acacia mangium* de 8 años de edad, en la Línea C-4 del Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.



Ensayo de Procedencias del experimento No. 152 (87-08) de *Acacia mangium* de 8 años de edad, en la Línea C-4 del Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre Científico *Cupressus lusitanica*

Nombres Comunes Ciprés común, ciprés, ciprés lusitano, ciprés de Portugal, en Jacaltenango le llaman Tzicap, Tzis en Huehuetenango, quisís en Quiché y Chinchac, Paxaque y Ksis en Quetzaltenango.

Familia *Cupressaceae*

Origen y Distribución

Esta especie es originaria de las montañas del sur de México, Guatemala, Honduras y El Salvador, entre latitudes de 15° y 27° N y en altitudes de los 2200 a 3300 msnm.

En Guatemala, se encuentran plantaciones naturales en la Sierra de las Minas, en la Soledad, Jalapa, Chimaltenango, Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos.

El ciprés suele conformar rodales puros o mixtos asociados con *Abies guatemalensis* Rehder, *Pinus ayacahuite* var *veintichi*, *Pinus montezumae* var *rudis* (pino rudis), *Quercus* sp (quercus) y *Alnus* sp. (aliso).

Descripción de la Especie

Esta especie presenta variaciones en su configuración, posición y grosor de las ramas y el tamaño de los conos.

Cupressus lusitanica Mill, es una especie conífera, el árbol es monoico, puede crecer más de 30 m de altura y hasta 100 cm de diámetro, a la altura del pecho (DAP).

El fuste tiende a ser recto, ligeramente acanalado en la base. La madera de su albura es parda, anaranjada fuerte y el duramen anaranjado amarillento, claro. En condición seca la albura es gris amarillenta clara.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

La especie normalmente requiere sitios templados o fríos, de preferencia abrigados y algo húmedos. Crece en zonas de vida de bosque muy húmedo montano sub-tropical y bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical.

El ciprés puede adaptarse a un amplio rango de condiciones ambientales, desde rangos de baja altitud (menores de 1000 msnm) hasta 3800 msnm y de zonas relativamente secas, con menos de 1000 mm anuales de precipitación, hasta húmedas de 4000 mm anuales, temperaturas superiores de 12°C y a suelos francos arenosos, franco arcilloso, bien drenados, neutros o ácidos, con buen contenido de materia orgánica, profundos y húmedos.

Entre los factores limitantes para el desarrollo de esta especie están los suelos poco profundos y susceptibles a vientos fuertes, lugares de escasa precipitación, y áreas sujetas a heladas fuertes, sitios con mal drenaje, lugares con alta nubosidad excesiva. Así también, en suelos poco fértiles se pueden observar reducciones en el crecimiento y malformaciones; el crecimiento en la etapa juvenil es afectado por algunos insectos, hongos y bacterias.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La madera de ciprés es de buena calidad, de color blanco amarillenta y es ampliamente utilizada principalmente para madera de aserrío, postes o pilares para madera de construcción y la lepa (corteza) como paredes de casas de familias pobres y como combustible (leña) en los hogares, postes de cercos, horcones, tablex, elaboración de muebles, pisos, paneles decorativos.

La especie es utilizada como arbolito de Navidad, por lo que su presencia en las viviendas es tradicional durante la época navideña.

SILVICULTURA

Los bosques nativos de ciprés en Guatemala generalmente son homogéneos. Las plantaciones de regeneración natural se localizan en los siguientes departamentos:

DEPARTAMENTO

AREAS

- Huehuetenango	Todos los Santos
- Totonicapán	Totonicapán, Santa Cruz del Quiché, Cerro el Tambor y Alaska
- Quetzaltenango	Quetzaltenango, Zunil, Almolonga, Siete Orejas y Palestina.
- San Marcos	San Marcos, Volcán Tajumulco.
- Sololá	Paximbal, Sierra Paraxquin, Volcán Santa Cruz.
- Chimaltenango	Santa Elena
- El Progreso	Sierra de las Minas
- Jalapa	La Soledad.

Recolección de semillas

La semilla de esta especie se recolecta entre los meses de agosto a septiembre, principalmente en los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango.

Producción en viveros

La producción de plántulas es común en el altiplano central de Guatemala, en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y Chimaltenango. La semilla germina a los 18 días, tardando en viveros un promedio de seis meses y no requiere ninguna protección especial.

En el caso del altiplano occidental, en los departamentos de Quetzaltenango, Sololá, Totonicapán, Quiché, San Marcos y Huehuetenango, la germinación dura alrededor de 18 días y con una duración en vivero de 12 meses. Debido a las bajas temperaturas que se dan durante la noche, es necesario proteger las plantitas con un cobertor y en el día descubrirlas (AECI-DIGEBOS, 1993).

Establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación de ciprés, se sugiere utilizar plántulas de 30 a 35 cm de altura. Para plantaciones con fines de madera para aserrío, se sugiere que la distancia inicial sea de 3 m x 3 m y 4 m x 4 m con un plan de manejo acorde al objetivo de producción.

Control de malezas

Es necesario una adecuada preparación del terreno, chapeando las malezas altas y realizando una rodajea, de por lo menos un metro de diámetro, alrededor de los árboles.

Preparación del suelo

El primer paso consiste en limpiar el área en donde se establecerá la plantación. Esta puede hacerse en forma manual, en la mayoría de los casos y con maquinaria, donde las condiciones del sitio lo permitan y sea más económico.

Es recomendable la aplicación de 50 gramos de fertilizante en el fondo de cada hoyo al momento de la siembra para tener mejor crecimiento de las raíces (CATIE, 1992), también cubrir el fertilizante con una capa delgada de tierra, de modo que las raíces no tengan contacto directo.

Sistemas agroforestales

La forma más común de utilizar el ciprés en sistemas agroforestales es en cortinas rompevientos, debido a su copa densa y relativamente rígida, que permite disminuir la velocidad de los vientos.

En Guatemala, los pequeños agricultores en el Departamento de Chimaltenango, utilizan el ciprés como cercos vivos, en sistemas Taungya y en callejones aunque en cantidades pequeñas.

Podas y raleos

Las podas de formación se realizan a partir del segundo año de establecida la plantación, eliminando las ramas bajas y las bifurcaciones.

Por la persistencia de ramas muertas en el árbol, en ciprés se hace necesario realizar podas tempranas, para facilitar el acceso a la plantación, labores culturales de limpieza y para obtener madera de alta calidad. Se recomiendan raleos oportunos, aunque son más necesarias las podas, ya que los árboles desarrollan ramas gruesas que afectan la calidad de la madera. Para obtener madera de aserrío de alta calidad, es necesario realizar la poda de acuerdo a un plan que se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Recomendaciones de poda en ciprés para obtener madera de alta calidad.

Altura del Arbol (m)	Altura de la Poda o Grosor del diámetro	Longitud del fuste podado (m)
5.0	1/3 de la altura	1.5
7.0	½ de la altura	3.5
10.0	½ de la altura	5.0
12.15	11 cm	7.0
17.0	11 cm	11-13.0

Fuente: CATIE, 1992.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Los sitios de los experimentos de ciprés que se establecieron en Guatemala, así como los datos de altitud, zona de vida, pendiente, temperatura media anual, precipitación media anual y la ubicación del experimento, se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Sitios y climas de los experimentos realizados con *Cupressus lusitanica* en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
001T	527	1650	bh MB	1	28.1	3140	1 Km. W S, Santa Lucía, Milpas Altas, Sacatepéquez.
002T	527	1650	bh MB	1	18.1	3140	Patzicia, Chimaltenango
003T	108	2420	bmh M	25	13.9	1355	El Rincón, San Marcos
004T	528	1400	bh St	2	13.9	1355	San Marcos, San Marcos
003L	501	2200	bh S	25	21.0	1128	Parque Naciones Unidas, Amatitlán, Guatemala
005L	502	2260	bh MB	0	13.9	1894	3.5 Km. Sur Este, Patzicia, Chimaltenango
016T	502	2260	bh MB	0	13.9	1894	3.5 Km. Sur Este, Patzicia, Chimaltenango
135L	522	1860	bh MB	25	18.2	1460	Franjasen, Guatemala
146L	104	2690	bmh MB	40	28.1	3140	2 Km. Norte, Nahualá, Sololá
148L	522	1620	bh MB	70	18.2	1460	San José Pinula, Guatemala
170L	525	1580	bmh MB	0	28.1	3140	2 Km. N, De Pastores, Antigua Guatemala, Sacatepéquez
171L	525	1580	bmh MB	0	28.1	3140	2 Km. N, De Pastores, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

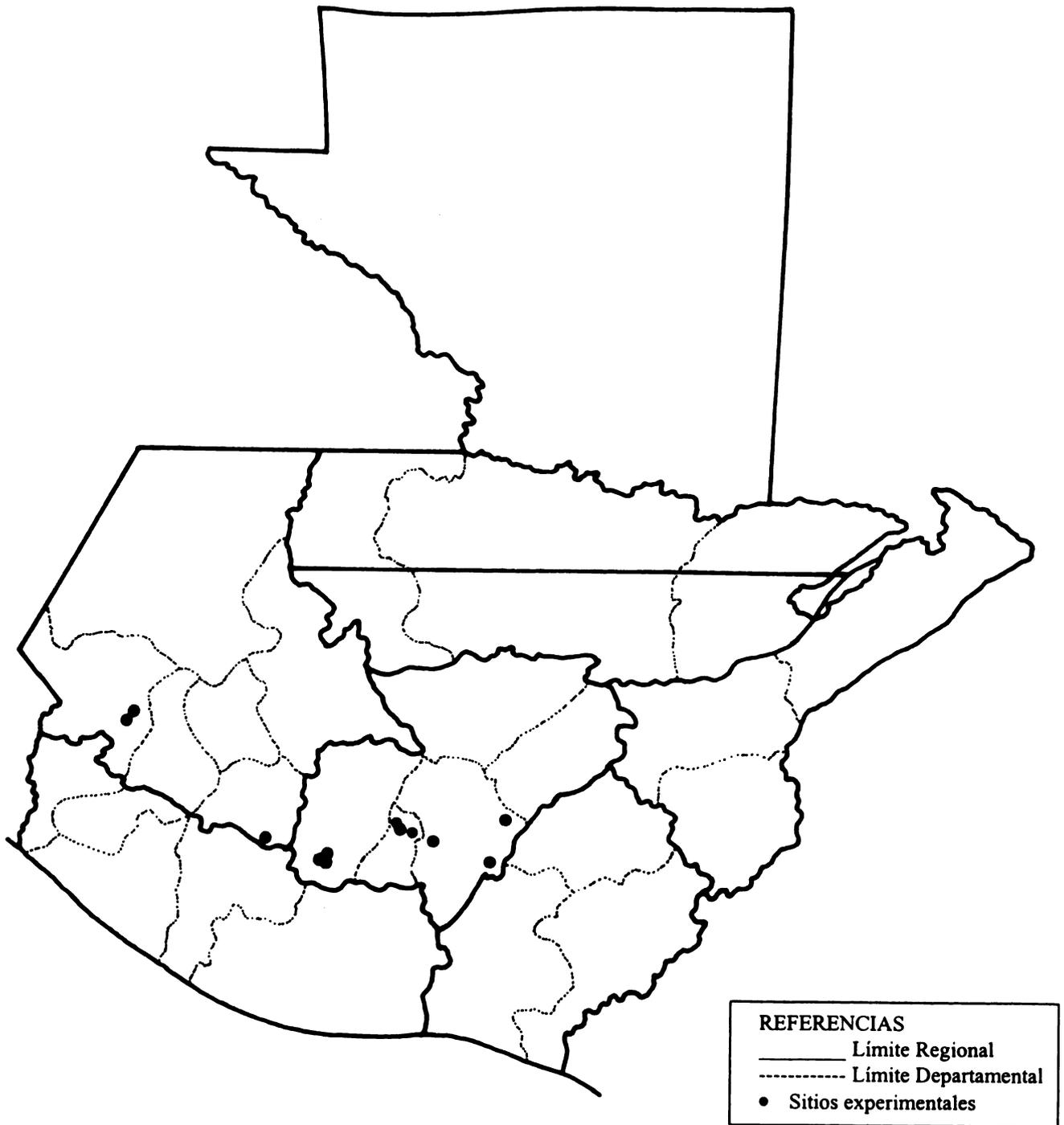


Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales de *Cupressus lusitanica* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

Cuadro 3. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Cupressus lusitanica* en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K.			CIC	Alt. msnm	Prof.		Ubicación
							meq/100	gr suelo				Sup. (cm)	Inf. (cm)	
003L	501	53	1	F	6.3	5.3	14.0	4.2	1.0	47.3	1500	0	16	Parque Naciones Unidas
135L	522	77	1	FA	6.6	-	6.7	1.8	4.3	26.3	1880	0	16	Fraijanes, Guatemala
135L	522	77	2	FA	5.8	-	4.2	1.0	2.7	21.4	1880	16	35	Fraijanes, Guatemala
135L	522	77	3	A	5.3	-	4.2	0.9	4.6	28.6	1880	35	82	Fraijanes, Guatemala
135L	522	77	4	A	5.6	-	4.2	0.9	3.9	34.2	1880	82	104	Fraijanes, Guatemala
135L	522	77	5	A	6.0	-	4.9	1.0	4.2	36.2	1880	104	150	Fraijanes, Guatemala
146L	104	83	1	F	6.2	-	9.1	0.4	0.7	40.8	3000	0	16	Comunidad De Xiquix, Nahualá, Sololá
146L	104	83	2	Fa	6.5	-	14.6	0.8	0.6	50.2	3000	16	31	Comunidad De Xiquix, Nahualá, Sol
146L	104	83	3	Fa	6.8	-	11.8	0.7	0.6	43.3	3000	31	60	Comunidad De Xiquix, Nahualá, Sol
146L	104	83	4	Fa	6.7	-	8.3	0.7	2.3	43.5	3000	60	78	Comunidad De Xiquix, Nahualá, Sol
146L	104	83	5	FA	6.7	-	6.1	1.2	6.0	34.3	3000	78	136	Comunidad De Xiquix, Nahualá, Sol
170L	525	79	1	Fa	7.0	-	20.9	3.1	3.3	29.7	1460	0	8	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
170L	525	79	2	Fa	6.8	-	8.3	1.7	2.0	17.9	1460	8	35	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
170L	525	79	3	Fa	6.9	-	5.6	3.5	1.7	15.5	1460	35	47	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
170L	525	79	4	Fa	6.7	-	4.2	3.2	1.6	15.6	1460	47	76	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
170L	525	79	5	FAa	6.4	-	4.9	3.3	2.3	28.3	1460	76	-	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
171L	525	79	1	Fa	7.0	-	20.9	3.1	3.3	29.7	1460	0	8	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
171L	525	79	2	Fa	6.8	-	8.3	1.7	2.0	17.9	1460	8	35	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
171L	525	79	3	Fa	6.9	-	5.6	3.5	1.7	15.5	1460	35	47	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
171L	525	79	4	Fa	6.7	-	4.2	3.2	1.6	15.6	1460	47	76	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
171L	525	79	5	FAa	6.4	-	4.9	3.3	2.3	28.3	1460	76	-	El Jute, Pastores, Sacatepéquez

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

El estudio comprende, el establecimiento de 12 experimentos localizados en 10 sitios diferentes, los cuales van desde un altitud de 1400 en San Marcos a 2670 snm, en Nahualá, Sololá (Cuadro 2).

Sobrevivencia

El ciprés en las condiciones de sitio donde se establecieron los ensayos, presentó una sobrevivencia muy buena (85-100%). Los valores observados menores del 80% corresponden a parcelas en plantaciones con más de 10 años de edad, que posiblemente ya se han raleado o por falta de manejo y fuerte competencia, provoque que algunos árboles hayan muerto (caso de la Finca Florencia, Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez), donde al momento de realizar la medición, la plantación tenía 11 años.

En las parcelas de *Cupressus lusitanica*, establecidas en plantaciones viejas de 8 a 19.9 años, se observa una sobrevivencia de 59 a 100% en la mayoría de los casos, con edades de 0.7 a 7.75 años. Estos experimentos se ubicaron en los departamentos de Guatemala (Fraijanes), Sololá (Nahualá), y Sacatepéquez (Pastores); más del 95% de las parcelas evaluadas presentaron sobrevivencia arriba del 80% (Cuadro 3).

Cuadro 4. Clasificación de los rangos de incremento medio anual en diámetro cuadrático medio (IMADCM) y altura total promedio (IMAALTOT), y número de tratamientos por categoría de altura de *Cupressus lusitanica* en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO		No. TRAT. (IMAALTOT)	
	IMAALTOT(m)	IMADCM(cm)	ABSOLUTO	RELATIVO (%)
BAJO	< 1,5	< 1,0	67	21
MEDIO	1,5 - 2,5	1,0 - 1,5	71	71
ALTO	> 2,5	> 1,5	26	8

Crecimiento en Altura Total

Los valores más altos observados corresponden al experimento, ubicado en el Parque Naciones Unidas, Amatitlán, Guatemala, que alcanzó 24 m de altura a los 20.3 años de edad y en Patzicía, Chimaltenango una altura de 22.9 m, a los 22 años. A los 7.7 años en Fraijanes, Guatemala, presentó una altura de 10 m en promedio.

Los incrementos Medios Anuales (IMA), en altura total, muestran rangos de crecimientos considerables como IMA bajo (menor de 1 metro) en el cual se ubica el 21% de las parcelas. Considerando como IMA medio (rango de 1.1 a 1.5 metros) se encuentra el 71% de las parcelas en edades comprendidas entre 0.7 y 7.7 años y como IMA alto (rango de 1.51 metros en adelante), el 8% de las parcelas con edades de 0.7 a 8 años.

Los rangos de IMA en altura total son de 2.3 a 2.5 m este IMA más alto corresponde a dos parcelas de ciprés a una edad de 7.75 años y es un experimento de procedencias con semilla originaria de los departamentos de Quetzaltenango y Sololá (Cuadro 4).

Este sitio se ubica a 1860 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,460 mm, temperatura de 18.2°C y la zona de vida es bosque húmedo Montano Bajo (bh MB).

Los crecimientos bajos se dieron en la mayoría de los casos, en plantaciones entre los 9 y 22 años, que probablemente se deba a factores de manejo de la plantación, ya que no fueron raleadas oportunamente.

Crecimiento en Diámetro Promedio

El crecimiento en DAP varía de acuerdo a la edad y a la densidad de la población (ver cuadro 4). Generalmente, los incrementos medios anuales en diámetro se encuentran de 1.51 a 2.50 cm con edades de 0.7 a 7.75 años.

En Guatemala, se establecieron 12 experimentos de *Cupressus lusitanica*, de los cuales ocho corresponden a parcelas temporales, establecidas en plantaciones viejas (edades entre 9 y 22 años), un ensayo de procedencias de semillas, uno de espaciamientos y dos ensayos de fertilización.



Cuadro 5. Resumen de resultados de crecimiento de *Cupressus lusitanica* en Guatemala, en sitios y edades seleccionados.

Código De Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
135L	522	CREC.017	93	200	200	100	15,0	16,5	20,3	2,13	1,94
186L	802	CREC.001	76	200	200	86	11,2	11,7	15,3	1,85	1,77
170L	525	TESTIGO*	25	200	200	97	3,9	3,8	4,6	1,82	1,87
170L	525	FERT.050	25	200	200	100	3,8	3,7	4,5	1,78	1,82
170L	525	FERT.200	25	200	200	97	3,9	3,7	4,5	1,78	1,87
171L	525	E250X250	25	150	150	98	3,5	3,6	4,4	1,73	1,68
171L	525	E150X150	25	150	150	100	3,6	3,6	4,4	1,73	1,73
135L	522	CREC.005	20	200	200	95	0,0	2,6	-	1,56	-
135L	522	CREC.005	67	200	200	92	14,8	8,1	9,6	1,45	2,65
135L	522	CREC.025	37	200	200	100	4,7	3,9	3,9	1,26	1,52
135L	522	CREC.026	37	200	200	100	5,2	3,9	3,8	1,26	1,69
135L	522	CREC.016	93	200	200	100	14,8	9,8	9,9	1,26	1,91
135L	522	CREC.020	93	200	200	100	15,0	9,8	9,8	1,26	1,94
146L	104	CREC.001	34	200	200	44	0,0	1,4	1,6	0,49	-
146L	104	CREC.001	19	200	200	96	0,0	0,7	1,0	0,44	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Ensayo de Espaciamento

En Pastores, Sacatepéquez, a 1580 msnm, TMA de 18.2°C, PMA 3140 mm, zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), suelos Franco arenosos con pH de 6.4; se estableció un ensayo de espaciamentos.

Los tratamientos probados en este ensayo fueron los distanciamientos y diámetros a los 24 meses.

Cuadro 6. Diámetros obtenidos a los 24 meses en un ensayo de distanciamiento en Pastores, Sacatepéquez, Guatemala.

Espaciamentos	Diámetros en cm.
1.5 x 1.5 mts	3.6
2.0 x 2.0 mts	3.5
2.5 x 2.5 mts	3.5
3.0 x 3.0 mts	3.6

Ensayos de Fertilización

Se establecieron dos ensayos con el objetivo de evaluar el efecto del fertilizante en diferentes dosis.

Uno de ellos ubicado en Pastores, Sacatepéquez a 1 580 msnm, TMA de 18.1°C, PMA de 3 140 mm, zona de vida de bosque muy bueno Montano Bajo (bmh-MB) y suelos Franco arenoso y Franco arcilloso arenoso.

En este ensayo de fertilización, los tratamientos consistieron en la aplicación de dosis de fertilizante (15-15-15), en proporciones de 0, 50, 100 y 200 gramos/planta.

El fertilizante que se aplicó al momento de realizar la plantación, en el hoyo, antes de colocar el árbol, mezclado con tierra. El ensayo presentó un crecimiento homogéneo durante las mediciones efectuadas a los dos años, tanto en diámetro (3.9 cm), como en altura (3.7 m).

OTRAS EXPERIENCIAS

Cupressus lusitanica, es plantado en Guatemala por empresas reforestadoras para obtener madera de aserrío. Es utilizada ampliamente como árbol ornamental, en cortinas rompevientos, en alamedas (ambos lados de las calles), en las entradas de algunos municipios.

Esta especie ha tenido gran adaptación entre los agricultores (que poseen relativamente pequeñas extensiones de terreno), que han recibido asistencia técnica de parte de los Proyectos MADELEÑA y MADELEÑA-SHARE, en los departamentos de Chimaltenango y Sololá, donde la preferencia por esta especie ocupa un segundo lugar.

CONCLUSIONES

- *Cupressus lusitanica*, es una especie de fácil adaptación en áreas que presentan una altitud sobre el nivel del mar de 1500 a 2500 m, con precipitaciones anuales entre 1000 y 3000 mm, con una temperatura promedio superior a los 12°C, en suelos neutros con drenaje adecuado.
- En Guatemala, esta especie tiene gran aceptación por parte de reforestadoras, quienes a través de incentivos fiscales, hacen inversiones, reforestando de esta forma; estas personas tienen poco conocimiento sobre el comportamiento de esta especie, por lo que se deberían hacer más esfuerzos por investigar más, es decir, continuar con la investigación que emprendió el Proyecto MADELEÑA DIGEBOS/CATIE, utilizando para el efecto la metodología diseñada para este tipo de investigación.

BIBLIOGRAFIA

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- Informe Técnico No. 86 Turrialba, Costa Rica. 224 p.*

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1992. Ciprés, *Cupressus lusitanica*, especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 168 Turrialba, Costa Rica. Colección de Guías Silviculturales. 66 p.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. *Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía.* Turrialba, Costa Rica. Traducción de la versión inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA, Turrialba. CATIE. 344 p.

DIRECCION GENERAL DE BOSQUE Y VIDA SILVESTRE. 1993. *Manual de Diseño, Manejo y Mantenimiento de viveros Forestales, Proyecto Agroforestal AECI-DIGEBOS.* Guatemala, Guatemala. 34 p.

ANEXO

Cuadro A1. Resultados de crecimiento en promedios por tratamientos de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala, con *Cupressus lusitanica*. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
135L	522	CREC.017	93	200	200	100	15,0	16,5	20,3	2,13	1,94
002T	107	CREC.001	94	0	0	76	19,0	16,1	18,7	2,06	2,43
186L	802	CREC.001	76	200	200	86	11,2	11,7	15,3	1,85	1,77
170L	525	TESTIGO*	25	200	200	97	3,9	3,8	4,6	1,82	1,87
170L	525	FERT.050	25	200	200	100	3,8	3,7	4,5	1,78	1,82
170L	525	FERT.200	25	200	200	97	3,9	3,7	4,5	1,78	1,87
002T	107	CREC.002	94	-	-	85	16,6	13,8	17,3	1,76	2,12
170L	525	FERT.200	11	200	200	99	0,0	1,6	1,9	1,75	-
170L	525	TESTIGO*	11	200	200	97	0,0	1,6	2,1	1,75	-
171L	525	E150X150	11	150	150	100	0,0	1,6	1,8	1,75	-
170L	525	FERT.050	11	200	200	100	0,0	1,6	1,9	1,75	-
186L	802	CREC.001	88	200	200	97	11,8	12,7	17,2	1,73	1,61
171L	525	E250X250	25	150	150	98	3,5	3,6	4,4	1,73	1,68
170L	525	FERT.100	25	200	200	100	3,6	3,6	3,9	1,73	1,73
171L	525	E150X150	25	150	150	100	3,6	3,6	4,4	1,73	1,73
171L	525	E200X200	25	150	150	98	3,5	3,6	4,1	1,73	1,68
171L	525	E300X300	25	150	150	100	3,6	3,6	4,5	1,73	1,73
171L	525	E250X250	11	150	150	99	0,0	1,5	1,8	1,64	-
170L	525	FERT.100	11	200	200	100	0,0	1,5	1,7	1,64	-
171L	525	E200X200	11	150	150	99	0,0	1,5	1,6	1,64	-
171L	525	E300X300	11	150	150	100	0,0	1,5	1,8	1,64	-
135L	522	CREC.026	11	200	200	100	0,0	1,5	1,4	1,64	-
003T	108	CREC.001	118	-	-	85	18,1	15,5	19,5	1,58	1,84
186L	802	CREC.001	76	200	200	65	11,6	9,9	12,4	1,56	1,83
135L	522	CREC.005	20	200	200	95	0,0	2,6	-	1,56	-
135L	522	CREC.005	11	200	200	95	0,0	1,4	-	1,53	-
135L	522	CREC.025	93	200	200	100	19,2	11,5	11,7	1,48	2,48
135L	522	CREC.022	93	200	200	100	17,9	11,5	12,0	1,48	2,31
135L	522	CREC.006	93	200	200	100	18,7	11,5	11,9	1,48	2,41
135L	522	CREC.022	93	200	200	100	16,0	11,4	11,7	1,47	2,06
001T	527	CREC.002	142	-	-	84	16,8	17,4	23,8	1,47	1,42
135L	522	CREC.011	93	200	200	100	19,8	11,3	11,4	1,46	2,55
135L	522	CREC.005	67	200	200	92	14,8	8,1	9,6	1,45	2,65
135L	522	CREC.005	93	200	200	75	19,9	11,2	11,2	1,45	2,57
135L	522	CREC.001	93	200	200	100	16,8	11,2	11,5	1,45	2,17
135L	522	CREC.023	93	200	200	100	17,7	11,1	11,5	1,43	2,28
135L	522	CREC.008	93	200	200	100	16,8	11,1	11,4	1,43	2,17

continúa Cuadro A1...

Código De Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
135L	522	CREC.011	93	200	200	100	19,0	11,1	11,3	1,43	2,45
135L	522	CREC.015	93	200	200	100	17,9	11,1	11,6	1,43	2,31
003T	108	CREC.002	118	-	-	88	17,0	14,0	21,9	1,42	1,73
135L	522	CREC.026	93	200	200	100	16,0	11,0	11,4	1,42	2,06
135L	522	CREC.026	93	200	200	100	17,2	11,0	11,3	1,42	2,22
135L	522	CREC.023	11	200	200	100	0,0	1,3	1,3	1,42	-
135L	522	CREC.019	11	200	200	100	0,0	1,3	1,2	1,42	-
135L	522	CREC.025	11	200	200	100	0,0	1,3	1,4	1,42	-
135L	522	CREC.021	11	200	200	100	0,0	1,3	1,1	1,42	-
135L	522	CREC.017	11	200	200	100	0,0	1,3	1,1	1,42	-
135L	522	CREC.013	11	200	200	95	0,0	1,3	1,4	1,42	-
135L	522	CREC.011	11	200	200	100	0,0	1,3	1,6	1,42	-
135L	522	CREC.006	11	200	200	100	0,0	1,3	1,4	1,42	-
135L	522	CREC.001	11	200	200	100	0,0	1,3	1,0	1,42	-
135L	522	CREC.005	58	200	200	92	11,9	6,8	8,1	1,41	2,46
171L	525	E250X250	70	150	150	93	11,4	8,2	9,1	1,41	1,95
135L	522	CREC.023	67	200	200	100	12,8	7,8	8,5	1,40	2,29
135L	522	CREC.025	67	200	200	100	14,0	7,8	7,7	1,40	2,51
135L	522	CREC.005	49	200	200	92	9,5	5,7	6,7	1,40	2,33
135L	522	CREC.026	93	200	200	100	17,5	10,8	11,2	1,39	2,26
171L	525	E300X300	70	150	150	100	12,9	8,1	9,3	1,39	2,21
171L	525	E250X250	70	150	150	100	11,5	8,1	9,4	1,39	1,97
171L	525	E250X250	70	150	150	100	11,9	8,1	9,2	1,39	2,04
135L	522	CREC.023	58	200	200	100	10,2	6,7	6,9	1,39	2,11
135L	522	CREC.013	93	200	200	75	16,6	10,7	10,7	1,38	2,14
135L	522	CREC.011	20	200	200	100	0,0	2,3	2,9	1,38	-
135L	522	CREC.021	20	200	200	100	0,0	2,3	2,0	1,38	-
135L	522	CREC.026	20	200	200	100	0,0	2,3	2,2	1,38	-
135L	522	CREC.025	20	200	200	100	0,0	2,3	2,3	1,38	-
135L	522	CREC.023	20	200	200	100	0,0	2,3	2,4	1,38	-
171L	525	E300X300	70	150	150	87	12,7	8,0	9,0	1,37	2,18
171L	525	E300X300	70	150	150	100	12,8	8,0	8,9	1,37	2,19
171L	525	E200X200	70	150	150	100	9,0	8,0	9,0	1,37	1,54
135L	522	CREC.019	93	200	200	100	16,7	10,6	10,8	1,37	2,15
135L	522	CREC.024	93	200	200	100	16,7	10,6	10,9	1,37	2,15
135L	522	CREC.024	93	200	200	100	18,7	10,6	10,8	1,37	2,41
135L	522	CREC.023	93	200	200	100	16,1	10,6	10,8	1,37	2,08
135L	522	CREC.021	93	200	200	100	15,3	10,6	10,9	1,37	1,97
135L	522	CREC.005	93	200	200	100	19,0	10,5	10,9	1,35	2,45
135L	522	CREC.017	93	200	200	100	17,0	10,5	10,6	1,35	2,19
171L	525	E150X150	70	150	150	100	8,5	7,9	8,8	1,35	1,46

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
171L	525	E200X200	70	150	150	100	10,2	7,9	8,9	1,35	1,75
135L	522	CREC.022	67	200	200	100	12,6	7,5	9,1	1,34	2,26
135L	522	CREC.024	67	200	200	100	13,1	7,5	7,6	1,34	2,35
135L	522	CREC.023	93	200	200	100	14,6	10,4	10,9	1,34	1,88
135L	522	CREC.025	93	200	200	100	17,5	10,4	11,2	1,34	2,26
135L	522	CREC.016	93	200	200	100	15,3	10,4	11,0	1,34	1,97
135L	522	CREC.025	93	200	200	100	18,0	10,4	10,5	1,34	2,32
135L	522	CREC.012	93	200	200	100	16,5	10,4	10,7	1,34	2,13
135L	522	CREC.009	93	200	200	100	15,4	10,4	10,7	1,34	1,99
171L	525	E150X150	70	150	150	87	8,7	7,8	9,0	1,34	1,49
135L	522	CREC.005	37	200	200	95	5,4	4,1	-	1,33	1,75
135L	522	CREC.007	93	200	200	100	19,6	10,3	10,7	1,33	2,53
135L	522	CREC.025	93	200	200	100	18,0	10,3	10,6	1,33	2,32
135L	522	CREC.023	93	200	200	100	17,1	10,3	10,6	1,33	2,21
135L	522	CREC.017	93	200	200	100	16,4	10,3	10,9	1,33	2,12
135L	522	CREC.005	93	200	200	100	19,4	10,3	12,2	1,33	2,50
135L	522	CREC.026	67	200	200	100	13,6	7,4	8,4	1,33	2,44
171L	525	E200X200	70	150	150	93	10,3	7,7	8,5	1,32	1,77
135L	522	CREC.017	20	200	200	100	0,0	2,2	2,0	1,32	-
135L	522	CREC.006	20	200	200	100	0,0	2,2	2,2	1,32	-
171L	525	E200X200	70	150	150	100	9,9	7,7	9,3	1,32	1,70
135L	522	CREC.004	93	200	200	100	15,1	10,2	10,4	1,32	1,95
135L	522	CREC.012	93	200	200	100	18,9	10,2	10,5	1,32	2,44
135L	522	CREC.022	93	200	200	100	16,8	10,2	10,3	1,32	2,17
135L	522	CREC.006	93	200	200	100	17,6	10,2	10,3	1,32	2,27
135L	522	CREC.024	11	200	200	100	0,0	1,2	1,2	1,31	-
135L	522	CREC.016	11	200	200	100	0,0	1,2	1,1	1,31	-
135L	522	CREC.022	11	200	200	100	0,0	1,2	1,5	1,31	-
135L	522	CREC.008	11	200	200	100	0,0	1,2	0,9	1,31	-
135L	522	CREC.012	11	200	200	100	0,0	1,2	1,4	1,31	-
135L	522	CREC.007	11	200	200	100	0,0	1,2	-	1,31	-
135L	522	CREC.018	11	200	200	100	0,0	1,2	1,4	1,31	-
135L	522	CREC.015	11	200	200	100	0,0	1,2	1,3	1,31	-
135L	522	CREC.011	67	200	200	100	12,6	7,3	9,0	1,31	2,26
135L	522	CREC.022	58	200	200	100	9,7	6,3	7,7	1,30	2,01
135L	522	CREC.025	58	200	200	100	11,1	6,3	6,0	1,30	2,30
135L	522	CREC.026	58	200	200	100	10,9	6,3	6,8	1,30	2,26
135L	522	CREC.021	93	200	200	100	16,3	10,1	10,3	1,30	2,10
135L	522	CREC.020	93	200	200	100	17,4	10,1	10,2	1,30	2,25
135L	522	CREC.007	93	200	200	100	17,6	10,1	10,5	1,30	2,27
135L	522	CREC.019	93	200	200	100	18,7	10,1	10,5	1,30	2,41

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
171L	525	E300X300	70	150	150	100	11,2	7,6	8,6	1,30	1,92
171L	525	E150X150	70	150	150	100	7,9	7,6	8,7	1,30	1,35
135L	522	CREC.013	93	200	200	100	16,5	10,0	10,1	1,29	2,13
135L	522	CREC.015	93	200	200	100	18,3	10,0	10,2	1,29	2,36
135L	522	CREC.024	93	200	200	100	16,4	10,0	10,5	1,29	2,12
135L	522	CREC.015	93	200	200	100	18,4	10,0	10,2	1,29	2,37
135L	522	CREC.020	93	200	200	100	15,4	10,0	10,3	1,29	1,99
135L	522	CREC.008	67	200	200	100	11,4	7,2	7,5	1,29	2,04
135L	522	CREC.015	67	200	200	100	13,6	7,2	7,4	1,29	2,44
135L	522	CREC.007	67	200	200	100	13,5	7,2	7,6	1,29	2,42
135L	522	CREC.017	67	200	200	100	12,1	7,2	7,2	1,29	2,17
135L	522	CREC.002	93	200	200	100	17,1	9,9	10,2	1,28	2,21
135L	522	CREC.004	93	200	200	100	13,5	9,9	10,2	1,28	1,74
135L	522	CREC.015	93	200	200	100	17,7	9,9	10,2	1,28	2,28
135L	522	CREC.022	93	200	200	100	18,4	9,9	10,1	1,28	2,37
135L	522	CREC.024	93	200	200	100	16,8	9,9	10,1	1,28	2,17
135L	522	CREC.026	93	200	200	100	19,0	9,9	10,2	1,28	2,45
135L	522	CREC.008	93	200	200	100	16,2	9,9	10,1	1,28	2,09
135L	522	CREC.019	93	200	200	100	17,9	9,9	10,0	1,28	2,31
135L	522	CREC.017	93	200	200	100	15,5	9,9	10,2	1,28	2,00
135L	522	CREC.024	93	200	200	100	17,2	9,9	10,1	1,28	2,22
135L	522	CREC.002	93	200	200	100	16,0	9,9	10,1	1,28	2,06
135L	522	CREC.026	93	200	200	100	18,5	9,9	10,2	1,28	2,39
135L	522	CREC.023	49	200	200	100	7,9	5,2	5,4	1,27	1,93
135L	522	CREC.025	49	200	200	100	8,3	5,2	5,2	1,27	2,03
135L	522	CREC.002	67	200	200	100	12,3	7,1	7,3	1,27	2,20
135L	522	CREC.025	37	200	200	100	4,7	3,9	3,9	1,26	1,52
135L	522	CREC.026	37	200	200	100	5,2	3,9	3,8	1,26	1,69
135L	522	CREC.016	93	200	200	100	14,8	9,8	9,9	1,26	1,91
135L	522	CREC.020	93	200	200	100	15,0	9,8	9,8	1,26	1,94
135L	522	CREC.024	58	200	200	100	10,2	6,1	5,8	1,26	2,11
135L	522	CREC.008	20	200	200	100	0,0	2,1	1,7	1,26	-
135L	522	CREC.015	20	200	200	100	0,0	2,1	2,3	1,26	-
135L	522	CREC.001	20	200	200	100	0,0	2,1	1,9	1,26	-
135L	522	CREC.013	20	200	200	95	0,0	2,1	2,5	1,26	-
135L	522	CREC.024	20	200	200	100	0,0	2,1	2,1	1,26	-
135L	522	CREC.022	20	200	200	100	0,0	2,1	2,3	1,26	-
135L	522	CREC.006	67	200	200	100	13,3	7,0	8,8	1,25	2,38
135L	522	CREC.021	67	200	200	100	12,3	7,0	7,0	1,25	2,20
135L	522	CREC.019	67	200	200	100	13,6	7,0	7,2	1,25	2,44
135L	522	CREC.020	93	200	200	100	16,4	9,7	9,9	1,25	2,12

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
135L	522	CREC.025	93	200	200	100	17,7	9,7	10,2	1,25	2,28
135L	522	CREC.008	93	200	200	100	16,9	9,7	10,0	1,25	2,18
135L	522	CREC.002	93	200	200	100	18,0	9,7	9,8	1,25	2,32
135L	522	CREC.008	93	200	200	100	13,2	9,7	11,0	1,25	1,70
135L	522	CREC.004	93	200	200	100	15,9	9,7	10,9	1,25	2,05
135L	522	CREC.018	93	200	200	100	16,6	9,7	10,4	1,25	2,14
135L	522	CREC.023	93	200	200	100	16,5	9,7	10,3	1,25	2,13
171L	525	E150X150	70	150	150	93	7,8	7,3	8,1	1,25	1,34
171L	525	E250X250	70	150	150	100	10,0	7,3	8,8	1,25	1,71
135L	522	CREC.026	49	200	200	100	8,7	5,1	5,3	1,25	2,13
135L	522	CREC.017	58	200	200	100	9,9	6,0	6,3	1,24	2,05
135L	522	CREC.015	58	200	200	100	10,7	6,0	6,1	1,24	2,21
135L	522	CREC.019	58	200	200	100	10,6	6,0	5,9	1,24	2,19
135L	522	CREC.002	58	200	200	100	9,5	6,0	5,8	1,24	1,97
135L	522	CREC.022	93	200	200	100	17,0	9,6	10,3	1,24	2,19
135L	522	CREC.010	93	200	200	100	18,5	9,6	9,7	1,24	2,39
135L	522	CREC.019	93	200	200	100	19,5	9,6	10,1	1,24	2,52
135L	522	CREC.016	93	200	200	100	14,9	9,6	9,7	1,24	1,92
135L	522	CREC.001	67	200	200	100	12,1	6,9	7,1	1,24	2,17
135L	522	CREC.018	67	200	200	100	12,2	6,9	7,7	1,24	2,19
135L	522	CREC.021	37	200	200	100	4,6	3,8	3,6	1,23	1,49
135L	522	CREC.009	93	200	200	100	16,0	9,5	9,6	1,23	2,06
135L	522	CREC.014	93	200	200	100	15,7	9,5	9,7	1,23	2,03
135L	522	CREC.008	58	200	200	100	8,9	5,9	5,5	1,22	1,84
135L	522	CREC.007	58	200	200	100	10,2	5,9	6,3	1,22	2,11
135L	522	CREC.011	58	200	200	100	10,0	5,9	7,4	1,22	2,07
135L	522	CREC.004	67	200	200	100	10,6	6,8	7,4	1,22	1,90
001T	527	CREC.001	142	-	-	65	16,5	14,4	17,6	1,22	1,39
135L	522	CREC.018	93	200	200	100	13,1	9,4	10,0	1,21	1,69
135L	522	CREC.021	93	200	200	100	16,6	9,4	9,8	1,21	2,14
135L	522	CREC.012	93	200	200	100	14,6	9,4	9,7	1,21	1,88
135L	522	CREC.006	93	200	200	100	18,0	9,4	9,8	1,21	2,32
135L	522	CREC.021	49	200	200	100	7,9	4,9	4,5	1,20	1,93
135L	522	CREC.019	49	200	200	100	8,1	4,9	4,8	1,20	1,98
135L	522	CREC.010	11	200	200	100	0,0	1,1	1,1	1,20	-
135L	522	CREC.009	11	200	200	100	0,0	1,1	1,1	1,20	-
135L	522	CREC.020	67	200	200	100	11,7	6,7	8,1	1,20	2,10
135L	522	CREC.020	11	200	200	100	0,0	1,1	1,2	1,20	-
135L	522	CREC.002	93	200	200	100	18,2	9,3	9,6	1,20	2,35
135L	522	CREC.018	93	200	200	100	16,5	9,3	9,9	1,20	2,13
135L	522	CREC.021	93	200	200	100	14,9	9,3	9,8	1,20	1,92

continúa Cuadro A1..

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
135L	522	CREC.007	93	200	200	100	19,0	9,3	9,6	1,20	2,45
135L	522	CREC.002	11	200	200	100	0,0	1,1	0,9	1,20	-
135L	522	CREC.006	58	200	200	100	10,3	5,8	7,5	1,20	2,13
135L	522	CREC.021	58	200	200	100	10,1	5,8	5,7	1,20	2,09
135L	522	CREC.020	20	200	200	100	0,0	2,0	2,1	1,20	-
135L	522	CREC.001	58	200	200	100	9,4	5,8	5,7	1,20	1,94
135L	522	CREC.019	20	200	200	100	0,0	2,0	1,9	1,20	-
135L	522	CREC.023	37	200	200	100	4,6	3,7	4,0	1,20	1,49
135L	522	CREC.003	20	200	200	100	0,0	2,0	2,1	1,20	-
135L	522	CREC.002	20	200	200	100	0,0	2,0	1,7	1,20	-
135L	522	CREC.011	37	200	200	100	4,2	3,7	4,9	1,20	1,36
135L	522	CREC.007	20	200	200	100	0,0	2,0	-	1,20	-
135L	522	CREC.010	93	200	200	100	17,8	9,2	9,3	1,19	2,30
135L	522	CREC.004	93	200	200	100	16,1	9,2	9,3	1,19	2,08
135L	522	CREC.017	93	200	200	100	16,9	9,2	9,8	1,19	2,18
135L	522	CREC.001	93	200	200	100	16,6	9,2	9,3	1,19	2,14
135L	522	CREC.006	93	200	200	100	20,6	9,2	9,4	1,19	2,66
135L	522	CREC.018	93	200	200	100	17,9	9,2	9,6	1,19	2,31
135L	522	CREC.013	93	200	200	100	14,8	9,2	9,6	1,19	1,91
135L	522	CREC.018	58	200	200	100	9,6	5,7	6,3	1,18	1,99
135L	522	CREC.001	49	200	200	100	7,6	4,8	4,7	1,18	1,86
135L	522	CREC.011	49	200	200	100	7,7	4,8	5,7	1,18	1,89
135L	522	CREC.022	49	200	200	100	7,4	4,8	5,4	1,18	1,81
135L	522	CREC.017	49	200	200	100	7,5	4,8	4,8	1,18	1,84
135L	522	CREC.007	49	200	200	100	7,8	4,8	5,3	1,18	1,91
135L	522	CREC.015	49	200	200	100	7,8	4,8	4,6	1,18	1,91
004T _{h-s}	528	CREC.001	144	-	-	65	16,4	14,1	17,5	1,18	1,37
135L	522	CREC.001	93	200	200	100	15,3	9,1	9,9	1,17	1,97
135L	522	CREC.010	93	200	200	100	13,3	9,1	9,3	1,17	1,72
135L	522	CREC.001	93	200	200	100	15,6	9,1	9,3	1,17	2,01
135L	522	CREC.011	93	200	200	100	12,8	9,1	9,4	1,17	1,65
135L	522	CREC.004	93	200	200	100	12,9	9,1	9,2	1,17	1,66
135L	522	CREC.024	37	200	200	100	4,2	3,6	3,8	1,17	1,36
135L	522	CREC.007	37	200	200	100	4,3	3,6	-	1,17	1,39
135L	522	CREC.013	37	200	200	95	4,6	3,6	3,7	1,17	1,49
135L	522	CREC.001	37	200	200	100	4,4	3,6	3,4	1,17	1,43
135L	522	CREC.019	37	200	200	100	4,5	3,6	3,6	1,17	1,46
135L	522	CREC.012	67	200	200	100	11,5	6,5	7,5	1,16	2,06
135L	522	CREC.010	67	200	200	100	11,7	6,5	7,2	1,16	2,10
135L	522	CREC.020	93	200	200	100	14,8	9,0	9,6	1,16	1,91
135L	522	CREC.002	49	200	200	100	7,2	4,7	4,6	1,15	1,76

continúa Cuadro A1..

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
135L	522	CREC.024	49	200	200	100	7,2	4,7	4,8	1,15	1,76
135L	522	CREC.015	93	200	200	100	18,2	8,9	9,2	1,15	2,35
135L	522	CREC.001	93	200	200	100	15,4	8,9	9,0	1,15	1,99
135L	522	CREC.010	93	200	200	100	17,6	8,9	9,1	1,15	2,27
135L	522	CREC.014	93	200	200	100	15,4	8,9	9,1	1,15	1,99
135L	522	CREC.009	93	200	200	75	14,9	8,9	8,9	1,15	1,92
135L	522	CREC.009	93	200	200	100	14,5	8,9	9,5	1,15	1,87
135L	522	CREC.016	67	200	200	100	10,3	6,4	7,2	1,15	1,84
135L	522	CREC.018	20	200	200	100	0,0	1,9	2,1	1,14	-
135L	522	CREC.016	20	200	200	100	0,0	1,9	1,9	1,14	-
135L	522	CREC.010	20	200	200	100	0,0	1,9	2,1	1,14	-
135L	522	CREC.004	58	200	200	100	8,1	5,5	6,2	1,14	1,68
135L	522	CREC.011	93	200	200	100	15,7	8,8	9,6	1,14	2,03
135L	522	CREC.006	93	200	200	100	12,6	8,8	9,2	1,14	1,63
135L	522	CREC.006	37	200	200	100	4,3	3,5	4,6	1,14	1,39
135L	522	CREC.022	37	200	200	100	4,0	3,5	-	1,14	1,30
135L	522	CREC.017	37	200	200	100	4,5	3,5	3,5	1,14	1,46
135L	522	CREC.015	37	200	200	100	4,3	3,5	3,9	1,14	1,39
135L	522	CREC.013	67	200	200	95	11,7	6,3	6,7	1,13	2,10
135L	522	CREC.018	49	200	200	100	7,2	4,6	4,8	1,13	1,76
135L	522	CREC.006	49	200	200	100	7,5	4,6	5,7	1,13	1,84
135L	522	CREC.013	49	200	200	95	7,7	4,6	4,6	1,13	1,89
135L	522	CREC.020	58	200	200	100	9,0	5,4	6,1	1,12	1,86
135L	522	CREC.010	58	200	200	100	8,9	5,4	5,8	1,12	1,84
135L	522	CREC.003	93	200	200	100	13,1	8,6	9,5	1,11	1,69
135L	522	CREC.021	93	200	200	100	16,8	8,6	9,0	1,11	2,17
135L	522	CREC.018	37	200	200	100	3,7	3,4	3,4	1,10	1,20
135L	522	CREC.008	49	200	200	100	6,8	4,5	4,3	1,10	1,67
135L	522	CREC.012	58	200	200	100	8,9	5,3	6,1	1,10	1,84
135L	522	CREC.016	58	200	200	100	7,9	5,3	5,4	1,10	1,63
135L	522	CREC.013	58	200	200	95	9,5	5,3	5,6	1,10	1,97
135L	522	CREC.009	67	200	200	95	10,8	6,1	6,9	1,09	1,93
135L	522	CREC.014	67	200	200	95	10,8	6,1	7,2	1,09	1,93
135L	522	CREC.003	11	200	200	100	0,0	1,0	1,0	1,09	-
135L	522	CREC.004	11	200	200	100	0,0	1,0	1,0	1,09	-
135L	522	CREC.014	11	200	200	95	0,0	1,0	1,2	1,09	-
135L	522	CREC.003	93	200	200	100	16,3	8,4	8,7	1,08	2,10
135L	522	CREC.008	93	200	200	100	14,1	8,4	9,7	1,08	1,82
135L	522	CREC.018	93	200	200	100	14,7	8,4	8,7	1,08	1,90
135L	522	CREC.009	93	200	200	100	12,7	8,4	9,7	1,08	1,64
135L	522	CREC.011	93	200	200	100	16,3	8,4	8,9	1,08	2,10

continúa Cuadro A1..

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
135L	522	CREC.004	20	200	200	100	0,0	1,8	1,9	1,08	-
135L	522	CREC.004	49	200	200	100	5,9	4,4	4,6	1,08	1,44
135L	522	CREC.010	49	200	200	100	6,7	4,4	4,5	1,08	1,64
003L	501	CREC.001	244	200	200	100	18,4	21,8	24,0	1,07	0,90
135L	522	CREC.012	93	200	200	100	15,7	8,3	8,5	1,07	2,03
135L	522	CREC.020	37	200	200	100	3,5	3,3	3,5	1,07	1,14
135L	522	CREC.002	37	200	200	100	3,6	3,3	3,2	1,07	1,17
135L	522	CREC.008	37	200	200	100	4,0	3,3	2,8	1,07	1,30
135L	522	CREC.003	93	200	200	100	13,3	8,2	8,8	1,06	1,72
135L	522	CREC.009	58	200	200	95	8,4	5,1	5,7	1,06	1,74
135L	522	CREC.012	49	200	200	100	7,1	4,3	4,9	1,05	1,74
135L	522	CREC.016	49	200	200	100	5,8	4,3	4,3	1,05	1,42
135L	522	CREC.016	93	200	200	100	12,2	8,1	8,5	1,05	1,57
135L	522	CREC.003	93	200	200	100	13,8	8,1	9,0	1,05	1,78
135L	522	CREC.010	37	200	200	100	3,7	3,2	3,5	1,04	1,20
135L	522	CREC.009	20	200	200	95	0,0	1,7	2,1	1,02	-
135L	522	CREC.014	20	200	200	95	0,0	1,7	2,0	1,02	-
135L	522	CREC.002	93	200	200	100	13,2	7,9	8,1	1,02	1,70
135L	522	CREC.013	93	200	200	100	15,2	7,9	8,2	1,02	1,96
135L	522	CREC.014	58	200	200	95	8,2	4,9	5,7	1,01	1,70
135L	522	CREC.016	93	200	200	100	12,4	7,8	8,8	1,01	1,60
135L	522	CREC.009	37	200	200	95	3,2	3,1	3,4	1,01	1,04
135L	522	CREC.012	37	200	200	100	3,9	3,1	3,8	1,01	1,26
135L	522	CREC.016	37	200	200	100	3,3	3,1	3,4	1,01	1,07
135L	522	CREC.020	49	200	200	100	6,9	4,1	4,6	1,00	1,69
135L	522	CREC.014	49	200	200	95	5,9	4,1	4,2	1,00	1,44
135L	522	CREC.012	93	200	200	100	13,2	7,7	8,0	0,99	1,70
135L	522	CREC.013	93	200	200	100	12,9	7,7	8,9	0,99	1,66
135L	522	CREC.003	67	200	200	100	10,7	5,5	6,4	0,99	1,92
135L	522	CREC.019	93	200	200	100	14,3	7,6	8,9	0,98	1,85
135L	522	CREC.010	93	200	200	100	16,7	7,6	8,5	0,98	2,15
135L	522	CREC.004	37	200	200	100	2,9	3,0	3,0	0,97	0,94
135L	522	CREC.003	58	200	200	100	8,3	4,7	5,4	0,97	1,72
135L	522	CREC.012	20	200	200	100	0,0	1,6	2,3	0,96	-
135L	522	CREC.009	49	200	200	95	6,1	3,9	4,3	0,96	1,49
135L	522	CREC.014	93	200	200	100	14,2	7,3	7,8	0,94	1,83
135L	522	CREC.014	93	200	200	100	14,5	7,3	8,3	0,94	1,87
005L	502	CREC.009	239	200	200	59	23,0	18,7	20,0	0,94	1,15
135L	522	CREC.014	37	200	200	95	2,9	2,8	3,0	0,91	0,94
135L	522	CREC.003	37	200	200	100	3,4	2,8	3,1	0,91	1,10
135L	522	CREC.003	49	200	200	100	6,6	3,7	4,1	0,91	1,62

continúa Cuadro A1..

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
016T	502	CREC.001	265	-	-	61	22,3	20,0	22,9	0,91	1,01
135L	522	CREC.003	93	200	200	100	11,7	6,9	8,0	0,89	1,51
005L	502	CREC.002	239	200	200	69	19,4	16,6	18,7	0,83	0,97
005L	502	CREC.004	239	200	200	79	18,7	16,2	19,3	0,81	0,94
005L	502	CREC.001	239	200	200	73	20,0	16,0	19,0	0,80	1,00
005L	502	CREC.003	239	200	200	63	24,3	15,9	18,2	0,80	1,22
005L	502	CREC.006	239	200	200	91	16,9	15,1	17,8	0,76	0,85
005L	502	CREC.008	239	200	200	85	20,8	15,1	18,4	0,76	1,04
005L	502	CREC.007	239	200	200	85	20,0	15,0	18,0	0,75	1,00
135L	522	CREC.014	93	200	200	75	14,8	5,4	8,1	0,70	1,91
005L	502	CREC.005	239	200	200	81	18,9	13,2	16,7	0,66	0,95
146L	104	CREC.001	34	200	200	44	0,0	1,4	1,6	0,49	-
146L	104	CREC.001	19	200	200	96	0,0	0,7	1,0	0,44	-
148L	522	FERT.100	7	200	200	61	0,0	0,8	1,4	-	-
148L	522	TESTIGO*	7	200	200	62	0,0	0,6	0,7	-	-
148L	522	FERT.200	7	200	200	47	0,0	0,7	0,7	-	-
148L	522	FERT.050	7	200	200	70	0,0	0,7	1,3	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Plantación de *Cupressus lusitanica* de 10 años de edad, en la finca Aguatibia, San José Pinula, Guatemala



Plantación de *Cupressus lusitanica* de 10 años de edad, en la finca Aguatibia, San José Pinula, Guatemala

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico *Pinus caribaea* (Morelet) var. *hondurensis* (Barret y Golfari)

Nombres sinónimos *Pinus hondurensis* (Loock) y *Pinus bajamensis* (Griseb).

Nombres comunes Esta especie es conocida comúnmente como Pitch pine (Belice, Nicaragua y Honduras), Yellow pine (Belice), White pine (Belice), Pino de la Costa (Honduras), Ocote Blanco (Guatemala), Pino caribe (Costa Rica), Pino caribeño de Honduras (América Latina), Caribbean pine (países de habla inglesa) y Pino macho, (Rojas y Ortiz, 1991), (CATIE, 1988). INAFOR, 1977, lo identifica con nombres propios de Guatemala como Pino, Pino colorado, Pino de Ocote, Ocote Sachaj, Huhug (nombre Maya).

Familia *Pinaceae* (Pináceas)

Origen y distribución

Por muchos años existió gran confusión en cuanto a la sistemática del pino caribe. Sin embargo, Barret y Golfari (1962) dieron solución al problema, subdividiendo la especie en tres variedades, cada una de ellas posee un ámbito de distribución y características fenológicas muy propias (Rojas y Ortiz, 1991). Estas tres variedades son:

Pinus caribaea var. *hondurensis*

P. caribaea var. *bahamensis*

P. caribaea var. *caribaea*

El *P. caribaea* var. *hondurensis* se encuentra en forma natural en numerosos rodales discontinuos y fragmentados desde los 18 grados (Orange Walki, Belice), hasta los 12 grados latitud norte (Bluefield, Nicaragua), en la vertiente atlántica del istmo centroamericano, en tierras del interior con una elevación máxima de 850 msnm en Honduras y Belice (Rojas, 1991). Su distribución natural abarca Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua y las Islas Bahamas (Rojas y Ortiz, 1991; CATIE, 1984).

En Guatemala esta especie se encuentra distribuida en tres departamentos. Según Ponciano *et.al.* (1987), esta especie se localiza en:

Petén Poptún, Dolores, sitio arqueológico Nakún.

Izabal Trincheras

Alta Verapaz Carretera que va de El Pajal a Lankin.

INAFOR (1977), lo reporta en su distribución en Poptún, Machaquilá y Dolores en Petén, en Izabal en el Valle del Motagua de Gualán hasta casi Morales, El Lobo, Cruce de camino a Mariscos, Cahaboncito, El Estor, Sierra del Mico. En Alta Verapaz en Lankin, Cahabón, Panzos, Saban Sacaj.

Descripción de la especie

Arbol de elegantes formas, alcanzando hasta 45 metros de altura y hasta 100 cm de diámetro. La copa durante la juventud del árbol es de forma aguda-cónica muy densa, en los árboles maduros es más esparcida, algo irregular con una terminación redondeada. Sin embargo, la copa en árboles adultos frecuentemente se presenta muy irregular. (INAFOR, 1977; CATIE, 1984; Rojas y Ortiz, 1991).

La corteza es de color gris-blancuecino hasta gris-moreno o moreno-rojizo que se ve interrumpida por largas grietas de color gris-blancuecino o por placas delgadas y escamosas de color moreno-rojizas.

En rodales cerrados las ramas son muy delgadas, el fuste presenta poda natural y se desarrolla limpio y cilíndrico. Las ramas de los árboles solitarios en las sabanas, son más gruesas pero aún así el fuste no llega a adoptar formas toscas o irregulares como se puede observar en muchas otras especies de Pinus.

Las ramas son de color verduzco y ascendentes en los ejemplares jóvenes, más tarde de color rojizo, horizontales y en la parte inferior de los ejemplares solitarios, colgantes (INAFOR. 1987; Rojas y Ortiz, 1991).

Las hojas son aciculares de 1,0 a 1,5 mm de espesor y 13 a 33 cm de largo, agrupadas en fascículos de tres agujas y en ocasiones excepcionales dos o cuatro. Las vainas de las fascículos son de 10 a 16 mm de largo, de color castaño claro a parduzco y nunca oscuras o negras. Las flores masculinas son amentos cilíndricos de 25 a 45 mm de largo. Los conos no son persistentes y son de forma oblonga, asimétricos de seis a 14 cm de largo, de 2,8 a 4,5 cm de ancho, cuando están cerrados y de 6 a 7,5 cm cuando están abiertos.

En su área de distribución natural los conos alcanzan su madurez entre junio y julio, en sitios costaneros y de julio a agosto en las tierras altas del interior. Las semillas son angostamente ovoides y su color varía de pardo claro a castaño y hasta negruzco. Las semillas poseen una ala membranosa que se desprende fácilmente y los embriones poseen de cinco a nueve cotiledones. Se estima un total de 50 000 a 60 000 semillas por kilogramo (Rojas y Ortiz, 1991).

En plántulas de esta especie se presenta una característica llamada "Cola de zorro", la cual consiste en un crecimiento anormal del tallo sin ramificaciones en largos de hasta 10 m. Este comportamiento atípico ha sido observado en sitios fuera de su ámbito de distribución natural (Sud-Africa, Trinidad y Tobago, Guyana Británica, Colombia, Brasil, Costa Rica y Panamá) y principalmente, en semilla procedente de Guatemala y Belice. También se ha observado que fuera de su área de distribución natural la especie no produce semilla abundante, como se ha observado en Venezuela y Costa Rica (Rojas y Ortiz, 1991).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Wolffsohn 1983, citado por Rojas y Ortiz (1991) menciona que en el área de distribución natural existen grandes variaciones climáticas, pero sin heladas. En la región del litoral la temperatura media anual varía entre 24 y 27,2 °C, con una precipitación de hasta 3500 mm anuales y una estación seca de dos a tres meses. En las regiones del interior la temperatura fluctúa entre 20 y 24 °C, la precipitación media anual es de 950 mm con una estación seca marcada que se extiende hasta por seis meses. Los incendios son probables en los meses con menos de 100 mm de precipitación, normalmente de febrero a mayo en el norte y de marzo a abril en el sur.

Entre los requerimientos ambientales de esta especie, Barret y Golfari (1962), citados por Rojas y Ortiz (1991), mencionan los siguientes:

Una Temperatura media de 20,0 a 27,0 °C. con máximo de 35°C y mínimas esporádicas de 5°C. La Precipitación promedio anual que requiere va de 950 a 3500 mm/año, con elevación de 0 a 850 msnm, aunque se planta hasta los 1500. Estas condiciones son comunes en Zonas de vida Bosque tropical Sub-húmedo y per-húmedo. Tolera dos a seis meses secos al año.

Suelos

Acidos con rangos de pH 4,0 a 6,5, generalmente son francos o franco-arenosos, algunas veces con gran cantidad de grava y generalmente con buen drenaje (CATIE 1984; Rojas y Ortiz, 1991).

INAFOR, 1977 menciona que en Poptum, Petén sobre alturas entre 400 y 600 msnm tiene excelente crecimiento en ambientes adecuados y con alta y bien distribuida precipitación (sobre 2000 mm/año) y que en malos suelos sin embargo, como las lomas al norte del valle del Polochic, crece muy lento.

Por su parte Ponciano, *et al* 1987. mencionan que esta especie crece en excelente forma en la zona de formación ecológica del Bosque húmedo subtropical, siendo ésta su zona óptima con alturas que van desde el nivel del mar hasta los 900 m

Factores Limitantes

En su distribución natural, los pinares de mayor crecimiento están ubicados por debajo de los 900 m de elevación, en llanuras aluviales y bancos de arena a la orilla de ríos, donde el suelo está cubierto por una capa de limo fino arenoso, con pH entre 4 y 5, buen drenaje y sin competencia de latifoliadas. Tanto Lamb (1973), como Wolffsohn (1983), citados por Vásquez (1988), indican que en su ámbito natural, esta especie no tolera suelos pobremente aireados, o suelos con poca profundidad y mal drenaje.

Actualmente es un árbol muy utilizado exitosamente en grandes extensiones de plantación, debido a esto la disponibilidad de semilla se agota rápidamente en las fuentes comerciales (CATIE, 1984).

Varios autores citados por Vásquez (1988) destacan que la mayoría de las características químicas estudiadas no han sido determinantes en el crecimiento de esta especie, aunque se ha informado de una influencia positiva a aplicaciones de fósforo, boro y potasio, al cobre y magnesio aplicados con NPK y se indica que aplicaciones solas de zinc y manganeso pueden volverse tóxicos.

Rojas y Ortiz, (1991) y CATIE (1984) mencionan que esta especie no crece naturalmente en suelos con drenaje defectuoso, como sitios bajos y planos, con depresión o con una capa dura e impermeable. Wolffsohn, 1983, citado por el mismo autor menciona que tampoco aparece en suelos básicos y tampoco tolera suelos poco profundos y con mal drenaje.

CARACTERISTICAS Y USO DE LA ESPECIE

La madera de esta especie posee una coloración clara, con tonalidades que van de amarillo a amarillo-naranja en la albura y naranja oscura a café rojizo en el duramen.

INAFOR (1977), menciona que la madera de *Pinus caribaea* es apreciada en las construcciones, especialmente para ventanas y muebles de cocina, también para pulpa y papel.

Rojas y Ortiz (1991) reportan que la madera de *P. caribaea* es de gran versatilidad y puede utilizarse para la producción de leña, carbón, postes para tendidos de redes telefónicas o eléctricas. Otros usos son pulpa para papel, parquet (o parqué) para pisos, láminas para contrachapados, madera para construcción, muebles y artesanías. La resina puede utilizarse en la elaboración de desinfectantes y pinturas. También se usa en construcción de barcos, construcción pesada, ensambladura de interiores, para chapas, tableros de partículas y tableros de fibra sin comprimir.

Las opciones de uso dependen de la calidad de la madera; sin embargo, ésta no sólo está determinada por factores genéticos, sino también por las condiciones ambientales de los sitios en donde crece. En Costa Rica se ha observado que la resistencia mecánica de la madera, proveniente de zonas con estación seca de cuatro a cinco meses (Atenas, Cañas, Tilarán y Grecia), es superior a la madera de la misma edad, proveniente de zonas muy húmedas y con una estación seca poco definida (San Carlos, Naranjo y Turrialba) (Rojas y Ortiz, 1991).

Carpio *et. al*, citados por Rojas y Ortiz (1991), concluyen que a nivel centroamericano, las características anatómicas y las propiedades físicas y mecánicas de la madera y los posibles usos, especialmente en la producción de pulpa para papel, está determinada fuertemente por las condiciones ambientales donde crece.

SILVICULTURA

Regeneración natural

Wolffsonh (1983), citado por Rojas y Ortiz (1991), menciona que la formación de bosques de *P. caribaea* var. *hondurensis*, es factible a través de la regeneración natural en aquellos sitios donde la especie es nativa y donde produce grandes cantidades de semilla. En sitios con un régimen de precipitación uniforme, como en las zonas costeras en su área de distribución natural, se logra una regeneración inicial entre 2400 a 24,400 árboles por hectárea (13,250 en promedio) y una distancia de hasta 40 m a sotavento de los árboles semilleros. Utilizando esta característica se puede establecer una buena regeneración al dejar de ocho a 12 árboles semilleros bien distribuidos por hectárea. En sitios con una marcada estación seca, la posibilidad de utilizar este método es más limitada, debido a que se puede presentar una alta tasa de mortalidad en la época seca. La regeneración natural se favorece en terrenos limpios, principalmente después de un incendio o en suelos labrados; se recomienda que el terreno esté limpio antes que la semilla sea diseminada naturalmente.

La siembra directa es prometedora, pero su éxito está fuertemente determinado por una sequía imprevista. Se puede utilizar la técnica de siembra directa en sitios con regímenes de temperatura uniforme, en donde los suelos se mantengan húmedos, pero sin anegarse. Se pueden sembrar grupos de cinco semillas, en una distribución de 3 x 4 ó 3 x 3 m si se desea producir madera para aserrar, o de 2,5 x 2,5 m en la producción de árboles para pulpa. La semilla utilizada puede ser tratada para disminuir la probabilidad de ataques de hongos e insectos, en cuyo caso se recomienda probar varias opciones de tratamiento, dado que este procedimiento puede disminuir el porcentaje de germinación de la semilla

Recolección de semillas

En Guatemala esta labor la realiza el Banco de Semillas Forestales de DIGEBOS y lo hace de los rodales semilleros que se localizan en Poptún, en el Petén, la época en la que se efectúa la colecta es desde el mes de junio hasta agosto.

La semilla se obtiene de los conos que produce el árbol, las cuales pueden ser colectadas escalando el mismo o utilizando tijeras especiales para separar los conos de las ramas. Generalmente se hace cuando los conos han alcanzado su madurez y han iniciado su dehiscencia por lo menos 1 al 5 % del total de conos del árbol.

Posteriormente los conos se sitúan en bandejas o sarandas y se exponen al sol directamente para estimular su apertura, luego se limpian y se almacenan.

La semilla de pino caribe puede ser almacenada por periodos entre cinco y 10 años, sin que pierda su viabilidad en forma significativa, siempre y cuando mantenga temperatura entre 3 y 4 °C y con contenidos de humedad entre 6 y 8%. Puede ser almacenada en bolsas de polietileno herméticamente selladas. Para proteger la semilla de ataques de insectos y hongos, puede ser tratada con Orthocide*. En condiciones ambientales no controladas, la semilla puede permanecer viable por espacio de cuatro a seis semanas, en estas condiciones, es aconsejable almacenar las semillas en bolsas de lona o algodón, para evitar que se estimule la respiración de las mismas.

Por lo general, el porcentaje de germinación de esta especie es superior al 80% y la semilla no posee ningún tipo de latencia, por lo que los tratamientos pregerminativos no son necesarios. No obstante, si se busca una germinación uniforme y rápida, las semillas pueden tratarse sumergiéndolas en agua limpia por espacio de 12 horas.

* La mención de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

Producción en viveros

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 10 días y puede extenderse hasta 15 a 20 días.

La germinación puede hacerse en germinadores de arena desinfectada o directamente en las bolsas o en bancales para producción de plantas a raíz desnuda. En el caso de producción directa en bolsa se colocan dos semillas con un repique posterior cuando se presenta más de una planta, el repicado debe hacerse en forma cuidadosa evitando el secado de las raicillas. Se requiere riego durante las primeras etapas de crecimiento, pero luego se suspende para lograr lignificación (endurecimiento) antes de llevar al campo definitivo. También es usual realizar poda a las raíces cuando éstas se salen de la bolsa y en algunos casos los tallos para poder lograr la lignificación.

En las zonas tropicales, la mayoría de las plantaciones con pinos se establecen con plántulas producidas en recipientes. No obstante, se ha demostrado que bajo condiciones controladas, el uso de plantas a raíz desnuda es factible como lo realiza a nivel comercial CONARE en los llanos de Venezuela (Rojas y Ortiz, 1991).

Sin embargo, al utilizar este tipo de material debe ponerse especial cuidado en la calidad de la planta a sembrar, en el método de embalaje de las plantas al ser transportadas al campo, y en las condiciones climáticas que deben prevalecer durante la plantación propiamente dicha. Bajo este método las plantas deben haber recibido un período de endurecimiento fisiológico, que permita una lignificación mayor de los tallos; asimismo, se deben escoger sólo las plantas sanas, bien formadas y de adecuada coloración. En este sentido, la poda de raíces en el bancal es recomendable para garantizar plantas de buena calidad.

Las plantas en bolsas, al establecerse en el campo, presentan durante los primeros años, un crecimiento mayor que las plantas a raíz desnuda; sin embargo, a medida que pase el tiempo esta diferencia tenderá a desaparecer.

El método que presenta mejores resultados es el uso de plantas de 25 a 30 cm de altura, en envase (bolsa plástica u otro tipo de envase). El principal limitante del método que utiliza envases, es el alto costo de producción de la planta, así como el incremento en los costos de transporte y plantación en el campo.

Establecimiento de la plantación

Preparación del Terreno

El terreno a plantar debe estar libre de malezas; se pueden obtener resultados mejores en terrenos que han sido previamente quemados y con algún grado de preparación. Los costos de preparación del terreno se pueden disminuir limpiando únicamente las fajas o el sitio en donde se plantará cada árbol. En este último caso, se procede a hacer una limpieza con pala, piocha o azadón alrededor del sitio de plantación removiendo todo el material existente en un radio de 75 cm en donde se colocará la planta. Un método alternativo para realizar esta limpieza es utilizar un herbicida, el cual se aplica dos a tres semanas antes de iniciar la plantación.

En sitios con suelos profundos, se recomienda hacer hoyos de 20 cm de profundidad por 20 cm de diámetro; en suelos poco profundos la profundidad del hoyo debe aumentarse hasta 30 cm. Asimismo, en sitios con fuerte pendiente, es necesario hacer hoyos de mayor profundidad y además, construir una pequeña terraza individual para cada árbol, esto con el objeto de facilitar el arraigamiento del arbolito.

Espaciamiento de plantación

El espaciamiento de las plantas en el terreno debe ser regular, de tal forma que a cada planta se le asigne igual área de crecimiento y así, utilizar al máximo el área de plantación disponible. El área de crecimiento por árbol está

determinada principalmente, por los objetivos finales de la plantación y el régimen de aclareos. Se sabe, por ejemplo, que cuando se asigna a cada árbol un área de crecimiento pequeña (de 2,25 a 4,0 m²), la producción de madera por hectárea se maximiza, pero el crecimiento por árbol se reduce, lo cual sacrifica el tamaño final de los árboles, a menos que se realicen varias intervenciones o raleos de alta intensidad. Por el contrario, cuando el área de crecimiento es grande (de 9 a 16 m²/árbol) se sacrifica la producción por hectárea, pero se obtienen árboles de mayores dimensiones, se reduce el número de raleos y se logra aumentar la calidad de los productos, principalmente si se trata de madera para aserrío.

La experiencia recomienda que si se tiene certeza de que las plantas a utilizar son de alta calidad genética y fitosanitaria, los espaciamientos a utilizar según el objetivo de la plantación pueden ser identificados con gran seguridad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Objetivo de plantación y distanciamiento a utilizar.

Objetivo final de la plantación	Área de crecimiento asignada en (m ²)	Espaciamiento al momento del primer raleo (m)	Diámetro estimado de los árboles
Árboles para leña, pulpa o postes pequeños	6,25 a 9,0	2,5x2,5 a 3x3	16,0 a 20,0
Árboles para aserrar o para contrachapado	9,0 a 16,0	3x3 a 4x4	15,0 a 21,0

Fuente: Rojas y Ortiz, 1991.

Control de Malezas

El crecimiento de las plántulas de *P. caribaea* se ve afectado en forma negativa por la competencia con malezas, esta competencia debe ser eliminada con la práctica de plateos y chapeas. En sitios de abundante precipitación y alta temperatura, es necesario hacer de dos a tres chapeas por año y un plateo al final de período de más lluvias, durante los dos o tres primeros años o hasta que los árboles alcancen de 2 a 3 m de altura. En sitios de menor precipitación y una marcada estación seca, se acostumbra una chapea al inicio del período de lluvias y un plateo al final del mismo (Rojas y Ortiz, 1991; CATIE, 1984).

Fertilización

Wolffsonhn, citado por Rojas y Ortiz (1991), menciona que al momento de la plantación se debe hacer una primera fertilización, aplicando de 50 a 75 g de fertilizante 12-24-1 ó 10-30-10 de NPK al fondo del hoyo, cuidando de que las raíces no entren en contacto directo con el fertilizante.

La aplicación de fertilizantes en rodales naturales mejoran notablemente el crecimiento del rodal. La aplicación de superfosfato triple por árbol, en dosis de 30 a 100 g, durante el año de establecimiento y 100 kg/ha al voleo durante el quinto año, pueden producir árboles aptos para pulpa a los 12 años. Esta especie, al igual que otros árboles del género *Pinus* pueden crecer bien en suelos con bajo contenido de nitrógeno; la adición de abonos nitrogenados raramente produce una respuesta de los árboles. Sin embargo, la especie reacciona muy bien a la adición del potasio y aunque puede crecer en suelos con deficiencia en fósforo, tiene una extraordinaria reacción a la fertilización con abonos fosforados.

Sistemas agroforestales

P. caribaea se ha plantando en combinaciones con maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en sus dos primeros años de establecimiento, con el objeto de bajar costos. Cuando las plantaciones tienen una edad arriba de los tres años y alturas promedio de 3.5 m se ha visto asociada a pasto, en el área de Seja, Río Dulce en Izabal.

Podas

Esta especie no presenta una adecuada capacidad de autopoda, por lo que la poda artificial es un requisito indispensable de manejo, cuando el objetivo de la plantación es la producción de madera de alta calidad. En las zonas secas la especie requiere de podas para reducir el peligro de incendios, para mejorar la calidad de las trozas para aserrar o desenrollar, para facilitar el acceso al rodal y reducir el tamaño de los nudos en la madera, todo lo cual aumenta definitivamente el valor del producto. El Cuadro 2, presenta un programa de podas para producir trozas de 10 m de largo y libres de nudos (Rojas y Ortiz, 1991).

Cuadro 2. Programa de podas propuesto para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para producir trozas de 10 m de largo libres de nudos.

Características del rodal al momento de realizar la poda			
Podas	Altura de poda (m)	Altural media del rodal (m)	Condición del rodal
Poda baja	2,5	6,0	después del cierre del vuelo
Poda alta	5,0	9,0	antes del primer raleo
Poda alta	7,5	12,0	durante el primer raleo
Poda alta	10,0	15,0	antes del segundo raleo

Fuente: Rojas y Ortiz, 1991.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Durante los 15 años del Proyecto Lefia y Madeleña de DIGEBOS-CATIE, se ha investigado sobre esta especie por siete años. Los estudios que se han realizado lo constituye únicamente parcelas individuales de crecimiento (12 estudios en total) y dos ensayos de Evaluación de Procedencias, bajo condiciones de suelo y clima totalmente distintos.

Los sitios donde se ha evaluado *P. caribaea* varía desde Cuyotenango y la Finca Bulbuxya en San Miguel Panan, ambos sitios en el departamento de Suchitepéquez con una zona de formación ecológica de bmh-S(c), con alturas promedio de 200 y 506 msnm, donde la temperatura excede los 26°C promedio anual y las precipitaciones van desde 3148 mm en Cuyotenango y 4560 mm en San Miguel Panam. Los ensayos que se evaluaron en este sitio fueron los de evaluación de procedencias. El otro sitio de estudio lo constituyó en Tactic, Alta Verapaz, donde la altitud oscila en los 1500 m, con temperatura de 23 °C y precipitaciones de 3140 mm como promedios anuales y la zona de formación ecológica es de bmh-S(f). Los ensayos que se evaluaron en este sitio lo constituyen parcelas permanentes de crecimiento que se establecieron en plantaciones viejas, que presentaban diferentes edades de establecimiento. También se realizaron parcelas permanentes de crecimiento en Poptúm, Petén.

En el Cuadro 3, se muestra la descripción sitios y clima de los experimentos donde fue evaluado *P. caribaea* en Guatemala.

Cuadro 3. Condiciones de sitio y clima de los experimentos realizados con *Pinus caribaea* en Guatemala.

Código Experi.	No. Sitio	Altitud msnm	Zona Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
010T	801	1500	Bmh-S(f)	0	23 C	3140	Tactic, Alta Verapaz ✓
011T	801	1500	Bmh-S(f)	0	23 C	3140	Tactic, Alta Verapaz ✓
012T	801	1500	Bmh-S(f)	0	23 C	3140	Tactic, Alta Verapaz ✓
167L	404	200	bmh-S(c)	20	26,0	3148	12.R Km. Ruta A Cuyotenango, Such ✓
168L	411	506	bmh-S(c)	0	27,0	4560	Bulbuxya, San Miguel Panam, Such. ✓

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Para las condiciones de suelo en el Cuadro 4, sólo se reporta las propiedades físicas y químicas de los suelos de los ensayos 167 y 168 establecidas en el área de Cuyotenango y Finca Bulbuxya; donde se caracterizan por ser suelos profundos, moderadamente ácidos a neutros clasificados en el orden *Typic ustipsamments* de textura mezclada e isohipertérmica.



Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

Cuadro 4. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Pinus caribaea* en Guatemala.

Código Experim.	No. Sitio	No. Perfil	No. Horiz.	Text	pH	meq/100 gr. suelo				Alt. mm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
						Ca.	Mg.	K.	CIC				
167L	404	73	1	FA	6,2	6,1	2,1	3,3	18,4	210	0	18	La Máquina, Suchitepéquez
167L	404	73	2	A	6,2	2,8	1,8	5,7	25,0	210	18	47	La Máquina, Suchitepéquez
167L	404	73	3	A	6,0	2,6	1,6	5,1	22,8	210	47	67	La Máquina, Suchitepéquez
167L	404	73	4	A	5,8	3,0	1,1	1,4	20,0	210	+67		La Máquina, Suchitepéquez
168L	411	74	1	Fa	6,2	2,3	0,5	44,0	15,7	506	0	17	Finca Bulbuxya, Sn M. Panán
168L	411	74	2	aF	6,2	1,9	0,3	0,5	13,6	506	17	27	Finca Bulbuxya, San Miguel. Panán
168L	411	74	3	aF	6,2	1,3	0,3	34,0	9,5	506	27	35	Finca Bulbuxya, San M. Panán
168L	411	74	4	aF	6,4	0,7	0,2	38,0	6,3	506	356	62	Finca Bulbuxya, San M. Panán
168L	411	74	5	a	6,2	1,3	0,2	48,0	6,7	506	+62		Finca Bulbuxya, San M. Panán

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

El Cuadro 6, presenta resultados de sobrevivencia de *Pinus caribaea* a diferentes edades, destacándose la sobrevivencia que es reportada en las parcelas permanentes de crecimiento en el área de Tactic, Alta Verapaz, con datos arriba de los 95%.

El ensayo No. 168 (ver Cuadro 5), lo constituye una evaluación de siete procedencias del BLSF 2/ que fue establecido en un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones, parcelas de 25 árboles cada una, distanciados a 2.0 x 2.0 m y en una evaluación intermedia a los 23 meses de establecido, presentaba sobrevivencias del 97% en la procedencia Guanaja, seguido de Brus Laguna con 93% y los datos más bajos se obtuvieron en la procedencia Colón con 72%.

Cuadro 5. Resultados de sobrevivencia y altura de las siete procedencias de *Pinus caribaea* a los 23 meses de plantadas.

Lote BLSF	Procedencia	S(%)	h(m)
4018	Guanaja	97	3.0
4019	Santa Cruz de Yojoa	88	2.9
4020	Dulce Nombre de Culmi	90	28
4021	Santa Bárbara	85	24
4022	Brus Laguna	93	26
4023	San Antonio de Cortés	89	24
4024	Colón	72	23

Fuente: Guía de visita a unidades demostrativas y unidades de investigación de especies de árboles de uso múltiple en Guatemala.

Comparando la información de los Cuadros 5 y 6, vemos que se tuvo la misma tendencia de sobrevivencia. En ambos cuadros se tiene a la procedencia Guanaja como la mejor, seguido de Brus Laguna. Los menores son San Antonio de Cortés y Colón.

Altura Total

Las mejores alturas que se analizan en este documento son reportadas por los datos de las parcelas permanentes de crecimiento, pero la edad, es el factor que condiciona estas alturas con respecto a los datos reportados en el ensayo 168 de procedencias. El experimento 014, a una edad de 13.83 años registró la altura más alta de 17.2 m, seguido de los ensayos 011 y 015 con datos de 14.5 m y 14.00 m a las edades de 12 y 15 años respectivamente.

Cuadro 6. Resumen de resultados de crecimiento de *Pinus caribaea* en Guatemala, en sitios y edades seleccionados.

Código De Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
168L	411	4018,001	68	200	200	96	15	12,1	13,6	2,14	2,66
168L	411	4019,002	68	200	200	80	17	11,5	13,5	2,03	3,00
168L	411	4020,003	68	200	200	96	14	11,5	13,2	2,03	2,47
168L	411	4023,006	68	200	200	92	14	11,3	12,9	1,99	2,52
168L	411	4022,005	68	200	200	88	18	10,9	14,8	1,92	3,11
168L	411	4019,002	68	200	200	84	18	10,8	12,9	1,91	3,11
168L	411	4021,004	68	200	200	84	16	10,8	13,6	1,91	2,81
168L	411	4019,002	68	200	200	68	16	10,7	13,7	1,89	2,81
168L	411	4024,007	68	200	200	92	15	10,7	13,4	1,89	2,72
168L	411	4024,007	68	200	200	96	15	10,7	13,5	1,89	2,66
168L	411	4022,005	68	200	200	92	13	10,6	12,5	1,87	2,35
168L	411	4021,004	68	200	200	80	16	10,6	12,7	1,87	2,88
168L	411	4019,002	68	200	200	96	16	10,6	13,6	1,87	2,74
168L	411	4021,004	68	200	200	80	15	10,5	12,2	1,85	2,59
168L	411	4018,001	68	200	200	84	16	10,5	13,5	1,85	2,88
168L	411	4018,001	68	200	200	96	16	10,5	12,6	1,85	2,75
168L	411	4018,001	68	200	200	88	15	10,4	14,0	1,84	2,63
168L	411	4020,003	68	200	200	80	17	10,4	12,9	1,84	2,93
168L	411	4022,005	68	200	200	88	15	10,4	12,2	1,84	2,70
168L	411	4023,006	68	200	200	29	16	10,2	15,8	1,80	2,89
168L	411	4020,003	68	200	200	84	16	10,2	12,8	1,80	2,86
168L	411	4020,003	68	200	200	96	16	10,2	12,5	1,80	2,89
168L	411	4021,004	68	200	200	84	15	10,0	11,9	1,76	2,68
168L	411	4022,005	68	200	200	84	15	9,7	12,0	1,71	2,58
168L	411	4024,007	68	200	200	76	16	9,7	14,7	1,71	2,86
168L	411	4023,006	68	200	200	84	14	9,6	12,4	1,69	2,52
168L	411	4018,001	22	200	200	97	0	3,0	3,5	1,64	-
013T	802	CREC.001	27	-	-	100	5,8	3,6	4,9	1,60	2,58
168L	411	4024,007	68	200	200	24	12	9,0	9,9	1,59	2,15
168L	411	4019,002	22	200	200	88	0	2,9	3,5	1,58	-
013T	802	CREC.002	27	-	-	100	5,9	3,5	5,1	1,56	2,62
168L	411	4020,003	22	200	200	90	0	2,8	4,3	1,53	-

168L	411	4019,002	15	200	200	89	0	1,9	2,9	1,52	-
168L	411	4023,006	68	200	200	72	13	8,4	11,1	1,48	2,29
168L	411	4018,001	15	200	200	94	0	1,8	2,1	1,44	-
168L	411	4020,003	15	200	200	93	0	1,8	2,8	1,44	-
168L	411	4022,005	22	200	200	92	0	2,6	4,8	1,42	-
168L	411	4021,004	22	200	200	84	0	2,4	3,4	1,31	-
168L	411	4023,006	22	200	200	89	0	2,4	2,9	1,31	-
168L	411	4022,005	15	200	200	92	0	1,6	3,0	1,28	-
168L	411	4024,007	15	200	200	85	0	1,6	2,7	1,28	-
168L	411	4024,007	22	200	200	72	0	2,3	2,9	1,25	-
014T	803	CREC.001	166	-	-	88	28	17,2	20,1	1,24	2,00
168L	411	4021,004	15	200	200	87	0	1,5	1,8	1,20	-
168L	411	4023,006	15	200	200	93	0	1,5	1,8	1,20	-
008T	711	CREC.001	142	-	-	73	2	13,9	18,7	1,17	0,17
011T	801	CREC.001	154	-	-	98	17	14,5	18,6	1,13	1,31
010T	801	CREC.001	79	-	-	86	12	7,2	9,5	1,09	1,82
012T	801	CREC.001	128	-	-	90	15	10,5	13,2	0,98	1,40
009T	712	CREC.001	33	-	-	96	3,7	2,5	4,1	0,91	1,35
015T	803	CREC.001	190	-	-	79	19	14,0	16,9	0,88	1,19
007T	710	CREC.001	83	-	-	98	12	6,1	8,7	0,88	1,68
009T	712	CREC.002	33	-	-	100	3,7	2,3	3,6	0,84	1,35
007T	710	CREC.002	83	-	-	100	11	5,3	7,3	0,77	1,58
167L	404	4021,004	8	200	200	59	0	3,9	3,2	-	-
167L	404	4019,002	8	200	200	45	0	4,0	3,3	-	-
167L	404	4018,001	8	200	200	58	0	4,4	-	-	-
167L	404	4023,005	8	200	200	53	0	4,0	4,5	-	-
167L	404	4024,007	8	200	200	67	0	3,5	4,5	-	-
167L	404	4022,006	8	200	200	42	0	4,1	4,5	-	-
167L	404	4020,003	8	200	200	53	0	3,7	3,8	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

En el ensayo 168 a la edad de 5.66 años, todos sus tratamientos reportaron alturas desde 9.9 hasta 10.9 y como media entre tratamientos de 10.44. En el Cuadro 6, se pueden observar, tanto las alturas totales como los incrementos medios anuales, esta información se amplía en el Anexo 1. En ambos cuadros se analiza que los mejores incrementos de altura fueron obtenidos en el ensayo 168 en los tratamientos (procedencias) 4028.001 procedencia Guanaja con una altura total a los 5.66 años de 12.1 y un IMA de 2.14 m, seguido de las procedencias 40.19.002 (Santa Cruz de Yojoa) y 4020.003 (Dulce nombre de Culmi) con 2.03 en ambos. Los incrementos más bajos se obtuvieron en los experimentos 07, 09, 10, 11 y 15, así como el 167 cuyo valor osciló desde 0.7 m a 1.2 m por año.

Para las condiciones de sitio de 411, se puede decir que *P. caribaea* es una especie con potencial y donde se puede alcanzar incrementos arriba de los 2.0 m sin manejo silvicultural (podas y raleos), otro factor importante que se puede analizar en las carpetas de medición de campo del ensayo 168, en su hoja de historia, es que a esta especie, en este lugar siempre se le efectuó limpia de malezas desde su etapa inicial con una frecuencia de cuatro limpias al año. A este ensayo 168, en una evaluación intermedia efectuada a los 2 años de edad (Cuadro 6), se observó que el comportamiento no varió en cuanto al crecimiento en altura y se mantuvo a las 5,66 años en el orden de los tres procedencias mejores, donde se obtuvo los mejores IMA.

En general se puede mencionar que de acuerdo al Cuadro 7, la mayoría de registros de IMA se encuentran ubicados en el término alto (rango de 1.51 a 2.00 m) y se adquieren en aquellos tratamientos cuya edad oscila entre 1.3 y 5.66 años en total son 30 parcelas que significa 49.18% del total.

En el término medio que va del rango de 0.81 a 1.50 m se encuentra un segundo grupo de registros con un total de 20 que equivale a un 30%. En el término bajo con rangos menores de 0.8 m de IMA se agruparon ocho parcelas haciendo un equivalente del 13.11% del total y fueron obtenidas en evaluaciones menores de un año de edad (caso ensayo 167).

Dentro del rango de excelente se encuentran el 5% con un total de tres registros cuyos valores excedieron los 2 m de IMA/año a los 5.66 años de edad fueron obtenidos en el sitio 411 bajo condiciones de San Miguel Panám, en Suchitepéquez.

Cuadro 7 Clasificación de los rangos de incremento medio anual en diámetro cuadrático medio (IMADCM) y altura total promedio (IMAALTOT) y número de tratamientos por categoría de altura de *Pinus caribaea* en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO		No. Trat. (IMAALTOT)		No. Trat. (IMADCM)	
	IMAALTOT(m)	IMADCM(cm)	Absoluto	Relativo (%)	Absoluto	Relativo
BAJA	< 0,8	< 1,0	8	13	22	36
MEDIA	0,81 - 1,5	1,01 - 2,00	20	32	8	13
ALTA	1,51 - 2,0	2,01 - 3,00	30	50	28	46
EXCELENTE	> 2,0	> 3,00	3	5	3	5

Diámetro total e incremento medio anual

Los diámetros mayores para esta especie fueron reportados en la parcela de crecimiento 014 con 28 cm a una edad de 13.83 años, seguido de los ensayos de parcelas de crecimiento 015 con 19.00 cm a los 15 años de edad y del ensayo 168 en sus tratamientos 4022.005 y 4019.002 que corresponden a sus procedencias Brus Laguna y Santa Cruz de Yojoa con 18 cm respectivamente. Los diámetros mas bajos fueron alcanzados en los experimentos cuya edad estuvo abajo de los dos años.

En cuanto al incremento medio anual vale destacar que los mayores IMA fueron alcanzados en el ensayo 168 de evaluación de siete procedencias de *P. caribaea*, todas procedentes del BLSF; con incrementos que van desde 2.52 cm hasta 3.10 cm/año. Los mayores se alcanzaron en las procedencias Brus Laguna y Santa Cruz de Yojoa con valores de 3.10 cm/año a una edad de 5.66 años. Los mejores incrementos se pueden encontrar cuando la edad oscila entre los 3 y 5 años de edad.

Los menores incrementos fueron reportados en los ensayos 167 a edades menores de un año mostrando datos abajo de los 1 cm/año.

En el Cuadro 7, se puede analizar que la mayor cantidad de datos de IMADCM se agruparon en el rango alto que comprende datos entre 1.51 y 2.00 cm con un total de 28 registros (parcelas) que corresponden a un 45.90% del

total. La categoría baja (menor de 1 cm/año) lo sigue con 22 parcelas que hacen el 36.06%.

En el rango excelente, que agrupa datos mayores de 3.00 cm/año se encuentran tres datos que corresponden a las procedencias del ensayo 168 Brus Laguna y Santa Cruz de Yojoa con 3.10 cm/año respectivamente y equivale a un 4.92%.

Limitaciones para el crecimiento

En Guatemala *P. caribaea* es una de las coníferas que más se está utilizando en plantaciones comerciales a gran escala (mayores de 45 Ha.), principalmente para producción de pulpa y madera aserrada. Una de las principales limitaciones es la obtención de semilla de buena calidad ya que en los rodales de los que se extrae, algunos fenotipos no reúnen las características deseadas para un árbol padre.

No soporta malezas principalmente las enredaderas (vejucos) que lo agobian y lo matan en su etapa inicial de crecimiento (1 a 2 años).

En el área de Río Dulce, Izabal, en plantaciones comerciales de los programas Reforestación Masiva e Incentivos Fiscales se ha reportado el daño del barrenador *Rhyacionia frustrana*.

No soporta suelos anegados por mucho tiempo ni suelos compactados en su etapa inicial (algunas plantaciones en Izabal).

CONCLUSIONES

- Aunque los resultados obtenidos y analizados en este documento, en su mayoría han sido exitosos, aún no hay muchos datos de soporte que ampare una reforestación a gran escala, aunque la información que se ha generado es importante.
- *P. caribaea* es una especie que se puede adaptar fácilmente a cualquier programa de plantaciones con fines comerciales.
- Es una especie con la que se puede efectuar su plantación en asocio inicial (1 ó 2 años) con maíz y frijol para bajar costos de establecimiento.
- Requiere limpiezas periódicas (3 a 4/año), contra malezas para garantizar un buen prendimiento.
- Referente a los ensayos analizados en este documento se puede decir que *P. caribaea* se puede plantar en áreas fuera de su hábitat natural, tal el caso como en la costa sur de Guatemala. Esto en función de los resultados obtenidos en el ensayo 168 ubicado en Bulbuxya de San Miguel Panám, aunque valdría la pena realizar otros estudios de procedencias e incluir las guatemaltecas.
- En condiciones de sitio de Bulbuxya en San Miguel Panám en Suchitepéquez, la especie creció dando buenos resultados de incrementos medios anuales en altura y diámetro. Se debería seguir evaluando este ensayo.
- Por los IMA reportados en aquellos ensayos de parcelas permanentes relativamente bajos, es posible que las plantaciones no se les haya dado ningún tipo de manejo silvicultural, ya que es mucha la edad y poco los incrementos.

RECOMENDACIONES

- Seguir evaluando la especie en otros departamentos de Guatemala, cuyas condiciones de sitio sean similares a los requeridos por ésta.
- Hacer evaluaciones con procedencias guatemaltecas donde se incluyan las mejores procedencias del ensayo 168 y parámetros tales como espaciamiento óptimo, procedencias, tipo de plantación y manejo silvicultural.
- Es necesario seguir evaluando más la especie para crear más información que puedan tomar los programas de inversión comercial.
- Dar mantenimiento de limpieza en su etapa inicial de crecimiento o plantarla en asocio con otro cultivo agrícola bajo cualquier sistema agroforestal que se adecúe más a las condiciones de sitio.
- Realizar las futuras plantaciones por lo menos a un distanciamiento inicial de 3 x 3 m, para tener mejores incrementos por más tiempo.
- Realizar podas a las ramas bajas para estimular su crecimiento apical y alcanzar mejores IMA.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1994. 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, 1984. XVI-344 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA/ DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE. 1990. Guía de Visita a Unidades Demostrativas y Unidades de Investigación de Especies de árboles de uso múltiple en Guatemala. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA). Informe Interno No. 1. 217 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Plagas y Enfermedades Forestales en América Central Manual de Consulta. Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Manual Técnico No. 3. 187 p.
- DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE. 1993. Manual de diseños, manejo y mantenimiento de viveros forestales. Proyecto Agroforestal DIGEBOS-AECI. Guatemala. 34 p.
- INSTITUTO NACIONAL FORESTAL (INAFOR). 1977. TABLAS DE VOLUMEN para las Especies coníferas de Guatemala. Proyecto PNUD/FAO/GUA/72/006. Documento de Trabajo No. 17. Guatemala. 162 p.
- PONCIANO, G.I.; DARY, F., J.M.; AGUILAR C., J.M. 1987. "Las Coníferas de Guatemala". Universidad de San Carlos de Guatemala. Cuaderno de Investigación No. 12. Guatemala. 80 p.
- ROJAS, F.; ORTIZ, E. 1991. Pino caribe (*Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Barret y Golfari) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, C. R. CATIE.
- VASQUEZ, W. 1988. Calidad de Sitio de *Pinus caribaea* en la Yeguada, Panamá. Silvoenergía No. 25. Proyecto Cultivo de árboles de uso múltiple. MADELEÑA, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 4 p.

ANEXO

Cuadro A1. Resultados de crecimiento en promedios por tratamientos de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala, con *Pinus caribaea*. (datos ordenados respecto al IMA en Altura Total).

Código de Experimento	No. de Sitio	Código De Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
168L	411	4018.001	68	200	200	96	15,1	12,1	13,6	2,14	2,66
168L	411	4019.002	68	200	200	80	17,0	11,5	13,5	2,03	3,00
168L	411	4020.003	68	200	200	96	14,0	11,5	13,2	2,03	2,47
168L	411	4023.006	68	200	200	92	14,3	11,3	12,9	1,99	2,52
168L	411	4022.005	68	200	200	88	17,6	10,9	14,8	1,92	3,11
168L	411	4019.002	68	200	200	84	17,6	10,8	12,9	1,91	3,11
168L	411	4021.004	68	200	200	84	15,9	10,8	13,6	1,91	2,81
168L	411	4019.002	68	200	200	68	15,9	10,7	13,7	1,89	2,81
168L	411	4024.007	68	200	200	92	15,4	10,7	13,4	1,89	2,72
168L	411	4024.007	68	200	200	96	15,1	10,7	13,5	1,89	2,66
168L	411	4022.005	68	200	200	92	13,3	10,6	12,5	1,87	2,35
168L	411	4021.004	68	200	200	80	16,3	10,6	12,7	1,87	2,88
168L	411	4019.002	68	200	200	96	15,5	10,6	13,6	1,87	2,74
168L	411	4021.004	68	200	200	80	14,7	10,5	12,2	1,85	2,59
168L	411	4018.001	68	200	200	84	16,3	10,5	13,5	1,85	2,88
168L	411	4018.001	68	200	200	96	15,6	10,5	12,6	1,85	2,75
168L	411	4018.001	68	200	200	88	14,9	10,4	14,0	1,84	2,63
168L	411	4020.003	68	200	200	80	16,6	10,4	12,9	1,84	2,93
168L	411	4022.005	68	200	200	88	15,3	10,4	12,2	1,84	2,70
168L	411	4023.006	68	200	200	29	16,4	10,2	15,8	1,80	2,89
168L	411	4020.003	68	200	200	84	16,2	10,2	12,8	1,80	2,86
168L	411	4020.003	68	200	200	96	16,4	10,2	12,5	1,80	2,89
168L	411	4021.004	68	200	200	84	15,2	10,0	11,9	1,76	2,68
168L	411	4022.005	68	200	200	84	14,6	9,7	12,0	1,71	2,58
168L	411	4024.007	68	200	200	76	16,2	9,7	14,7	1,71	2,86
168L	411	4023.006	68	200	200	84	14,3	9,6	12,4	1,69	2,52
168L	411	4018.001	22	200	200	97	0,0	3,0	3,5	1,64	-
013T	802	CREC.001	27	-	-	100	5,8	3,6	4,9	1,60	2,58
168L	411	4024.007	68	200	200	24	12,2	9,0	9,9	1,59	2,15
168L	411	4019.002	22	200	200	88	0,0	2,9	3,5	1,58	-
013T	802	CREC.002	27	-	-	100	5,9	3,5	5,1	1,56	2,62
168L	411	4020.003	22	200	200	90	0,0	2,8	4,3	1,53	-
168L	411	4019.002	15	200	200	89	0,0	1,9	2,9	1,52	-
168L	411	4023.006	68	200	200	72	13,0	8,4	11,1	1,48	2,29
168L	411	4018.001	15	200	200	94	0,0	1,8	2,1	1,44	-
168L	411	4020.003	15	200	200	93	0,0	1,8	2,8	1,44	-
168L	411	4022.005	22	200	200	92	0,0	2,6	4,8	1,42	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
168L	411	4021.004	22	200	200	84	0,0	2,4	3,4	1,31	-
168L	411	4023.006	22	200	200	89	0,0	2,4	2,9	1,31	-
168L	411	4022.005	15	200	200	92	0,0	1,6	3,0	1,28	-
168L	411	4024.007	15	200	200	85	0,0	1,6	2,7	1,28	-
168L	411	4024.007	22	200	200	72	0,0	2,3	2,9	1,25	-
014T	803	CREC.001	166	0	0	88	27,7	17,2	20,1	1,24	2,00
168L	411	4021.004	15	200	200	87	0,0	1,5	1,8	1,20	-
168L	411	4023.006	15	200	200	93	0,0	1,5	1,8	1,20	-
008T	711	CREC.001	142	-	-	73	2,0	13,9	18,7	1,17	0,17
011T	801	CREC.001	154	-	-	98	16,8	14,5	18,6	1,13	1,31
010T	801	CREC.001	79	-	-	86	12,0	7,2	9,5	1,09	1,82
012T	801	CREC.001	128	-	-	90	14,9	10,5	13,2	0,98	1,40
009T	712	CREC.001	33	-	-	96	3,7	2,5	4,1	0,91	1,35
015T	803	CREC.001	190	-	-	79	18,9	14,0	16,9	0,88	1,19
007T	710	CREC.001	83	-	-	98	11,6	6,1	8,7	0,88	1,68
009T	712	CREC.002	33	-	-	100	3,7	2,3	3,6	0,84	1,35
007T	710	CREC.002	83	-	-	100	10,9	5,3	7,3	0,77	1,58
167L	404	4021.004	8	200	200	59	0,0	3,9	3,2	-	-
167L	404	4019.002	8	200	200	45	0,0	4,0	3,3	-	-
167L	404	4018.001	8	200	200	58	0,0	4,4	-	-	-
167L	404	4023.005	8	200	200	53	0,0	4,0	4,5	-	-
167L	404	4024.007	8	200	200	67	0,0	3,5	4,5	-	-
167L	404	4022.006	8	200	200	42	0,0	4,1	4,5	-	-
167L	404	4020.003	8	200	200	53	0,0	3,7	3,8	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Plantación de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de 7 y 9 años de edad, en la Finca Lorena, Poptun, Petén, Guatemala.



Plantación de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de 7 años de edad, en la Finca Lorena, Poptun, Petén, Guatemala

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico *Eucalyptus saligna* Smith.

Nombres comunes En su región de origen (Australia), es popularmente conocido como Sidney Blue, Gum o Blue Gum, aunque también se le denomina Saligna Gum. En Guatemala es llamado comúnmente Eucalipto Saligna o Eucalipto.

Familia *Myrtaceae*

Origen y distribución

Eucalyptus saligna es nativo del sudeste de Australia. En las cuencas de los ríos costeros de Nueva Gales del sur y sudeste de Queensland, entre 21° y 36° latitud sur de Nueva Gales del Sur y se adentra hasta 120 km. en el continente. En el sur de su rango distribución natural *Eucalyptus saligna* crece en valles y laderas protegidas entre la gran cordillera australiana y el océano. En el norte se extiende hasta las montañas altas. Se han plantado extensamente en Africa, Nueva Zelanda, y América del Sur (Brasil, Argentina y Uruguay). Hay plantaciones pequeñas en América Central. En Guatemala han sido plantaciones en Patulul, Suchitepéquez a una altitud de 450 msnm en una zona de vida Bmhs con una precipitación media anual de 3322 mm. También en Los Esclavos, Cuilapa Santa Rosa a 737 msnm; zona de vida de Bmh-s, una precipitación de 1918 mm; en San Pedro Ayanpuc Guatemala altitud 1240 msnm, con una precipitación de 1240 mm y en Pastores Antigua Guatemala, Sacatepéquez con una altitud de 1580 msnm; zona de vida bmh MBg y precipitación de 3140 mm.

Descripción de la especie

Es un árbol grande de muy buena forma que puede alcanzar 40 a 50 m de altura o más y diámetro de 1.2 a 1.8 m, la copa es abierta, irregular y extendida, fuste recto libre de ramas, aproximadamente las dos terceras partes de la altura total, base recta y raíces profundas. Posee lignotubérculos, corteza azulada mate o gris-verdosa, lisa, que se desprende en capas dejando expuesta una capa amarillenta. En árboles maduros la corteza en la base (hasta aproximadamente 9m de altura) es gruesa, rugosa persistente y agrietada. Ramillas delgadas, angulosas, de color verde amarillito a rosado.

Hojas alternas (opuestas cuando jóvenes), con peciolo delgado y corto, de inserción oblicua u horizontal, lámina foliar lanceolada, curvada, acuminada y delgada en la base, glabro, verde mate o verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés. Cabezuelas florales en umbelas simples, en la base de las hojas y a lo largo de las ramillas. Cada umbela contiene de tres a nueve flores blancas usualmente siete, con un pedicelo corto o casi carente de él, frutos o cápsulas seminales ligeramente acampanadas, semillas pequeñas de 1-2 mm de longitud de color pardo mate; 2.5 a 3.5 millones/Kg y 30 a 50% de germinación. Madera rojiza de textura áspera, grano recto en ángulos casi ondulados, fácil de trabajar y con buen acabado (CATIE, 1991).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

En el área de distribución natural el clima es cálido a subtropical; las áreas cercanas a la costa están libres de heladas, pero en zonas altas ocurren heladas durante el invierno. En las zonas más frías pueden ocurrir hasta 60 heladas al año y la temperatura mínima absoluta puede descender hasta -8 °C. la temperatura media anual es de 15° a 21°C. y el promedio máximo en la estación cálida varía entre 24 y 33°C. En Centroamérica, se ha plantado en lugares con una temperatura media anual entre 18° y 26°C(Verde). En los experimentos realizados en Patulul, son Pedro Ayampuc, Cuilapa, Pastores, Antigua Guatemala, la temperatura media anual varía entre 18° a 28.1°C.

Precipitación

En Australia en su área de origen, la precipitación varía entre 800 mm y 1800 mm, con máximos en el verano en Queensland y distribución mas uniforme en el sur. En los sitios experimentales en Centroamérica la precipitación generalmente es mayor de 1900 mm, pero con cuatro a cinco meses con déficit hídrico. En Guatemala en los sitios que mencionamos anteriormente, la precipitación varía de 1918 a 3322 mm.

Altitud

En el área natural de distribución, la altura varía desde cerca del nivel del mar hasta 1100 m de altitud. En Centroamérica se ha plantado desde cerca del nivel del mar hasta 1800 msnm con mayores rendimientos en zonas bajas. En Guatemala se plantaron los experimentos en una altitud que varía de 450 m a 1580m (CATIE, 1986)

Factores limitantes

Entre los factores limitantes para el buen desarrollo de la especie, está el cultivo sobre suelos compactados, con presencia de horizontes endurecidos y mal drenados, inundados durante una parte del año. Generalmente este problema se presenta, cuando el área destinada a la plantación de *Eucalyptus saligna* estuvo dedicada antereormente a la ganadería, donde el sobrepastoreo excesivo provocó endurecimiento del suelo. Ante situaciones como ésta, lo recomendable es realizar una adecuada preparación del terreno arándolo en su totalidad o sobre las líneas de cultivo y hacer hoyos profundos y anchos. Otro factor limitante para el crecimiento de esta especie es la competencia por luz, agua y nutrientes provocado por la presencia de malezas, durante su fase inicial de establecimiento. También como limitante para el desarrollo de esta especie, tenemos el ataque de zompopos (*Atta* sp) que debe evitarse, ya que defolian las plantitas y provocan retrasos en su crecimiento inicial (CATIE, 1991).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Eucalyptus saligna es una especie de rápido crecimiento, alta producción de biomasa y buena forma, es apta para una amplia variedad de usos, entre éstos tenemos:

Lefía

Debido al rápido crecimiento y a la alta producción de biomasa es una especie con buen potencial para la producción de lefía. En Guatemala, en la finca de Los Andes en Patulul, Suchitepéquez, se utiliza como lefía para secado de té.

Madera

La madera es moderadamente dura y pesada, con peso específico de 0.486 y una densidad aproximada 0.83 g/cm³, se utiliza para construcción, armada de barcos, durmientes de ferrocarril, pisos, carpintería, tornería y obtención de chapas, cuando el árbol ha crecido lentamente la madera puede presentar problemas en el pulpeado semiquímico lo que no sucede con madera de rápido crecimiento (silvicultura verde). en Nueva Gales del Sur, es una de las maderas más importantes para la construcción general, de interiores o exteriores y también usada para piso. El duramen de la madera es rojizo, la albura es más pálida, la textura es áspera y de grano recto (CATIE, 1991).

Pulpa

Según estudios realizados en Estados Unidos y Africa del Sur se concluyó que *Eucalyptus saligna* produce una buena cantidad de pulpa de fibra corta y de resistencia moderada. Sin embargo, cuando el árbol ha crecido lentamente; el duramen puede presentar problemas para el pulpeado semilíquido; no hay problemas con árboles jóvenes de rápido crecimiento. En relación con la clasificación de Runkel, esta madera se considera como buena para la producción de papel (CATIE, 1991).

Carbón

Eucalyptus saligna posee la característica de romperse con facilidad, arde bien y continúa desprendiendo calor durante mucho tiempo. En Brazil, se convierte madera de esta especie en carbón, para la fabricación de acero.

Postes

Por presentar fuste alto, recto, cilíndrico y sin nudos se recomienda su uso para postes. En Africa del Sur, las plantaciones de postes para minas se utilizan cuando los árboles alcanzan un diámetro medio de 20 a 22 cm., la madera de *Eucalyptus saligna* seca rápidamente al aire y requiere de 105 días para pasar de 90% a 18% en contenido de humedad.

Otros usos

La especie se ha utilizado como ornamental y para sombra, también en la producción de miel.

SILVICULTURA

Regeneración natural

En América Central no existe experiencia sobre regeneración natural de esta especie.

Recolección de semillas

La recolección de semillas es difícil en árboles adultos por la altura de los mismos, debe hacerse antes de que los frutos se abran. La producción de frutos se da de agosto a setiembre y las semillas se recolectan de diciembre a mayo.

Producción en vivero

La producción de plantas en vivero, requiere los mismos cuidados que otros eucaliptos. En Guatemala se utiliza la producción en bolsa plástica 6 x 8", con germinación previa en germinadores esterilizados para prevenir ataques de hongos.

Plantación

Es necesario una buena preparación del suelo y el control de malezas durante las primeras etapas de establecimiento. No es recomendable plantar en suelos muy compactados o con problemas de drenaje. Las experiencias en Guatemala indican, que *Eucalyptus saligna* responde favorablemente a la fertilización temprana.

Eucalyptus saligna es susceptible a la competencia con malezas, por lo que la plantación debe mantenerse limpia durante los primeros años, con dos o tres limpiezas por año. A su vez, con las limpiezas se pretende reducir las posibilidades de plagas y enfermedades y el riesgo de incendios.

Fertilización

Eucalyptus saligna presenta una buena respuesta a la aplicación de fertilizante, lo que resulta en un rápido crecimiento inicial, que le permite a la especie dominar fácilmente a las malas hierbas que entran en competencia por luz, agua y nutrientes.

En eucalipto, la respuesta inicial al fertilizante tiende a desaparecer conforme avanza la edad de la plantación y se deja notar hasta aproximadamente los cuatro años. Sin embargo, esa ganancia inicial de crecimiento, provocada por esa práctica permanece durante la vida de la plantación, lo que justifica la aplicación de fertilizante, como técnica recomendada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de cuatro dosis de fertilización inicial con NPK(15-15-15), sobre crecimiento en altura y diámetro de *Eucalypto saligna* Smith, a los 26 meses de edad, en Sacatepéquez, Guatemala.

Tratamiento	Superviv. (%)	Altura		Diámetro	
		PROM. (m)	IMA (m/año)	PROM. (cm)	IMA (cm/año)
TESTIGO	94	6,6	3,1	6,0	2,8
50 G/PLANTA	90	7,2	3,3	6,6	3,1
100 G/PLANTA	93	6,6	3,1	6,3	2,9
200 G/PLANTA	96	6,4	3,0	6,0	2,9

Fuente: CATIE, 1991.

Espaciamientos en plantación

El distanciamiento adecuado entre plantas depende de los objetivos de la plantación. Esta especie fue plantada desde 1,5 x 1,5 m hasta 2,0 x 3,5 m.

A pesar de que ensayos de espaciamiento en Guatemala indican que las diferencias en crecimiento promedio son estadísticamente significativas, si es posible observar que hay una influencia marcada del distanciamiento sobre el diámetro como lo indica el Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto del espaciamiento sobre el crecimiento en altura, diámetro y sobrevivencia de *Eucalyptus saligna* Smith, a los 26 meses de edad, en Sacatepéquez, Guatemala.

Espaciam	Densidad	Superv.	Altura		Diámetro	
			PROM. (m)	IMA (m/año)	PROM. (cm)	IMA (cm/año)
1,5x1,5	4444	88	5,0	2,3	4,1	1,9
2,0x2,0	2500	91	4,7	2,2	4,5	2,1
2,5x2,5	1600	92	4,7	2,2	4,7	2,2
3,0x3,0	1111	93	5,2	2,4	5,6	2,6

Fuente: CATIE/DIGEBOS, 1990.

Sistemas agroforestales

Eucalyptus saligna es una especie que se ha plantado generalmente con el objetivo de producir leña, estableciéndose para ello en forma de rodales compactos o bosquetes energéticos, como es el caso de la Finca Los Andes en el Municipio de Patulul departamento de Suchitepéquez; coordenadas 14° 26'N y 91° 07' O, distancia de la Ciudad Capital 128 kms, en donde se está utilizando leña para secado de té.

Otro sistema utilizado en Guatemala es la plantación en líneas, las que sirven para delimitar áreas de los caminos. Son pocos los agricultores en Guatemala que utilizan esta especie; donde más se ha utilizado es en la Aldea El Jute del municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

El estudio comprende el análisis de siete experimentos con *Eucalyptus saligna*, localizados en varios sitios, los cuales comprenden elevaciones que van desde 600 msnm en Patulul, Suchitepéquez, hasta 1960 msnm en Aldea el Jute, Pastores, Sacatepéquez. La precipitación media anual varía de 850 mm en los Esclavos, Santa Rosa, hasta 3472 en Patulul, Suchitepéquez. En las áreas experimentales, las temperaturas medias anuales están entre 24 y 18°C y zonas de vida bosque muy húmedo Sub-tropical cálido y bosque húmedo montano bajo, como se muestra en los Cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Condiciones de sitios y climas de los experimentos realizados con *Eucalyptus saligna* en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona De Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
007L	401	450	bmh S	5	25.3	3322	Los Andes, Patulul, Suchitepéquez ✓
016L	503	1240	bh ST	0	18.2	1247	San Pedro Ayampuc, Guatemala ✓
028L	411	506	bmh S	0	-	4560	Bulbuxya, San Miguel Panan, Suchitepéquez ✓
054L	605	737	bmh S	0	-	1918	4kms., Cuilapa, Los Esclavos, Cuilapa, Santa Rosa ✓
080L	401	450	bmh S	5	25.3	3322	Los Andes, Patulul, Suchitepéquez ✓
169L	525	1580	bmh MB	0	28.1	3140	2 Km N, De Pastores, Antigua Guatemala, Sacatepéquez ✓
172L	525	1580	bmh MB	0	28.1	3140	2 Km N, De Pastores, Antigua Guatemala, Sacatepéquez ✓

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales de *Eucalyptus saligna* en las regiones Foresales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

Cuadro 4. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Eucalyptus saligna* en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K.			CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
							meq/100	gr	suelo					
007L	401	15	1	Fa	6.7	1.1	6.5	1.3	0.3	29.4	600	0	27	Patulul
007L	401	15	2	Fa	6.8	8.1	4.0	0.8	0.2	27.8	600	27	47	Patulul
007L	401	15	3	Fa	6.5	4.7	3.0	0.5	0.1	18.2	600	47	59	Patulul
007L	401	15	4	aF Fa	6.8	1.3	1.0	0.2	0.2	12.3	600	59	78	Patulul
007L	401	15	5	aF	6.7	0.4	1.0	0.2	0.2	13.9	600	78	-	Patulul
016L	503	42	1	F	6.5	5.9	13.0	7.2	0.6	42.8	1240	0	12	San Pedro Ayampuc
016L	503	42	2	A	6.0	2.6	11.5	10.1	0.2	42.8	1240	12	35	San Pedro Ayampuc
016L	503	42	3	A	5.4	0.9	10.0	11.4	0.3	43.3	1240	35	56	San Pedro Ayampuc
016L	503	42	4	AL	6.2	0.2	11.0	11.6	0.2	40.1	1240	56	-	San Pedro Ayampuc
028L	411	46	1	Fa	5.9	4.4	4.0	0.8	0.4	26.3	506	0	11	Finca Bulbuxya
028L	411	46	2	aF Fa	6.0	0.5	3.0	0.8	0.1	23.1	506	11	36	Finca Bulbuxya
028L	411	46	3	Fa	5.9	1.5	4.0	0.8	0.2	24.2	506	36	53	Finca Bulbuxya
028L	411	46	4	Fa	6.1	1.0	4.0	0.8	0.3	26.8	506	53	63	Finca Bulbuxya
028L	411	46	5	Fa	6.1	0.5	4.0	0.8	0.3	23.6	506	63	70	Finca Bulbuxya
028L	411	46	6	Fa	6.2	2.0	0.5	0.8	0.6	27.8	506	70	-	Finca Bulbuxya
054L	605	49	1	aF	6.3	0.5	5.0	1.4	0.7	28.9	727	0	8	Los Esclavos
054L	605	49	2	F	6.4	1.5	5.0	1.5	0.6	31.5	727	8	10	Los Esclavos
054L	605	49	3	Fa	6.4	0.5	5.0	1.6	0.3	26.3	727	10	26	Los Esclavos
054L	605	49	4	F Fa	6.0	1.0	5.0	1.5	0.4	26.8	727	26	39	Los Esclavos
054L	605	49	5	Fa	5.9	1.0	5.0	1.5	0.2	27.3	727	39	-	Los Esclavos
080L	401	15	1	Fa	6.7	1.1	6.5	1.3	0.3	29.4	600	0	27	Patulul
080L	401	15	2	Fa	6.8	8.1	4.0	0.8	0.2	27.8	600	27	47	Patulul
080L	401	15	3	Fa	6.5	4.7	3.0	0.5	0.1	18.2	600	47	59	Patulul
080L	401	15	4	aF Fa	6.8	1.3	1.0	0.2	0.2	12.3	600	59	78	Patulul
080L	401	15	5	aF	6.7	0.4	1.0	0.2	0.2	13.9	600	78	-	Patulul
169L	525	79	1	Fa	7.0	-	20.9	3.1	3.3	29.7	1460	0	8	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
169L	525	79	2	Fa	6.8	-	8.3	1.7	2.0	17.9	1460	8	35	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
169L	525	79	3	Fa	6.9	-	5.6	3.5	1.7	15.5	1460	35	47	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
169L	525	79	4	Fa	6.7	-	4.2	3.2	1.6	15.6	1460	47	76	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
169L	525	79	5	FAa	6.4	-	4.9	3.3	2.3	28.3	1460	76	-	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
172L	525	79	1	Fa	7.0	-	20.9	3.1	3.3	29.7	1460	0	8	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
172L	525	79	2	Fa	6.8	-	8.3	1.7	2.0	17.9	1460	8	35	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
172L	525	79	3	Fa	6.9	-	5.6	3.5	1.7	15.5	1460	35	47	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
172L	525	79	4	Fa	6.7	-	4.2	3.2	1.6	15.6	1460	47	76	El Jute, Pastores, Sacatepéquez
172L	525	79	5	FAa	6.4	-	4.9	3.3	2.3	28.3	1460	76	-	El Jute, Pastores, Sacatepéquez

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

En general, la sobrevivencia de esta especie es alta, bajo las diferentes condiciones de vida que va desde 75% a 100%. La alta sobrevivencia se debe a que los lugares donde se plantaron los ensayos, fincas y terrenos municipales, están bien protegidos.

Crecimiento en altura total

Eucalyptus saligna es una especie de rápido crecimiento, entre los experimentos realizados en Guatemala las mayores alturas corresponden al experimento situado en la Finca Los Andes en Patulul, Suchitepéquez, alcanzando alturas hasta de 27 m; con incrementos medio anual de 6,73. En sitios con buenas características de suelos y clima se tienen los mejores incrementos medios anuales en altura (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resumen de resultados de crecimiento de *Eucalyptus saligna* en Guatemala, en sitios y edades seleccionados.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante	Índice de Sitio
016L	503	CREC.006	42	71	3.3	3.5	200	200	-	2.81
028L	411	CREC.005	1	11	0.0	1.4	200	200	1.4	15.43
054L	605	CREC.001	5	84	0.0	0.6	150	150	0.7	5.08
080L	401	CREC.001	59	80	16.1	17.0	200	400	23.0	23.15
169L	525	FERT.050	25	92	6.7	6.7	200	200	7.8	0.00
169L	525	FERT.100	25	92	6.7	6.6	200	200	7.5	11.41
169L	525	FERT.200	25	97	6.1	6.7	200	200	7.1	0.00
169L	525	TESTIGO	25	92	6.4	6.5	200	200	7.9	11.97
172L	525	E150X150	69	68	9.1	12.8	150	150	13.7	0.00
172L	525	E200X200	69	93	10.5	12.6	150	150	16.0	0.00
172L	525	E250X250	69	93	13.5	15.8	150	150	20.7	0.00
172L	525	E300X300	69	100	13.9	15.1	150	150	17.8	0.00
172L	525	E150X150	69	81	7.2	11.6	150	150	13.0	0.00
172L	525	E200X200	69	75	10.6	13.9	150	150	15.8	0.00
172L	525	E250X250	69	93	11.9	14.6	150	150	17.2	0.00
172L	525	E300X300	69	81	13.8	15.0	150	150	16.5	0.00
172L	525	E150X150	69	75	8.3	11.8	150	150	14.5	0.00
172L	525	E200X200	69	87	10.8	13.6	150	150	16.2	0.00
172L	525	E250X250	69	81	13.2	15.5	150	150	17.2	0.00
172L	525	E300X300	69	93	13.3	14.6	150	150	16.3	0.00
172L	525	E150X150	69	68	9.3	10.5	150	150	14.5	0.00
172L	525	E200X200	69	81	11.6	12.9	150	150	14.4	0.00
172L	525	E250X250	69	87	11.2	11.1	150	150	14.2	0.00
172L	525	E300X300	69	87	13.6	12.3	150	150	14.7	0.00

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Los incrementos medios anuales en altura total observados en los diferentes sitios, se encuentran en un rango de aproximadamente de 0.4 a mayores de 6.0 m/año usando la escala de clasificación mostrada en el Cuadro 6.

Los IMA mayores de 5.0 m/año se obtuvieron en sitios de Finca Los Andes, Patutul, Suchitpéquez, ubicados en zona de vida Bosque muy húmedo Sub-tropical cálido, los suelos clasificados dentro de los Typic vitrandepts, de textura cenizosa con un pH de 6.7; con contenido de M.O. de 11.1 y con niveles de Ca 6.5, Mg 1.3, K 0.3, con una precipitación de 3472 mm a una altitud de 600 msnm.

El rango de crecimiento medio se considera de 2.5 a 5 m por año y en este rango, se encuentra la mayor cantidad de experimentos. Los sitios fueron en la Finca los Andes, Patutul, Suchitpéquez, en la aldea El Jute, Pastores, Sacatepéquez, la cual se encuentra a 1960 msnm, con temperatura promedio de 18°C, precipitación promedio de 1060 mm. Se ubica en la formación de bosque húmedo montano bajo. Son suelos Typic eutrandspts de ceniza.

Por otro lado, los IMA calificados como bajos (menores de 1.5 m/año) aún en edades jóvenes de las plantaciones, ocurrieron por factores externos, como sucedió en la plantación ubicada en San Pedro Ayampuc, del departamento de Guatemala, donde este experimento está situado en un área municipal, por lo que todas las personas tienen acceso al pastoreo de su ganado, causando daños a la plantación y también ocurrieron varios incendios.

Cuadro 6. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Altura Total Promedio (IMAALTOT) en parcelas de *Eucalyptus saligna* evaluados en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO EN ALTURA
BAJO	< de 1.5 m
MEDIO	2.5 - 5 m
ALTO	> 5 m

;

Crecimiento en diámetro

El crecimiento cuadrático medio varía de acuerdo a la edad; el cual presentó diversos valores en un rango desde 3.3 cm en San Pedro Ayampuc en el Departamento de Guatemala, hasta 18 cm a los 41 meses en la Finca Los Andes, Patulul, Suchitepéquez.

Los IMA en DCM que se obtuvieron en los ensayos, van desde 0.8 cm/año en un ensayo en San Pedro Ayampuc, Guatemala, hasta 5.12 cm/año en el área de Patulul, departamento de Suchitepéquez.

De igual forma que para la altura total, los IMA reportados como bajos (menores de 1.5 cm/año), corresponden a plantaciones que han tenido problemas externos como incendios y pastoreo.

Los rangos de IMA en DCM los clasificamos como bajos, medios y altos (Cuadro 7).

El IMA bajo, se considera a todos los experimentos menores de 1.5 cm; los sitios donde se localizan estos experimentos son San Pedro Ayampuc departamento de Guatemala.

El IMA medio, se considera a los experimentos que van de 1.8 cm/año a 4 cm/año, es aquí donde se encuentra la mayor cantidad de experimentos.

El IMA alto, en este rango se encuentran los experimentos que van de 4.1 cm/año a 5.3 cm/año y están localizados en el sitio Finca Los Andes Patulul, Suchitepéquez.

Cuadro 7. Clasificación de los rangos de Incremento Medio Anual en Diámetro Promedio (IMADCM) de *Eucalyptus saligna*, en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO EN ALTURA
BAJO	< de 1.5 m
MEDIO	1.8 - 4 m
ALTO	> 4 m

CONCLUSIONES

Con base en el análisis obtenido en los experimentos realizados con esta especie se puede concluir que:

- Los mejores crecimientos de esta especie se han alcanzado en el área del municipio de Patutul, departamento de Suchitepéquez.
- *Eucalyptus saligna*, es una especie que presenta buena adaptación y crecimientos en sitios que van de 600 msnm hasta 1965 msnm.

RECOMENDACIONES

- Continuar con la investigación de esta especie, estableciendo ensayos de manejo de rebrotes, sistemas agroforestales y comercialización.
- Hacer visita a todos los ensayos para verificar el estado actual de éstos y poder definir qué hacer con ellos.

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. Turrialba, Costa Rica 138-145 pp.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. SALIGNA (*Eucalyptus saligna*) Especie de arbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, C. R. CATIE Colección de Guías Silviculturales No. 2. Serie Técnica. Informe Técnico No. 184. 65 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA/ DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE. 1990 Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Multiple (MADELEÑA). Guía de visita a unidades demostrativas y unidades de investigación de especies de árboles de uso múltiple en Guatemala. Informe Interno No. 1. 217 p.
- DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE. 1993. Manual de diseños, manejo y mantenimiento de viveros forestales. Proyecto Agroforestal DIGEBOS-AECI. Guatemala. 34p.
- UGALDE A., L. 1993. Manejo y análisis de la información forestal con el Programa SYSTAT. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Proyecto MADELEÑA-3. Manual Técnico. 51 p.

ANEXO

Cuadro A1

Resultados de crecimiento en promedios por tratamientos de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala, con *Eucalyptus saligna*. (datos ordenados respecto al IMA en Altura Total; IMA calculados para edades superiores a 10 meses)

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
007L	401	CREC.001	41	200	350	92	17,5	23,0	27,0	<u>6,73</u>	<u>5,12</u>
080L	401	CREC.001	25	200	400	88	10,5	11,9	17,9	<u>5,71</u>	<u>5,04</u>
080L	401	CREC.001	29	200	400	88	11,2	12,5	18,7	5,17	4,63
007L	401	CREC.001	49	200	350	97	16,2	20,9	25,5	5,12	3,97
080L	401	CREC.001	34	200	400	88	12,3	14,1	18,7	4,98	4,34
007L	401	CREC.001	58	200	350	87	18,1	23,1	27,0	4,78	3,74
007L	401	CREC.001	17	200	350	100	5,2	6,1	9,2	4,31	3,67
080L	401	CREC.001	44	200	400	80	13,8	15,6	20,7	4,25	3,76
007L	401	CREC.001	68	200	350	82	20,1	23,4	27,7	4,13	3,55
007L	401	CREC.001	83	200	350	82	22,4	24,5	28,6	3,54	3,24
080L	401	CREC.001	59	200	400	80	16,1	17,0	23,0	3,46	3,27
169L	525	FERT.200	25	200	200	97	6,1	6,7	7,1	<u>3,22</u>	<u>2,93</u>
169L	525	FERT.050	25	200	200	92	6,7	6,7	7,8	3,22	3,22
169L	525	FERT.100	25	200	200	92	6,7	6,6	7,5	3,17	3,22
169L	525	TESTIGO*	25	200	200	92	6,4	6,5	7,9	3,12	3,07
172L	525	E250X250	69	150	150	93	13,5	15,8	20,7	<u>2,75</u>	<u>2,35</u>
172L	525	E250X250	69	150	150	81	13,2	15,5	17,2	2,70	2,30
172L	525	E300X300	45	150	150	92	10,7	10,1	10,3	2,69	2,85
172L	525	E300X300	69	150	150	100	13,9	15,1	17,8	2,63	2,42
172L	525	E300X300	69	150	150	81	13,8	15,0	16,5	2,61	2,40
172L	525	E250X250	45	150	150	95	9,2	9,7	9,9	2,59	2,45
172L	525	E200X200	45	150	150	89	8,6	9,7	10,7	2,59	2,29
172L	525	E250X250	69	150	150	93	11,9	14,6	17,2	2,54	2,07
172L	525	E300X300	69	150	150	93	13,3	14,6	16,3	2,54	2,31
172L	525	E300X300	25	150	150	92	5,8	5,2	5,1	2,50	2,78
172L	525	E150X150	45	150	150	86	6,7	9,1	10,7	2,43	1,79
172L	525	E200X200	69	150	150	75	10,6	13,9	15,8	2,42	1,84
172L	525	E200X200	69	150	150	87	10,8	13,6	16,2	2,37	1,88
172L	525	E150X150	25	150	150	87	4,3	4,9	6,5	2,35	2,06
169L	525	FERT.200	11	200	200	92	0,0	2,1	2,8	2,29	-
172L	525	E250X250	25	150	150	95	5,0	4,7	3,9	2,26	2,40
172L	525	E200X200	25	150	150	92	4,7	4,7	5,7	2,26	2,26
172L	525	E200X200	69	150	150	81	11,6	12,9	14,4	2,24	2,02
172L	525	E150X150	69	150	150	68	9,1	12,8	13,7	2,23	1,58
172L	525	E200X200	69	150	150	93	10,5	12,6	16,0	2,19	1,83
169L	525	FERT.100	11	200	200	96	0,0	2,0	2,4	2,18	-
172L	525	E300X300	69	150	150	87	13,6	12,3	14,7	2,14	2,37

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
169L	525	FERT.050	11	200	200	99	0,0	1,9	2,2	2,07	-
172L	525	E150X150	69	150	150	75	8,3	11,8	14,5	2,05	1,44
172L	525	E150X150	69	150	150	81	7,2	11,6	13,0	2,02	1,25
169L	525	TESTIGO*	11	200	200	99	0,0	1,8	2,3	1,96	-
172L	525	E250X250	69	150	150	87	11,2	11,1	14,2	1,93	1,95
172L	525	E150X150	69	150	150	68	9,3	10,5	14,5	1,83	1,62
172L	525	E250X250	11	150	150	97	0,0	1,3	1,4	1,42	-
172L	525	E150X150	11	150	150	92	0,0	1,3	1,7	1,42	-
172L	525	E300X300	11	150	150	93	0,0	1,3	1,3	1,42	-
172L	525	E200X200	11	150	150	94	0,0	1,2	1,5	1,31	-
016L	503	CREC.006	42	200	200	71	3,3	3,5	-	1,00	0,94
016L	503	CREC.006	29	200	200	76	2,0	1,4	1,6	0,58	0,83
016L	503	CREC.006	13	200	200	89	0,0	0,6	0,8	0,55	-
016L	503	CREC.006	22	200	200	80	6,5	0,8	1,0	0,44	3,55
054L	605	CREC.001	5	150	150	84	0,0	0,6	0,7	-	-
054L	605	CREC.001	2	150	150	88	0,0	0,5	0,5	-	-
054L	605	CREC.001	1	150	150	95	0,0	0,3	0,5	-	-
054L	605	CREC.001	16	150	150	96	0,0	0,0	-	-	-
028L	411	CREC.005	1	200	200	11	0,0	1,4	1,4	-	-
016L	503	CREC.006	1	200	200	99	0,0	0,2	0,4	-	-
016L	503	CREC.006	8	200	200	93	0,0	0,4	0,5	-	-
016L	503	CREC.006	4	200	200	98	0,0	0,4	0,5	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELENA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Ensayo de Fertilización No. 169 (88-10) de *Eucalyptus saligna* de 7 años de edad, en la Aldea El Jute, Pastores, Sacatepéquez.



Ensayo de Fertilización No. 169 (88-10) de *Eucalytus saligna* de 7 años de edad, en la Aldea El Jute, Pastores, Sacatepéquez

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico	<i>Cassia siamea</i> Lam
Nombres comunes	Casia, Acacia, Acacia de flores amarillas, flor amarilla.
Familia	<i>Leguminosae (Caesalpinioideae)</i> .

Origen y Distribución

Es nativa del sudeste de Asia, 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 y se utiliza ampliamente en plantaciones, para producción de leña y postes, en Africa. Conocida en las Antillas y desde Guatemala hasta el norte de América del Sur.

Descripción de la Especie

Es un árbol de medio a rápido crecimiento, se mantiene siempre verde, su tamaño es mediano, alcanzando alturas entre 18 a 20 m y diámetros de 30 cm y más. El tronco es limpio y de forma variable, desde recto hasta ligeramente torcido o curvado, la copa es densa, redondeada o irregular y amplia cuando dispone de espacios abiertos para crecer.

El fuste es cilíndrico, de base recta, con corteza gris o ligeramente fisurada en árboles adultos; corteza viva, ligeramente oscura, sin sabor especial. Las hojas son alternas paripinadas, con 6 a 15 pares de hojuelas oblongas verde brillante, redondeadas en los extremos.

Los frutos son legumbres, agrupados en racimos densos. Las legumbres son alargadas y delgadas de 5 a 25 cm, de longitud y de 12 a 25 cm, de ancho, café oscuro dehiscentes, cada legumbre contiene hasta 25 semillas.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES**Temperatura**

Es una especie propia de climas tropicales cálidos, sin heladas, en América Central se le ha cultivado en lugares con temperatura medias entre 24 y 28 °C.

Precipitación

Cassia siamea, crece en un rango amplio de climas, húmedos, subhúmedos, secos y áridos; sin embargo, es más predominante en áreas de clima monzónico que reciben 1000 mm, o más de precipitación anual y tiene hasta ocho meses de sequía. En áreas secas (500 a 700 mm, de precipitación anual), el árbol crece bien del segundo o tercer año, únicamente si sus raíces tienen acceso a la humedad del suelo.

En Guatemala, se experimentó con esta especie en precipitaciones de 470 mm (Tierra Blanca el Progreso), 1937 mm (en Santa Rosa), hasta 4560 mm (San Miguel Panán, Suchitepéquez):

Elevación

Normalmente es plantado en tierras bajas, aunque excepcionalmente se le puede encontrar hasta 500 msnm, en Centro América los mejores crecimientos se encuentran abajo de los 500 msnm.

Suelos

Requiere suelos sueltos, arenosos o franco arenosos, profundos con buen drenaje, ricos en nutrimentos puede soportar suelos endurecidos (lateríticos) o calizos siempre que no afecten el drenaje.

Factores Limitantes

Los principales factores limitantes son la disponibilidad de agua y las condiciones físicas del suelo. Los árboles jóvenes sufren ramoneo de ganado y fauna silvestre por lo que deben protegerse. Las semillas, vainas y follaje son tóxicos para los cerdos.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Como combustible es excelente a pesar de que produce bastante humo. Se puede utilizar para la producción de carbón de excelente calidad, la madera es fácil de rajar y seca rápidamente, puede almacenarse al aire aunque se debe controlar el ataque de termitas.

La madera también se puede utilizar para postes de conducción telegráfica y para cercas, atractiva para ebanistería y tornería y puntas de mina y con la corteza se pueden obtener taninos.

Esta especie se utiliza para la producción de miel, sombra en áreas públicas, como ornamental y para sombra de café y cacao.

SILVICULTURA

Regeneración Natural

La abundante producción de semilla y la germinación fácil y rápida permitirían la producción de brinzales en las áreas donde se encuentren rodales de la especie. Sin embargo, este aspecto no se ha observado en América Central. Es necesario tomar en cuenta la susceptibilidad a la competencia de malezas (CATIE, 1986).

Recolección de Semillas

En América Central la floración es a finales de la época lluviosa y la recolección de semillas se puede realizar entre el mes de diciembre y abril, con pequeñas variaciones entre sitios; cuando las legumbres tienen un color amarillento, se secan al sol y las semillas se almacenan en recipientes sellados en lugares secos, frescos y ventilados (CATIE, 1986).

En Guatemala esta especie se recolecta entre los meses de febrero y marzo, principalmente en el municipio de Teculután, departamento de Zacapa.

Producción en Vivero

Las semillas frescas no requieren tratamiento pregerminativo. Semillas almacenadas por largo tiempo, requieren escarificación, se sumergen en agua caliente (80°C) hasta enfriar (ambiente) por 24 horas o escarificación mecánica. Las plántulas pueden producirse en germinadores de arena, para posterior repique y sembrarlas directamente en bolsas, colocando de 2 a 3 semillas por bolsa, o en bancales para la producción de plantas a raíz desnuda o pseudoestacas.

El tiempo de germinación varía entre cinco a 12 días. Las plántulas deben permanecer en vivero de 14 a 16 semanas, cuando se produce la planta en bolsa. Para producción de pseudoestacas, se requieren periodos de hasta un año (CATIE, 1986).

Siembra Directa

Se puede sembrar directamente en el campo, pero es necesario el control continuo de malezas.

Plantación

El suelo debe prepararse adecuadamente, especialmente en cuanto a control de malezas. Se han utilizado diferentes densidades de plantación siendo una de las más populares 2500 arb/ha con distancia de 2 m x 2 m. Altas densidades aseguran un rápido control de malezas por el desarrollo de una copa densa, sin embargo, esto implica raleos a corta edad. En ornamentación, se han utilizado mayores distancias. Los árboles plantados en potreros, deben protegerse del pastoreo durante las primeras etapas de crecimiento, ya que el follaje es muy apetecido por cerdos, cabras y también por vacunos.

Sistemas Agroforestales

Se pueden utilizar con los siguientes sistemas agroforestales: asociados con pastos, en cercos vivos un poco aislados, en cortina rompevientos y asociados con cultivos (aunque la copa es densa).

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En Guatemala se establecieron 12 experimentos de los cuales 11 eran parcelas de crecimiento, (en los departamentos de Suchitepéquez, El Progreso, Santa Rosa y Chiquimula) y un experimento de espaciamientos en Suchitepéquez.

En el cuadro 1, se presentan los experimentos realizados con *Cassia siamea* en Guatemala por el Proyecto MADELEÑA.

El pH del suelo en las áreas experimentales de *Cassia siamea* en general resultaron neutros (5.5 - 6.5) y básicos (mayores de 6.5).

Dentro de los suelos neutros se ubicaron los experimentos en La Finca Bulbuxyá y Parcelamiento La Máquina (Cuyotenango, Suchitepéquez), San Juan Tecuaco y Finca Chiquihuitán (Taxisco, Santa Rosa), la materia orgánica en estos sitios fue de 0.5 a 5.5% (cuadro 2).

Cuadro 1. Sitios y climas de los experimentos realizados con *Cassia siamea* en Guatemala.

Código de Experimento	No. De Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
028L	411	506	bmh S	0	-	4560	Bulbuxya, San Miguel Panán, Suchitepéquez
031L	505	274	bmh S	10	-	574	5 Km., Santa Rita, Santa Rita, El Progreso
056L	507	517	me S	0	24.0	470	5 Kms., Región VII, Palo Amontonado, El Progreso
057L	508	360	me S	35	27.3	904	500 m., Morazán, El Progreso
058L	509	517	me S	0	24.0	470	1 Km., Tierra Blanca, Tierra Blanca, El Progreso
069L	509	517	me S	0	24.0	470	1 Km., Tierra Blanca, Tierra Blanca, El Progreso
111L	609	640	bmh S	40	24.3	2834	Las Cabezas, Oratorio, Santa Rosa
113L	611	400	bmh ST	10	-	2630	San Juan Tecuaco, Santa Rosa
114L	612	10	bmh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa
116L	612	10	bmh SC	1	25.9	1937	12 Km., Taxisco, Taxisco, Santa Rosa
127L	709	424	bs ST	17	28.1	541	Petapilla, Chiquimula, Chiquimula
137L	426	100	bh S	5	-	1860	Línea B-4 7 Km, La Máquina, Suchitepéquez

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Los suelos básicos en el área donde se ubicaron los ensayos Santa Rita, Palo Amontonado, En Moral y Tierra Nueva en el Departamento de El Progreso, tenían 0.4 a 5.1% de materia orgánica (Cuadro 2).

En el cuadro 2, se presentan los análisis de suelos correspondientes para los ensayos de *Cassia siamea* realizados en Guatemala.

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de los suelos de los experimentos realizados con *Cassia siamea* en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. meq/100 gr suelo	Mg.	K.	CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
028L	411	46	1	Fa	5.9	4.4	4.0	0.8	0.4	26.3	506	0	11	Finca Bulbuxya
028L	411	46	2	aF Fa	6.0	0.5	3.0	0.8	0.1	23.1	506	11	36	Finca Bulbuxya
028L	411	46	3	Fa	5.9	1.5	4.0	0.8	0.2	24.2	506	36	53	Finca Bulbuxya
028L	411	46	4	Fa	6.1	1.0	4.0	0.8	0.3	26.8	506	53	63	Finca Bulbuxya
028L	411	46	5	Fa	6.1	0.5	4.0	0.8	0.3	23.6	506	63	70	Finca Bulbuxya
028L	411	46	6	Fa	6.2	2.0	0.5	0.8	0.6	27.8	506	70	-	Finca Bulbuxya
031L	505	27	1	Fa	6.9	3.8	11.0	3.5	0.2	25.7	500	0	5	Santa Rita
031L	505	27	2	Fa	7.3	2.1	10.0	2.2	0.1	26.8	500	5	35	Santa Rita
031L	505	27	3	Fa	7.5	0.4	12.0	1.6	0.0	25.7	500	35	47	Santa Rita
056L	507	25	1	F	8.0	2.1	20.0	3.8	0.5	40.7	517	0	14	Palo Amontonado
056L	507	25	2	F	8.2	1.7	24.0	4.0	0.2	46.0	517	14	50	Palo Amontonado
056L	507	25	3	F	8.2	1.7	17.0	3.6	0.2	43.3	517	50	64	Palo Amontonado
056L	507	25	4	F	8.3	1.3	29.0	5.5	0.2	41.7	517	64	123	Palo Amontonado
056L	507	25	5	Fa	8.6	0.9	24.0	3.6	0.2	37.5	517	123	-	Palo Amontonado
057L	508	23	1	F	7.3	5.1	15.5	6.5	0.1	34.2	450	0	10	El Moral

continúa Cuadro 2...

Código de Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. meq/100 gr suelo			CIC	Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
057L	508	23	2	F	6.8	2.1	13.0	5.6	0.0	31.0	450	10	20	El Moral
057L	508	23	3	FL	6.7	1.3	13.5	7.2	0.1	36.4	450	20	27/41	El Moral
058L	509	24	1	FL	7.5	0.9	2.5	1.0	0.3	31.6	0	0	24	Tierra Blanca
058L	509	24	2	Fa	8.1	0.4	2.0	1.0	0.2	21.4	0	24	-	Tierra Blanca
069L	509	24	1	FL	7.5	0.9	2.5	1.0	0.3	31.6	0	0	24	Tierra Blanca
069L	509	24	2	Fa	8.1	0.4	2.0	1.0	0.2	21.4	0	24	-	Tierra Blanca
113L	611	56	1	FA	6.2	5.3	11.0	3.0	0.6	30.5	400	0	20	San Juan Tecuaco
113L	611	56	2	AL FAL	5.8	3.4	9.0	2.8	0.3	34.7	400	29	45	San Juan Tecuaco
113L	611	56	3	FA	5.6	1.9	5.5	2.2	0.3	34.1	400	45	70	San Juan Tecuaco
113L	611	56	4	A	5.5	1.5	6.0	2.6	0.1	26.3	400	70	-	San Juan Tecuaco
114L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
114L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	1	F	6.5	2.4	6.5	2.0	0.5	30.5	0	0	10	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	2	A	6.5	1.0	14.0	4.6	0.5	37.4	0	10	44	Finca Chiquiguitán
116L	612	59	3	FA	6.4	0.5	17.0	5.4	0.5	35.7	0	44	50	Finca Chiquiguitán
137L	426	61	1	F	6.4	5.5	24.0	4.1	0.7	46.0	40	0	18	La Máquina, Cuyot. Such
137L	426	61	1	A	6.4	-	13.3	3.3	0.6	31.7	40	0	16	La Máquina, Cuyot. Such
137L	426	61	2	FA	6.5	-	11.3	2.9	24.0	28.8	40	16	39	La Máquina, Cuyot. Such
137L	426	61	3	A	5.3	-	5.0	4.2	14.0	33.9	40	39	94	La Máquina, Cuyot. Such
137L	426	61	4	A	5.1	-	4.2	4.0	14.0	28.6	40	94	-	La Máquina, Cuyot. Such

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales de *Cassia siamea* en las Regiones Forestales establecidas por el Proyecto Madeleña, en Guatemala.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

El estudio comprende 12 experimentos de *Cassia siamea*, localizados en 10 sitios, los cuales van desde una altitud de 10 msnm en Taxisco, Santa Rosa, hasta 640 msnm en Oratorio, Santa Rosa.

La precipitación Media Anual (PMA), es variada; las más baja se ubica en Petapilla, Chiquimula con 541 mm y la más alta en San Miguel Panán, Suchitepéquez, con 4560 mm.

Sobrevivencia

Bajo las condiciones de sitio en donde se establecieron los ensayos, la sobrevivencia es alta, se encuentra arriba del 75% en la mayoría de los casos.

La sobrevivencia es algo baja en algunos ensayos, probablemente por las condiciones del sitio, tipo de suelo y/o manipulación de las plantas y el control de malezas, así como baja precipitación y suelos compactos, como en el caso de Palo Amontonado, Tierra Blanca y El Progreso, en San Miguel Panán, Suchitepéquez, en donde la especie fue paulatinamente muriendo en el término de un año.

Crecimiento en altura total

Es una especie de tamaño mediano, los incrementos medios anuales en altura total, muestran rangos de crecimiento clasificados como bajo (IMA menor que 1 m), medio (IMA entre 1.1 y 2 m) y alto IMA mayores de 3 m). (cuadro 3).

En las áreas con sobrevivencia del 75%, se observaron valores altos de crecimiento en Morazán, El Progreso (altitud 360 msnm, temperatura 27.3°C, precipitación de 904 mm y zona de vida monte espinoso Subtropical) en donde alcanzaron una altura promedio de 4.4 m a los 3 años de edad (Cuadro 4) y los incrementos medios anuales de crecimiento en altura total fueron de 2.3 a 2.6 m.

En San Juan Tecuaco, Santa Rosa (400 msnm en altitud, temperatura de 22 °C, 2630 mm de precipitación y zona de vida bosque muy húmedo Subtropical cálido), se presentaron buenos incrementos en altura a los 2.7 años, siendo en promedio de 6 m, una altura dominante de 7 m y un incremento medio anual en altura de 2.18 m.

Otros sitios, con crecimientos altos en altura, son La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez (altitud de 100 msnm, temperatura de 27 °C, precipitación de 1860 mm), es un ensayo de distanciamientos en donde el tratamiento 3 x 3 m, presentó un incremento medio anual de 2.13 m, altura dominante de 3.3 m y sobrevivencia del 100% a la edad de 1.5 años .

Cuadro 3. Clasificación de los rangos de incremento medio anual en diámetro cuadrático medio (IMADCM) y altura total promedio (IMAALTOT), y número de tratamientos por categoría de altura de *Cassia siamea* en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO		No. TRAT. (IMAALTOT)	
	IMAALTOT(m)	IMADCM(cm)	ABSOLUTO	RELATIVO (%)
BAJO	< 1,5	< 1,0	1	4
MEDIO	1,51 - 2,00	1,1 - 2,0	22	80
ALTO	> 2,1	> 2,1	5	16

Crecimiento en diámetro Promedio

De las 28 parcelas de *Cassia siamea*, estudiadas, los IMAs en diámetros altos (2.1 a 2.5 m) corresponden a 9 parcelas (36%); los incrementos medios (rango de 1.51 a 2 m) corresponden a 13 parcelas (52%) y los incrementos bajos (hasta 1.5 m) son de 3 parcelas (12%) de distanciamiento de 2 x 2 y 2 x 3 m. en La Máquina Suchitepéquez.

Cuadro 4. Resumen de resultados de crecimiento de *Cassia siamea* en Guatemala, en sitios y edades seleccionados.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Altura Dominante
028L	411	CREC.007	1	22	0.0	1.4	200	200	1.4
031L	505	CREC.001	13	60	0.0	0.8	200	200	1.4
056L	507	CREC.002	6	82	0.0	0.4	200	200	0.3
057L	508	CREC.007	36	88	7.1	4.4	200	200	5.5
058L	509	CREC.001	4	83	0.0	0.2	200	200	0.3
058L	509	CREC.001	11	100	0.0	0.0	200	200	-
111L	609	CREC.006	26	78	3.6	3.2	150	150	1.6
113L	611	CREC.006	33	86	6.4	6.0	200	200	7.1
114L	612	CREC.011	6	75	0.0	0.8	200	200	-
116L	612	CREC.011	6	56	0.0	0.3	100	100	0.4
137L	426	E200X200	66	75	6.8	7.3	200	200	7.1
137L	426	E200X300	66	87	7.7	7.6	200	200	8.8
137L	426	E250X250	66	92	8.6	8.4	200	200	9.4
137L	426	E300X300	66	100	9.1	7.8	200	200	7.9

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Ensayos de distanciamiento

Un ensayo de distanciamientos fue establecido en La Máquina, Suchitepéquez a 100 msnm, temperatura media anual de 27°C y precipitación de 1860 mm anuales, zona de vida corresponde a bosque húmedo subtropical y suelos arcillosos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tratamientos probados en un ensayo de distanciamientos de *Cassia siamea Lam* En La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez.

TRATAMIENTOS	IMA EN ALTURA	IMA EN DIAMETRO
2.0 x 2.0 m	1.86 m	1.60 cm
2.5 x 2.5 m	1.82 m	1.80 cm
2.0 x 3.0 m	2.00 m	1.67 cm
3.0 x 3.0 m	2.13 m	2.20 cm

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

El tratamiento que mejores resultados presentó fue de 3 x 3 m, donde los mejores incrementos medios anuales en alturas, fueron de 2.13 m, en altura y 2.20 cm de diámetro a los 1.5 años de edad (Cuadro 5).

Posteriormente, a los 2.4 años bajaron los incrementos medios anuales en altura (1.9 m/año) y el diámetro se consideró como alto (2.44 cm).

Limitaciones para el Crecimiento

En las áreas experimentadas, algunas parcelas presentaron una mortalidad del 100% al año de ser plantadas. Estas áreas son Palo Amontonado y Tierra Blanca en el Departamento de El Progreso, en donde la precipitación es muy baja y los suelos son compactos.

OTRAS EXPERIENCIAS

Esta especie es plantada en Gualán, Zacapa a la orilla de la cinta asfáltica como árbol ornamental. Anualmente el banco de semillas (BANSEFOR) de la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS), envía personal a este lugar para recolectar semilla.

CONCLUSIONES

- En el oriente de Guatemala, esta especie se ha utilizado como árbol ornamental, en las entradas principales de algunos municipios y como leña.
- En Guatemala, existe poca información sobre densidades de plantación, control de malezas, fertilización, manejo de rebrotes, comercialización y estudios sobre el potencial silvicultural, económico y ambiental de *Cassia siamea*, por lo que es interesante experimentar e investigar más sobre esta especie en relación a estos aspectos.

BIBLIOGRAFIA

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- Informe Técnico No. 86 Turrialba, Costa Rica pp 75-78.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 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.

DIRECCION GENERAL DE BOSQUES Y VIDA SILVESTRE. 1993. Manual de Diseño, Manejo y Mantenimiento de viveros Forestales. Proyecto Agroforestal AECI-DIGEBOS Guatemala, Guatemala. 34 p.

ANEXO



Cuadro A1. Resultados de crecimiento en promedios por tratamientos de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala, con *Cassia siamea*. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
057L	508	CREC.007	12	200	200	99	0,0	2,6	2,9	2,60	-
057L	508	CREC.007	21	200	200	99	4,0	4,0	4,7	2,29	2,29
113L	611	CREC.006	33	200	200	86	6,4	6,0	7,1	2,18	2,33
137L	426	E300X300	18	200	200	100	3,3	3,2	3,3	2,13	2,20
113L	611	CREC.006	23	200	200	92	4,3	4,0	5,1	2,09	2,24
137L	426	E200X300	18	200	200	89	2,5	3,0	4,4	2,00	1,67
137L	426	E250X250	18	200	200	94	2,7	2,9	3,6	1,93	1,80
137L	426	E300X300	29	200	200	100	5,9	4,6	4,7	1,90	2,44
137L	426	E200X200	18	200	200	79	2,4	2,8	3,4	1,87	1,60
137L	426	E200X300	29	200	200	88	4,9	4,5	5,8	1,86	2,03
137L	426	E250X250	29	200	200	94	5,1	4,4	4,7	1,82	2,11
137L	426	E200X200	29	200	200	75	4,4	4,2	4,8	1,74	1,82
137L	426	E250X250	42	200	200	93	6,5	5,7	7,1	1,63	1,86
137L	426	E300X300	42	200	200	100	7,1	5,7	5,9	1,63	2,03
137L	426	E250X250	54	200	200	92	7,6	7,2	8,3	1,60	1,69
137L	426	E250X250	66	200	200	92	8,6	8,4	9,4	1,53	1,56
137L	426	E200X300	42	200	200	88	5,9	5,3	7,0	1,51	1,69
137L	426	E300X300	54	200	200	100	8,2	6,8	7,0	1,51	1,82
111L	609	CREC.006	26	150	150	78	3,6	3,2	1,6	1,48	1,66
057L	508	CREC.007	36	200	200	88	7,1	4,4	5,5	1,47	2,37
137L	426	E200X300	54	200	200	87	6,9	6,6	7,6	1,47	1,53
137L	426	E200X200	42	200	200	75	5,4	5,0	5,1	1,43	1,54
137L	426	E300X300	66	200	200	100	9,1	7,8	7,9	1,42	1,65
137L	426	E200X300	66	200	200	87	7,7	7,6	8,8	1,38	1,40
137L	426	E200X200	54	200	200	75	6,1	6,1	5,7	1,36	1,36
137L	426	E200X200	66	200	200	75	6,8	7,3	7,1	1,33	1,24
111L	609	CREC.006	13	150	150	89	0,0	1,2	0,6	1,11	-
031L	505	CREC.001	13	200	200	60	0,0	0,8	1,4	0,74	-
114L	612	CREC.011	6	200	200	75	0,0	0,8	-	-	-
116L	612	CREC.011	2	100	100	56	0,0	0,3	0,5	-	-
116L	612	CREC.011	6	100	100	56	0,0	0,3	0,4	-	-
127L	709	CREC.003	6	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
137L	426	E200X200	9	200	200	82	0,0	0,5	0,4	-	-
137L	426	E200X300	9	200	200	92	0,0	0,6	1,2	-	-
137L	426	E250X250	9	200	200	99	0,0	0,6	1,7	-	-
137L	426	E300X300	9	200	200	100	0,0	0,6	1,0	-	-
111L	609	CREC.006	3	150	150	95	0,0	0,5	0,4	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
111L	609	CREC.006	10	150	150	92	0,0	0,9	0,4	-	-
111L	609	CREC.006	6	150	150	97	0,0	0,9	0,4	-	-
058L	509	CREC.001	4	200	200	83	0,0	0,2	0,3	-	-
058L	509	CREC.001	2	200	200	94	0,0	0,2	0,3	-	-
058L	509	CREC.001	1	200	200	99	0,0	0,2	0,2	-	-
057L	508	CREC.007	5	200	200	99	0,0	1,7	2,1	-	-
057L	508	CREC.007	3	200	200	99	0,0	0,8	1,1	-	-
057L	508	CREC.007	1	200	200	100	0,0	0,2	0,3	-	-
056L	507	CREC.002	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
056L	507	CREC.002	6	200	200	82	0,0	0,4	0,3	-	-
056L	507	CREC.002	3	200	200	82	0,0	0,3	0,3	-	-
113L	611	CREC.006	3	200	200	100	0,0	0,5	0,9	-	-
056L	507	CREC.002	1	200	200	93	0,0	0,2	0,2	-	-
113L	611	CREC.006	8	200	200	95	0,0	0,9	1,5	-	-
031L	505	CREC.001	3	200	200	88	0,0	0,3	0,5	-	-
069L	509	CREC.001	3	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
058L	509	CREC.001	11	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
028L	411	CREC.007	1	200	200	22	0,0	1,4	1,4	-	-
114L	612	CREC.011	2	200	200	59	0,0	0,5	0,3	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Prueba de distanciamiento del experimento No. 137 (83-03) de *Cassia siamea* de 7 años de edad el tocón y dos años de edad los rebrotes, en la línea B-4 Parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez, Guatemala.

ESPECIES CON POTENCIAL

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre Científico	<i>Calliandra calothyrsus</i> Meissn.
Sinónimos	<i>Calliandra confusa</i> Sprague & Riley, <i>Calliandra similis</i> Sprague & Riley.
Nombres comunes	Caliandra, cabello de ángel, canilla, carboncillo, pelo de ángel, xalip (nombre indígena utilizado en Guatemala).
Familia	<i>Mimosaceae</i>

Origen y distribución

Es nativa del área entre el sur de México hasta el norte de América del Sur (8° - 16° N aproximadamente), en zonas húmedas. Se introdujo en Indonesia con semillas provenientes de Guatemala probablemente de la zona del municipio de Patulul. En Guatemala, se localiza en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical (bmh-S) en la faja cafetalera de la bocacosta o piemonte.

Descripción de la especie

En condiciones naturales esta especie puede alcanzar hasta 12 m de altura y 20 cm de diámetro. En plantaciones desarrolla varios ejes que nacen en la base y generalmente se cosecha cuando los ejes alcanzan una altura entre 5 y 6 m y 4 a 7 cm de diámetro basal. Árboles producidos con semilla proveniente de Indonesia (ex Guatemala) son generalmente menos ramificados y de porte ligeramente mayor, que los de algunas procedencias de Costa Rica.

En suelos sueltos, de textura liviana desarrolla un sistema radicular profundo, mientras que en suelos pesados o con impedimentos, desarrolla raíces superficiales. Tiene corteza lenticelada de color pardo negruzca, hojas bipinadas semicaducifolias. La intensidad de pérdida de hojas depende de la duración de la estación seca. Posee inflorescencias terminales de color rojo púrpura, vainas de 8 a 11 cm de longitud que contienen hasta 15 semillas aplastadas y elípticas de color café oscuro. El número de semillas por kilogramo es aproximadamente de 20 000 (CATIE, 1986).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES**Temperatura**

En el área de distribución natural la temperatura promedio anual varía entre 17 °C y 25 °C y las temperaturas mínimas y máximas promedio son aproximadamente 12 °C y 30 °C respectivamente. En América Central se le ha plantado en sitios con temperaturas promedio superiores a 20 °C.

Precipitación

Crece en forma natural en zonas con precipitación superior a 1200 mm, con mayor ocurrencia entre 1500 y 3000 mm y menos de cuatro meses de déficit hídrico. En América Central se le ha plantado en áreas con precipitación entre 1300 y 2700 mm y hasta seis meses con déficit hídrico. En las zonas con más de cuatro meses de sequía se presenta defoliación total y muerte descendente, al final de la época seca, con recuperación al iniciarse las lluvias.

Elevación

La especie se ha encontrado en forma natural entre los 400 y los 1600 msnm, aunque las mayores poblaciones se localizan entre 600 y 1300 msnm. En plantaciones, los crecimientos mayores se han presentado en zonas arriba de 300 msnm.

Suelos

La especie prefiere suelos de textura liviana y poca acidez, bien drenados. En general crece en forma natural en suelos de origen volcánico (Andepts), aunque también se le encuentra en Ultisoles y aún Vertisoles. Soporta suelos pobres, ácidos (pH 5) y contenidos altos de aluminio y arcilla.

Factores limitantes

Como la mayoría de las especies forestales, el crecimiento se ve limitado por suelos compactados y fracasa en suelos mal drenados. Requiere control de malezas, mientras cierra las copas. En sitios con cinco o más meses con déficit hídrico, se presenta la muerte descendente al final de la época seca.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Es una especie de porte pequeño y alto rendimiento, con muy buena capacidad de rebrote que en suelos con buena fertilidad natural, no inundables, permite cosechas anuales o bianuales hasta por 15 ó 20 años. Por la forma de crecimiento y régimen de cosecha es adecuado sobre todo para el asocio con cultivos agrícolas. Ha sido plantada en gran escala, para la producción de leña en Indonesia.

Leña

Produce leña de pequeñas dimensiones que seca en pocos días y es de fácil rajado y almacenamiento. No presenta problemas con producción de chispas, olores o humo, aunque quema relativamente rápido, especialmente si se emplea madera joven. El poder calorífico es aproximadamente de (4490 Kcal/Kg) y el contenido de cenizas bajo (aproximadamente 0,8%). Produce carbón de buena calidad.

Madera de uso comercial y familiar

Aunque la madera es moderadamente pesada (aproximadamente 0,55 g/cm³), las dimensiones pequeñas de los fustes no permiten su utilización en usos comerciales. La producción de una gran cantidad de ejes permite la obtención de varas para sostén de hortalizas.

Otros usos

La especie es apropiada para controlar la erosión y mejorar los suelos debido a que posee un sistema radicular extenso y profundo, capacidad para fijar nitrógeno y un crecimiento rápido, con producción abundante de follaje que cae al suelo mejorando sus características.

Se utiliza en sistemas agroforestales y se ha plantado en asocio con plantaciones de café, como sombra para el mismo. También se ha plantado asociada con cultivos anuales. En Indonesia se ha utilizado el follaje para alimentación de ganado, ovejas, cabras y gallinas. Contiene 22 % de proteína cruda en las hojas, sin componentes tóxicos, aunque una desventaja es la baja digestibilidad por el contenido alto de taninos.

Florece abundantemente durante un período prolongado y las flores son ricas en néctar y polen.

SILVICULTURA

Regeneración natural

La regeneración es abundante, tanto en rodales naturales, como en plantaciones cuando la semilla cae en el suelo libre de competencia de malezas. Acepta sombra parcial en las primeras etapas de crecimiento. En algunas áreas de Costa Rica, se utilizan brinzales de regeneración natural para la obtención de material para plantación.

Recolección de semillas

La floración ocurre desde el primer año de edad. En América Central la floración aparece generalmente entre agosto y enero y es más intensa a finales del período de lluvias e inicio de la época seca (septiembre a diciembre). La producción de semillas ocurre durante la estación seca, de noviembre a marzo con ligeras variaciones entre países. En Guatemala, la producción de semilla ocurre entre finales de noviembre y principios de enero. La vainas deben colectarse cuando están cambiando de color verde a café claro para luego secarse al sol por unos dos o tres días, cuando se presenta la dehiscencia y es fácil separar las semillas (CATIE, 1986)

Producción en vivero

Las plántulas pueden producirse en bolsa, como pseudoestacas o en bancales para producción de planta a raíz desnuda o plantas completas con bolsa de tierra. La semilla fresca tiene un porcentaje alto de germinación (más del 90%) y es recomendable sumergirla en agua a temperatura ambiente por 24 horas. También se puede sumergir en agua caliente (80°C) y dejar enfriar a temperatura ambiente por 24 horas. Con estos métodos se obtiene entre 70 y 80 por ciento de germinación. Cuando se coloca la semilla directamente en las bolsas o en los bancales, es recomendable sembrar dos semillas por bolsa, con repique posterior cuando se produce más de una planta.

En vivero se presenta nodulación espontánea, por lo que no es necesaria la inoculación de *Rhizobium*. Se puede reducir el tiempo de producción en vivero y aumentar la uniformidad de las plántulas mezclando al sustrato dos o tres gramos por planta de N-P-K (20-30-10 ó 12-24-12). El mismo tiempo requerido para obtener material listo para la plantación (30 a 40 cm) es aproximadamente 12 semanas cuando se produce en bolsas o a raíz desnuda. Este tipo de planta es aconsejable para plantaciones puras, en líneas o franjas en sitios libres de malezas.

Plántulas para producción de pseudoestacas requieren aproximadamente 16 a 20 semanas de vivero. Las pseudoestacas pueden tener hasta un máximo de 30 cm de tallo y 20 cm de raíz. Este tipo de material es aconsejable cuando se planta intercalado con otros árboles o cultivos, cuando se planta en terrenos con malezas o en la reforestación de laderas o riberas de ríos y canales.

Siembra directa en el campo

En América Central no existe experiencias con esta forma de producción.

Plantación

Aunque no crece bien en terrenos compactados por sobrepastoreo, el valor bajo del producto no permite una preparación intensiva del suelo, por lo tanto es necesario seleccionar bien los sitios, limpiar las malezas antes de la plantación y hasta cuando cierran las copas, lo cual se puede conseguir en pocos meses cuando se planta en buenos suelos y con densidades altas (5000 o más árboles/ha).

El espaciamiento utilizado en plantaciones para producción de leña ha variado, desde 2,0 x 2,0 m hasta 1,0 x 1,0 m con combinaciones entre estos extremos. La experiencia indica que el mejor distanciamiento es 2,0 x 1,0. Como sombra para café se ha plantado desde 3,0 x 3,0 hasta 5,0 x 5,0 m, puede plantarse en franjas o líneas asociadas con cultivos anuales (CATIE 1986).

Crecimiento y manejo

Fertilización: no se tiene experiencias sobre prácticas de fertilización. Aparentemente no es necesaria aún en sitios pobres, si los suelos son bien drenados y libre de malezas.

Podas y raleos: en plantaciones para producción de leña no es necesaria ninguna de estas prácticas. Cuando se planta para sombra de cafetales es conveniente realizar una poda a una altura de 1,0 a 1,5 m aproximadamente tres meses antes de finalizar las lluvias, para promover la presencia de rebrotes y follaje durante la época seca.

Crecimiento: *C. calothyrsus* fue plantada en diferentes sitios de América Central para conocer su crecimiento, en general el mejor crecimiento se presentó en sitios de baja a mediana altitud (menos de 800 msnm) y menos de seis meses con déficit hídrico. En sitios con más de 800 msnm el crecimiento fue menor. La sobrevivencia fue variable y estuvo relacionada con las condiciones específicas de cada sitio. En sitios muy húmedos y con problemas de drenaje la sobrevivencia fue baja. En sitios secos o demasiado húmedos se ha observado muerte general a partir del segundo año.

En el parcelamiento La Máquina, se realizó un ensayo de seis especies leguminosas *Caesalpinia velutina*, *Calliandra calothyrsus*, *Dalbergia sissoo*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Sesbania grandiflora*; el sitio donde fueron establecidas fue en la línea B-12, parcela B-505, con una elevación de 50 msnm y en la zona de vida bosque húmedo Subtropical cálido (bh-Sc), es importante hacer notar, que esta zona de vida se encuentra en la transición con la zona de vida bosque seco Subtropical (bs-Sc).

Los resultados mostraron que *Sesbania grandiflora* murió a los seis meses de edad, y *Calliandra calothyrsus*, aunque en la época inicial de crecimiento (seis meses de plantada en el campo), compitió con *Leucaena leucocephala* y *Dalbergia sissoo* en crecimiento de altura. Sin embargo, al transcurrir el tiempo (pasados los dos años) *C. calothyrsus* comenzó a morir debido a que estaba fuera de su hábitat (poca elevación sobre el nivel del mar y seis meses de sequía, suelo vertisol) (Zanotti 1983, Zanotti *et al* 1990).

La producción de leña y biomasa total es variable, según los sitios y la densidad de plantación. Varía entre 3,3 Tm/ha/año en plantaciones de 2,5 años y 2500 árboles/ha y 12,8 Tm/ha/año en plantaciones de dos años y 5000 árboles/ha. En general debido a las características de la especie es necesario realizar el primer aprovechamiento entre los 12 y 24 meses cuando los árboles tengan un diámetro basal de por lo menos 5 cm y altura promedio de 5-6 m.

Rebrotes: experiencias preliminares con *C. calothyrsus* procedencia de Indonesia y plantada en la Libertad, Hojanca, Costa Rica, indican que la producción de leña se incrementa cuando se inicia la cosecha de los rebrotes. Sin embargo, la sobrevivencia de los tocones disminuye con el transcurso del tiempo, aunque esto no incide significativamente en la producción de biomasa. El número promedio de rebrotes disminuye con la edad de los tocones, aunque en promedio hay más de tres ejes por tocón. La producción de leña y biomasa total proveniente de los rebrotes es mayor que la producida por la plantación original. En términos de productividad por hectárea y año, la primera rotación de rebrotes duplicó la producción de la plantación original mientras que las rotaciones de rebrotes fueron un poco mayores en cuanto a productividad de la plantación original 8,7 Tm/ha/año; la rotación de rebrotes de 14 meses 17,4 Tm/ha/año; rotación de rebrotes de 19 meses 8,9 Tm/ha/año y rotación de rebrotes de 24 meses 10,9 Tm/ha/año. Las diferencias en productividad pueden explicarse parcialmente, por diferencias entre los sitios y en el caso de 19 meses, a que sólo abarca una estación de lluvias. Bajo estas condiciones no parece necesaria la selección de rebrotes, teniendo en cuenta el costo de esta operación y que en general se va a obtener leña de dimensiones pequeñas. Los resultados también parecen sugerir la necesidad de usar rotaciones cortas posiblemente anuales o, dependiendo del tamaño del producto deseado, de mayor duración, para asegurar la sobrevivencia de los tocones por un período prolongado.

La abundante producción de hojarasca producida por esta especie y adicionada al mantillo permite pensar en la posibilidad de realizar cultivos agrícolas de turno corto (maíz, frijol u otros) inmediatamente después de la cosecha

de los rebrotes, intercalándolos dentro de la plantación aprovechando las adiciones de nitrógeno producidas por la hojarasca y contribuyendo al mismo tiempo al control de malezas.

Procedencias: experiencias realizadas en Costa Rica y Guatemala indican diferencias de producción de leña y biomasa total entre procedencias. Los resultados de estas experiencias permitieron establecer que las procedencias de Hojancha, Costa Rica (ex Indonesia, ex Guatemala) y Salitales, Costa Rica, obtuvieron las mayores productividades en los sitios más adecuados para la producción de *C. calothyrsus*. La procedencia de Birrí presentó buena productividad en Hojancha, y fue superior a las procedencias de Hojancha y Tejar en el sitio La Máquina, mientras que en Turrialba, presentó mal desarrollo. Es notorio que en Hojancha y La Máquina, hay una estación seca marcada de cinco o más meses mientras que en Turrialba sólo hay un mes con déficit hídrico. En este último sitio la productividad fue notablemente superior que en los otros dos. En Puriscal (zona a 1230 msnm) el crecimiento al cabo de once meses fue muy bajo.

En Guatemala, se probaron seis especies-procedencias del género *Calliandra*. El ensayo se estableció en marzo de 1983, en la finca La Campana, del municipio de San José El Idolo, departamento de Suchitepéquez, la finca está ubicada dentro de la zona de vida bosque muy húmedo Subtropical cálido (bmh-Sc), a una altitud de 242 msnm y con una precipitación de 3722 mm, con tres meses de relativa sequía. Los suelos son profundos, planos y de origen volcánico.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones; se plantaron 25 árboles por unidad experimental y se utilizó un espaciamiento de plantación de 1,5 x 1,5 m, con plántulas producidas en bolsa en el vivero Palo Gordo, localizado a cuatro kilómetros del sitio de plantación. El cuadro 1, muestra las seis especies-procedencias del género *Calliandra*, probadas en la costa Sur de Guatemala.

Cuadro 1 Nombres científicos y procedencias de seis especies del género *Calliandra*, probadas en la costa Sur de Guatemala.

NOMBRE TECNICO	PROCEDENCIAS	BLSF*
<i>Calliandra calothyrsus</i> Meiss	Birrí, Heredia, Costa Rica	1361
<i>Calliandra houstoniana</i> (Briton & Rose) Standley	San Luis, Jalapa, Guatemala	1571
<i>Calliandra calothyrsus</i> Meissn	Tejar, Cartago, Costa Rica	1468
<i>Calliandra</i> sp.	Sanarate, El Progreso, Guatemala	1573
<i>Calliandra calothyrsus</i> Meiss	Hojancha, Guanacaste, Costa Rica	1472
<i>Calliandra houstoniana</i> (Britton & Rose) Standley	San Raymundo, Guatemala	1572

* Banco Latinoamericano de Semillas Forestales

FUENTE: Oliva, E, *et al* 1989.

De este ensayo se pudo concluir que la procedencia Hojancha, de la especie *Calliandra calothyrsus*, fue superior en todos los aspectos (sobrevivencia, diámetro basal y altura), a las demás procedencias-especies probadas (Oliva, 1989)

Factores limitantes

Como en la mayoría de las especies forestales, el crecimiento se ve limitado por suelos compactados y fracasa en suelos mal drenados. Requiere control de malezas mientras cierra copas. En sitios con cinco o más meses con déficit hídrico, se presenta muerte descendente al final de la época seca.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

La investigación de *Calliandra calothyrsus* en Guatemala, fue relativamente escasa, se plantó en ocho sitios diferentes (Cuadro 2) y se muestra en la figura 1. Los ensayos principalmente consistieron en pruebas de adaptación, crecimiento y procedencias, y árboles asociados con cultivos.

Clima

Los ensayos se establecieron en sitios con climas variados, con el propósito de conocer el comportamiento de la especie. Las altitudes variaron desde 46 msnm en el Centro Uno del parcelamiento La Máquina, Suchitepéquez, hasta los 1450 msnm en el municipio de Villa Nueva, Guatemala. Las zonas de vida en donde se probó la especie fueron bosque húmedo Subtropical cálido (bh-Sc), bosque muy húmedo Subtropical cálido (bh-Sc) y monte espinoso Subtropical (me-S). La temperatura media anual oscila entre los 21°C, en el municipio de Villa Nueva y 25.5°C en la Granja Penal de Escuintla. La precipitación media anual varió desde 470 mm en la aldea Palo Amontonado en el municipio de El Progreso, Guastatoya, hasta 4560 mm en la finca Bulbuxyá, municipio de San Miguel Panán Suchitepéquez. El Cuadro 2, presenta los sitios y climas en donde fue probada *C. calothyrsus*.

Cuadro 2. Sitios y climas de los experimentos realizados con *Calliandra calothyrsus* en Guatemala.

Código De Experimento	No. de Sitio	Altitud msnm	Zona de Vida	Pend. %	Temp. Med. Anual °C	Precip. Pluv. Med. Anual mm	Ubicación
021L	407	347	bmh S	2	25.5	2654	Granja Penal, Escuintla ✓
022L	408	100	bh ST	10	-	1860	La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez ✓
028L	411	506	bmh S	0	-	4560	Bulbuxya, San Miguel Panan, Suchitepéquez ✓
029L	412	242	bmh ST	0	-	3722	5 Km., San Antonio, Palo Gordo, Palofox, Suchitepéquez ✓
056L	507	517	me S	0	24.0	470	5 Km., Región VII, Palo Amontonado, El Progreso ✓
078L	506	1450	bh S	5	21.0	1128	4 Km., Villa Nueva, Guatemala ✓
079L	420	46	bh S	0	-	1860	11 Km., Zona Desarr. Agrario, La Máquina, Centro Urb. I, Retalhuleu ✓
083L	421	242	bmh S	0	-	3722	3 Km., Palo Gordo, Las Campanas, San Antonio, Suchitepéquez ✓

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

Suelos

Los suelos donde se establecieron los experimentos presentaban diferentes texturas desde franco, franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso, hasta franco-arenoso, predominando los suelos arcillosos y franco-arcillosos; la profundidad de los suelos en la mayoría de sitios estaban entre los límites de profundos a muy profundos, a excepción de los suelos de la aldea Palo Amontonado, del municipio de El Progreso, Guastatoya.



Figura 1. Ubicación de los sitios experimentales de *Calliandra calothyrsus* en las Regiones Forestales del Proyecto Madeleña en Guatemala.

Cuadro 3

Propiedades físicas y químicas de los suelos de los sitios en donde fueron establecidos los experimentos de *Calliandra calothyrsus* en Guatemala.

Código de Experimento	No. de Sitio	No. de Perfil	No. de Horiz.	Text	pH	Mat. Org. %	Ca. Mg. K. CIC				Alt. msnm	Prof. Sup. (cm)	Prof. Inf. (cm)	Ubicación
							mea/100 gr suelo							
021L	407	16	1	F	6.1	5.9	10.0	2.8	0.4	34.8	347	0	16	Granja Penal Canadá
021L	407	16	2	FA	6.2	3.0	8.5	2.4	0.2	30.5	347	16	29	Granja Penal Canadá
021L	407	16	3	A	6.4	2.1	7.0	2.2	0.2	31.6	347	29	44	Granja Penal Canadá
021L	407	16	4	A	6.5	1.3	6.0	2.2	0.2	31.0	347	44	60	Granja Penal Canadá
021L	407	16	5	A	6.6	0.9	6.0	2.8	0.2	25.7	347	60	-	Granja Penal Canadá
022L	408	2	1	FA FAL	6.8	3.7	19.0	4.2	2.1	30.0	50	0	9	La Máquina
022L	408	2	2	FA FAL	6.7	2.3	19.5	3.7	1.1	26.8	50	9	27	La Máquina
022L	408	2	3	AL	7.0	1.4	19.0	3.8	1.0	25.5	50	27	41	La Máquina
022L	408	2	4	A	7.0	0.9	16.5	3.9	1.1	26.8	50	41	65	La Máquina
022L	408	2	5	FA	7.1	0.5	14.5	4.1	1.0	25.2	50	65	-	La Máquina
028L	411	46	1	Fa	5.9	4.4	4.0	0.8	0.4	26.3	506	0	11	Finca Bulbuxya
028L	411	46	2	aF Fa	6.0	0.5	3.0	0.8	0.1	23.1	506	11	36	Finca Bulbuxya
028L	411	46	3	Fa	5.9	1.5	4.0	0.8	0.2	24.2	506	36	53	Finca Bulbuxya
028L	411	46	4	Fa	6.1	1.0	4.0	0.8	0.3	26.8	506	53	63	Finca Bulbuxya
028L	411	46	5	Fa	6.1	0.5	4.0	0.8	0.3	23.6	506	63	70	Finca Bulbuxya
028L	411	46	6	Fa	6.2	2.0	0.5	0.8	0.6	27.8	506	70	-	Finca Bulbuxya
056L	507	25	1	F	8.0	2.1	20.0	3.8	0.5	40.7	517	0	14	Palo Amontonado
056L	507	25	2	F	8.2	1.7	24.0	4.0	0.2	46.0	517	14	50	Palo Amontonado
056L	507	25	3	F	8.2	1.7	17.0	3.6	0.2	43.3	517	50	64	Palo Amontonado
056L	507	25	4	F	8.3	1.3	29.0	5.5	0.2	41.7	517	64	123	Palo Amontonado
056L	507	25	5	Fa	8.6	0.9	24.0	3.6	0.2	37.5	517	123	-	Palo Amontonado
078L	506	51	1	Fa	6.4	3.4	7.0	2.4	1.0	31.0	1430	0	12	Bárceñas
078L	506	51	2	F	6.4	2.9	9.0	2.8	0.7	28.4	1430	12	23	Bárceñas
078L	506	51	3	F	6.6	2.9	10.5	2.9	0.9	35.2	1430	23	47	Bárceñas
078L	506	51	4	FA	6.6	1.0	10.0	3.2	0.5	34.7	1430	47	71	Bárceñas
078L	506	51	5	FA	6.6	1.5	12.0	4.3	0.7	44.6	1430	71	93	Bárceñas
078L	506	51	6	F	6.7	1.0	10.5	3.8	0.7	45.7	1430	93	-	Bárceñas
079L	420	14	1	F FA	6.5	4.0	16.0	4.7	0.2	34.2	50	0	23	La Máquina
079L	420	14	2	FA	6.8	2.2	21.5	8.4	0.1	32.6	50	23	43	La Máquina
079L	420	14	3	A	6.5	1.8	19.0	9.5	0.1	36.4	50	43	81	La Máquina
079L	420	14	4	A	6.5	1.3	13.5	8.4	0.0	27.8	50	81	97	La Máquina
079L	420	14	5	A	6.5	0.5	13.5	9.7	0.1	29.4	50	97	112	La Máquina
079L	420	14	6	A	6.5	0.5	14.0	10.1	0.1	28.9	50	112	-	La Máquina

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.

El pH oscila entre 5,9 y 8,6 predominando los suelos de neutros a ligeramente ácidos en la mayoría de los sitios. Los niveles de los nutrientes determinados (Ca, Mg y K) en todos los sitios en donde fue plantada *Calliandra*, tenían un nivel adecuado.

El contenido de materia orgánica en todos los sitios estaba en un nivel arriba del 3% en los horizontes superiores, considerado aceptable para plantaciones forestales. El Cuadro 3, muestra en detalle las propiedades físicas y químicas de los suelos de los sitios en donde fueron establecidos los experimentos con *Calliandra calothyrsus*, en Guatemala.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

A continuación, se presentan los resultados de crecimiento de los experimentos de *Calliandra*, que se establecieron en Guatemala, éstos son supervivencia, crecimiento en diámetro y altura total y los incrementos en diámetro y altura total.

Sobrevivencia

Como se indica en párrafos anteriores, *Calliandra*, no es una especie maderable, con hábito de crecer con muchos ejes, por lo que en poco tiempo llega a obtener su máximo IMADCM. Es una especie a la que si no se le eliminan las malezas a tiempo, puede morir fácilmente y es muy susceptible a las condiciones climáticas y de suelos.

La supervivencia, catalogada como excelente (92%), se observó en el experimento No. 079L, localizado en el Parcelamiento La Máquina, a los 12 meses de edad. La supervivencia alta se observó en los demás experimentos que la mayoría de ellos, no habían cumplido los 24 meses de edad, parece ser que la competencia entre las malezas y la especie misma provoca la muerte de ésta. En los sitios en donde estaba fuera de su hábitat, presentó una supervivencia alta pero un crecimiento en diámetro y altura deficiente.

Crecimiento en altura

Esta especie no llega a crecer más de 10 m en condiciones ideales de clima y suelos. La mayor altura presentada por esta especie es 4,6 m en promedio a los 18 meses, en el experimento No. 021L, establecido en la Granja Penal, Escuintla. El menor crecimiento en altura (1 m a los 6 meses de edad, luego comenzó a morir) se obtuvo en el experimento 056L establecido en la aldea Palo Amontonado, El Progreso, en este sitio las condiciones climáticas y de suelos son adversas para *Calliandra*.

Crecimiento en diámetro

El mayor crecimiento en diámetro promedio 7 cm, también se obtuvo a los 18 meses, en el experimento 021L en la Granja Penal, Escuintla. Los diámetros menores se observaron en los experimentos 079L y 078L de Palo Amontonado, El Progreso y Barcena, Villanueva, respectivamente.

Incremento en diámetro y altura total

El mayor incremento medio anual en diámetro (IMADCM) 4,66 cm/año (categorizado como alto) fue obtenido a los dieciocho meses de edad, en el experimento No. 021L, en la Granja Penal de Escuintla, los menores incrementos fueron observados en los experimentos establecidos en Palo Amontonado y Barcena.

El mayor incremento medio anual en altura total (IMAALTOT), 3,06 m/año (categorizado como alto) fue observado en el sitio No. 021L, en la Granja Penal, Escuintla; y los menores IMAALTOT, se observaron en los

experimentos de Palo Amontonado y Barcena. El Cuadro 4, muestra las categorías y rango de los incrementos medios anuales del diámetro y la altura total.

Cuadro 4. Clasificación de las categorías y los rangos de los incrementos en diámetro (IMADCM) y altura total (IMAALTOT), de *Calliandra calothyrsus*, en Guatemala.

CATEGORIA	RANGO IMAALTOT (m)	RANGO IMADCM (cm)
BAJO	< 1,5	< 2,0
MEDIO	1,5 - 2,5	2,0 - 3,5
ALTO	> 2,5	> 3,5

CONCLUSIONES

- Con base en la revisión de literatura y el análisis realizado sobre los experimentos realizados con *Calliandra* en Guatemala, se pueden sacar la siguientes conclusiones
- *Calliandra calothyrsus*, es una especie que a pesar de ser una de las mejores especies de Guatemala, no se le ha dado la importancia que merece.
- Esta especie es muy susceptible y tiende a morir, cuando se planta en sitios en donde las condiciones climáticas y edáficas son adversas.
- La especie se desarrolla perfectamente cuando es plantada en suelos sueltos, arriba de los 200 msnm, temperaturas medias mayores que 22°C, precipitación pluvial mayor a los 2500 mm y como máximo, cinco meses de sequía.

RECOMENDACIONES

- Se debe de continuar con la investigación de procedencias locales de esta especie, para conocer mejor su potencial y no perder el germoplasma local.

ANEXO

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. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 65-73 pp.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Base de datos sistema MIRA, subsistema CONS. Información almacenada del experimento 142 (86-8). Guatemala. Proyecto MADELEÑA DIGEBOS/CATIE. GUATEMALA.
- OLIVA, E.; MARTINEZ, H.; FIGUEROA, C., 1989. Análisis del comportamiento de seis especies-procedencia del género *Calliandra* en la costa Sur de Guatemala. Informe interno de Silvicultura. proyecto MADELEÑA, CATIE/ROCAP. GUATEMALA. 13 p.
- UGALDE A., L. 1993. Manejo y Análisis de la Información Forestal con el programa SYSTAT. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. Proyecto MADELEÑA-3. Manual Técnico. 51 p.
- ZANOTTI, J. R. 1983. Ensayo de seis especies leguminosas forestales para la producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 72 p.
- ZANOTTI, J. R. *et al.* 1990. Comportamiento de seis especies forestales con potencial para la producción de leña en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Informe interno. DIGEBOS-CATIE. Guatemala. 14 p.

Cuadro A1. Resultados de crecimiento en promedios por tratamientos de los experimentos realizados por el Proyecto MADELEÑA en Guatemala, con *Calliandra calothyrsus*. Datos ordenados respecto al IMA en Altura Total.

Código de Experimento	No. de Sitio	Código De Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
021L	407	CREC.001	18	200	200	64	7,0	4,6	5,7	3,07	4,67
021L	407	CREC.001	11	200	200	68	3,5	2,7	3,6	2,95	3,82
021L	407	CREC.002	11	200	200	84	2,6	2,5	3,4	2,73	2,84
021L	407	CREC.002	18	200	200	80	5,4	4,0	4,9	2,67	3,60
021L	407	CREC.002	21	200	200	100	5,1	4,2	4,7	2,40	2,91
079L	420	1469.001	12	150	150	96	2,3	2,3	2,8	2,30	2,30
022L	408	CREC.002	17	200	200	59	4,0	3,1	4,6	2,19	2,82
079L	420	1468.003	12	150	150	85	1,9	2,1	2,7	2,10	1,90
029L	412	CREC.002	12	200	200	32	0,0	2,0	2,2	2,00	-
079L	420	1472.006	12	150	150	96	1,7	2,0	2,2	2,00	1,70
022L	408	CREC.002	24	200	200	88	4,7	3,6	4,5	1,80	2,35
022L	408	CREC.002	12	200	200	68	1,8	1,8	3,0	1,80	1,80
083L	421	1472.006	33	150	150	71	7,4	3,3	5,8	1,20	2,69
083L	421	1468.003	33	150	150	61	5,0	2,7	3,0	0,98	1,82
083L	421	1469.001	33	150	150	44	4,9	2,6	3,0	0,95	1,78
022L	408	CREC.002	1	200	200	98	0,0	0,3	0,5	-	-
021L	407	CREC.002	55	200	200	80	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.002	33	200	200	88	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.002	46	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.002	56	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.002	68	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.002	79	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
028L	411	CREC.017	1	200	200	100	0,0	4,3	5,2	-	-
021L	407	CREC.001	55	200	200	64	0,0	0,0	-	-	-
056L	507	CREC.009	1	200	200	89	0,0	0,1	0,1	-	-
056L	507	CREC.009	3	200	200	67	0,0	0,1	0,1	-	-
056L	507	CREC.009	6	200	200	60	0,0	0,1	0,1	-	-
056L	507	CREC.009	12	200	200	100	0,0	0,0	-	-	-
021L	407	CREC.002	46	200	200	80	0,0	0,0	-	-	-
078L	506	1469.001	3	150	150	100	0,0	0,3	0,2	-	-
078L	506	1472.006	3	150	150	100	0,0	0,0	-	-	-
078L	506	1468.003	5	150	150	85	0,0	0,2	0,4	-	-
078L	506	1469.001	5	150	150	93	0,0	0,5	0,4	-	-
078L	506	1472.006	5	150	150	100	0,0	0,0	-	-	-
022L	408	CREC.002	2	200	200	94	0,0	0,6	1,5	-	-
079L	420	1469.001	2	150	150	100	0,0	1,1	1,6	-	-
079L	420	1472.006	2	150	150	100	0,0	0,7	1,0	-	-
079L	420	1468.003	5	150	150	96	0,0	2,1	2,3	-	-

continúa Cuadro A1...

Código de Experimento	No. de Sitio	Código de Tratamiento	Edad en meses	Espac. 1 (cm)	Espac. 2 (cm)	Sobrev. %	DCM (cm)	Altura Total (m)	Altura Dominante (m)	IMA en Alt. Total (m/año)	IMA en DCM (cm/año)
079L	420	1469.001	5	150	150	98	0,0	2,0	2,7	-	-
079L	420	1472.006	5	150	150	96	0,0	1,3	1,6	-	-
079L	420	1468.003	8	150	150	96	2,0	0,2	0,2	-	-
079L	420	1469.001	8	150	150	98	2,6	0,2	0,3	-	-
079L	420	1472.006	8	150	150	96	1,7	0,2	0,1	-	-
021L	407	CREC.001	46	200	200	64	0,0	0,0	-	-	-
021L	407	CREC.002	4	200	200	88	0,0	1,8	2,2	-	-
021L	407	CREC.001	4	200	200	80	0,0	1,9	2,5	-	-
083L	421	1468.003	1	150	150	98	0,0	0,2	0,3	-	-
083L	421	1469.001	1	150	150	100	0,0	0,2	0,1	-	-
083L	421	1472.006	1	150	150	98	0,0	0,2	0,3	-	-
083L	421	1468.003	4	150	150	73	0,0	0,5	1,2	-	-
083L	421	1469.001	4	150	150	54	0,0	0,3	0,5	-	-
083L	421	1472.006	4	150	150	86	0,0	0,7	1,7	-	-
083L	421	1468.003	7	150	150	65	2,6	1,3	1,9	-	-
083L	421	1469.001	7	150	150	44	2,1	1,0	1,3	-	-
083L	421	1472.006	7	150	150	75	3,0	1,7	2,6	-	-
022L	408	CREC.002	5	200	200	90	0,0	1,5	2,7	-	-
079L	420	1468.003	2	150	150	100	0,0	1,0	1,4	-	-
078L	506	1468.003	3	150	150	89	0,0	0,1	0,2	-	-

Fuente: Sistema MIRA, Proyecto MADELEÑA-3/CATIE/DIGEBOS, 1995.



Plantación de *Calliandra calothyrsus* de tres años de edad, en la finca La Campana, Santo Domingo, Suchitepéquez.

INTRODUCCION

En el año 1982, el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, del Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP, realizó un trabajo conjunto con el Cuerpo de Paz, con el objeto de efectuar estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala. Esta actividad fue coordinada y ejecutada por los profesionales Pedro Wotowiec, Voluntario del Cuerpo de Paz y Hector Martínez H, Silvicultor, Residente del CATIE, Coordinador del Proyecto Leña en Guatemala, quienes contaron con el apoyo de Jeff Hudson voluntario del Cuerpo de Paz y Sergio Catalán, técnico del INAFOR.

El trabajo consistió en levantar una encuesta socioeconómica para conocer la importancia de la leña como combustible entre los pobladores del área. En el campo silvicultural se inició un estudio sobre la fenología de especies nativas de la región, colectándose semillas de 60 especies nativas y naturalizadas usadas localmente como leña. Estas fueron producidas en vivero para conocer su comportamiento y respuesta a diferentes tratamientos de germinación y conocer su hábitos de crecimiento. Se seleccionaron tres sitios en donde se plantaron las especies producidas para conocer su grado de adaptación.

ANTECEDENTES

En la región semiárida de Guatemala, localizada la mayor parte en la cuenca del Río Motagua, en la zona centro-oriental del país, el problema de deforestación y degradación de los terrenos es especialmente notable y crítico.

El tipo de bosque local aparentemente no presenta habilidad para regenerarse rápidamente, debido a la combinación de las presiones de la población, ganadería y el clima semiárido. Existen vastas extensiones de tierra que están sobrepastoreadas por ganado ovino y caprino, dando como resultado una vegetación irregular con concentración de cactus, especies xerófitas y otra clase de vegetación sin valor comercial actual.

Cerca de los poblados con alta concentración de viviendas se pueden encontrar zonas críticas y potencialmente críticas, donde la escasez de la leña es notable y de orden creciente. Allí se ha realizado un comercio poco estructurado de la leña, aunque los precios que alcanza el producto son altos.

Los grupos familiares que no pueden pagar los altos precios de la leña se ven forzados a caminar cada vez más lejos, gastando por consiguiente más tiempo y energía, para buscar aprovisionarse de la leña para sus necesidades domésticas.

Aunque se han realizado intentos para establecer plantaciones forestales para el aprovisionamiento de leña, se presentaron fracasos debido a múltiples factores, entre ellos, el desconocimiento de las especies que puedan adaptarse a las severas condiciones del sitio.

Por otra parte, con las especies conocidas como posiblemente adecuadas para las condiciones del lugar, no se tenía suficiente experiencia silvicultural ni base experimental que permitiera iniciar programas más amplios; por tanto era necesario iniciar investigación silvicultural básica que permita orientar la toma de decisiones futuras.

1 Resumen de: *WOTOWIEC, P. y MARTINEZ, H. 1984. Estudios Silviculturales con Especies para la Producción de Leña en las Zonas Semiáridas de Guatemala. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP. Guatemala. 43 p*

En la selección de las especies se tomaron en cuenta las preferencias de los habitantes del lugar, ya que son ellos quienes posteriormente van a utilizar las plantaciones. Esto se hizo con el fin de evitar caer en el error común de algunas agencias, que planifican, desarrollan y ejecutan proyectos, sin involucrar directamente a los supuestos beneficiados dando como resultado proyectos y soluciones no acordes con la realidad o no aceptados por la comunidad.

OBJETIVOS

- Obtener información silvicultural sobre especies para producción de leña nativas y exóticas adaptables a la zona seca de El Progreso y conocer su manejo en el vivero y en el campo.
- Determinar las actitudes, preferencias y tradiciones de los usuarios de leña en la zona seca.
- Combinar los hallazgos acerca de las especies con las consideraciones de los usuarios en cuanto a técnicas y sistemas para la producción de leña y determinar cuáles (especies y sistemas) son más apropiados a las zona seca.
- Diseminar la información obtenida a las personas y agencias involucradas en la producción de leña en esta zona.

CARACTERISTICAS DE LAS REGIONES SECAS DE GUATEMALA

La región seca de Guatemala está ubicada principalmente en la cuenca del río Motagua en los departamentos de Zacapa, El Progreso, Chiquimula y Jalapa; partes de los departamentos de Jutiapa, Baja Verapaz y Huehuetenango tienen también regiones secas de marcada estacionalidad; finalmente hay una franja estrecha de bosque seco a lo largo de las playas del océano Pacífico.

En estas regiones la precipitación pluvial varía entre 400 y 1000 mm anuales, con una estación seca bien marcada de 5 a 7 meses (Dulín, 1982). La estación de lluvia del tipo invierno seco se inicia generalmente a principios de junio y continúa hasta julio con un período seco (canícula) a finales de junio y parte de julio (dos a cuatro semanas); la relación de evapotranspiración potencial varía entre 1.5 y 4.0 (De la Cruz, 1982). Las estaciones meteorológicas de la zona seca registran datos de 24°C de temperatura promedio anual hasta 28°C promedio anual dependiendo del sitio (INSIVUMEH, 1984). El rango de alturas para las zonas secas es de cero msnm en la Costa Pacífica, hasta 1,200 msnm.

En la zona seca de Guatemala se pueden distinguir dos formaciones ecológicas de mayor importancia:

Monte espinoso subtropical (me-S) (De la Cruz, 1982) con precipitación anual entre 400 y 800 mm con alturas entre 180 msnm hasta 400; la temperatura promedio anual varía de 24°C hasta 26°C aproximadamente. La vegetación predominante está caracterizada por matorrales no muy densos de arbustos y árboles espinosos y xerofíticos entre los cuales sobresalen especies de los géneros *Cactus*, *Guaiacum*, *Acacia* y *Pereskia*.

Bosque seco Subtropical (bs-S) con precipitación entre 500 mm a 1000 mm anuales, alturas entre 0 hasta 1,200 msnm y temperaturas promedio anuales de 10°C a 24°C aproximadamente; la vegetación está caracterizada por *Leucaena diversifolia*, *Acacia* spp, *Alvaradoa amorfoides* y *Sabal mexicana* (con *Rhizophora mangle* y *Avicennia* spp en la Costa Pacífica).

La familia leguminosa predomina en la vegetación existente en estas dos zonas de vida; la mayor parte de la vegetación natural es de baja utilidad debido al sobrepastoreo, los incendios, los aprovechamientos para leña y otros usos rurales y la agricultura migratoria.

Alrededor de la región seca, generalmente en sitios con mayor precipitación y mayor altura sobre el nivel del mar, está ubicada la zona de vida bosque húmedo premontano (bh-P) caracterizado por la presencia en forma natural de *Pinus oocarpa* y *Quercus* spp.

En general los suelos son rojizos, desarrollados sobre serpentina; se caracterizan por su baja fertilidad, erosionados y con presencia de horizontes calcáreos endurecidos (talpetate). En algunos lugares muy localizados, hay suelos del tipo vértico o vertisoles y en otros se presentan suelos arenosos profundos de origen volcánico.

Características de la zona de estudio

La parte de la región seca del país con sequías más fuertes, está ubicada alrededor del río Motagua, en los departamentos de Zacapa y El Progreso. La sequía de este valle interior se debe a la protección que le brindan la Sierra de las Minas en el norte y los sistemas montañosos del sur, los cuales impiden parcialmente el paso de los vientos cargados de humedad.

Se seleccionó la zona seca del departamento de El Progreso para el estudio, porque tiene áreas representativas de las dos formaciones (me-S y bs-S) de las otras partes de la región seca de Guatemala (ver Figura 1). Se considera que los hallazgos y las experiencias del estudio en esta región pueden ser trasladadas y aplicadas con éxito a las otras regiones secas del país, tomando en cuenta las diferencias locales.

La zona semiárida de El Progreso tiene algunos de los sitios más secos y calurosos del país; durante los meses de mayo a octubre la cantidad de lluvia sobrepasa los 50 mm mensuales, época que es utilizada para la agricultura de subsistencia (maíz y frijol); en la época seca la precipitación mensual no es suficiente, para cultivos económicos, exceptuándose algunos valles que son regados artificialmente.

En cuanto a la agricultura, El Progreso es uno de los departamentos más pobres de Guatemala; los cultivos son de subsistencia (maíz, frijol y maicillo). La región seca no es muy apropiada para el cultivo del maíz por lo que los fracasos son muy comunes y el suelo sigue empobreciéndose (FAO, 1964); la mayoría de los productos agrícolas se consumen localmente, pero se venden fuera de la región frutos tales como jocote tronador (*Spondias* sp.), jocote marañón (*Anacardium occidentale*) que se producen en terrenos sin riego y otros productos: tabaco, tomate, chile, mango y cítricos producidos en terrenos con regadío. La ganadería es de tipo extensivo, sin manejo de pastos ni control de la carga animal por área, resultando áreas con pastos naturales muy desgastados.

Se puede considerar que hay tres formas de uso actual de la tierra, importantes en la zona seca (Simmons, Tarano y Pinto, 1958): la extensión más grande es: pastos naturales áridos del río Motagua, en segundo lugar cultivos no diferenciados con pastos y/o arbustos y, el tercer uso, cultivos y/o pastos bajo riego es limitado a los pocos terrenos con regadío a lo largo de los ríos (SGCNPE, 1981). Otras formas de uso de la tierra en el departamento de El Progreso son practicadas, por lo general, fuera de la zona de estudio.

La topografía varía de moderadamente pendiente a muy pendiente y quebrada con pequeñas áreas de onduladas a planas, ubicadas alrededor de los ríos. La roca madre, en casi toda el área, es formada por sedimentos metamórficos especialmente mármol, pero en algunas partes están cubiertas con materiales volcánicos (Simmons, Tarano y Pinto, 1958).

La zona de estudio incluye partes de los municipios de San Cristóbal Acasaguastlán, San Agustín Acasaguastlán, Morazán, El Progreso Guastatoya, El Júcaro y Sanarate; estos seis municipios, incluyendo las áreas localizadas fuera de la zona seca, tienen 81,121 habitantes y una extensión de 1 495 Km².

Departamento de El Progreso

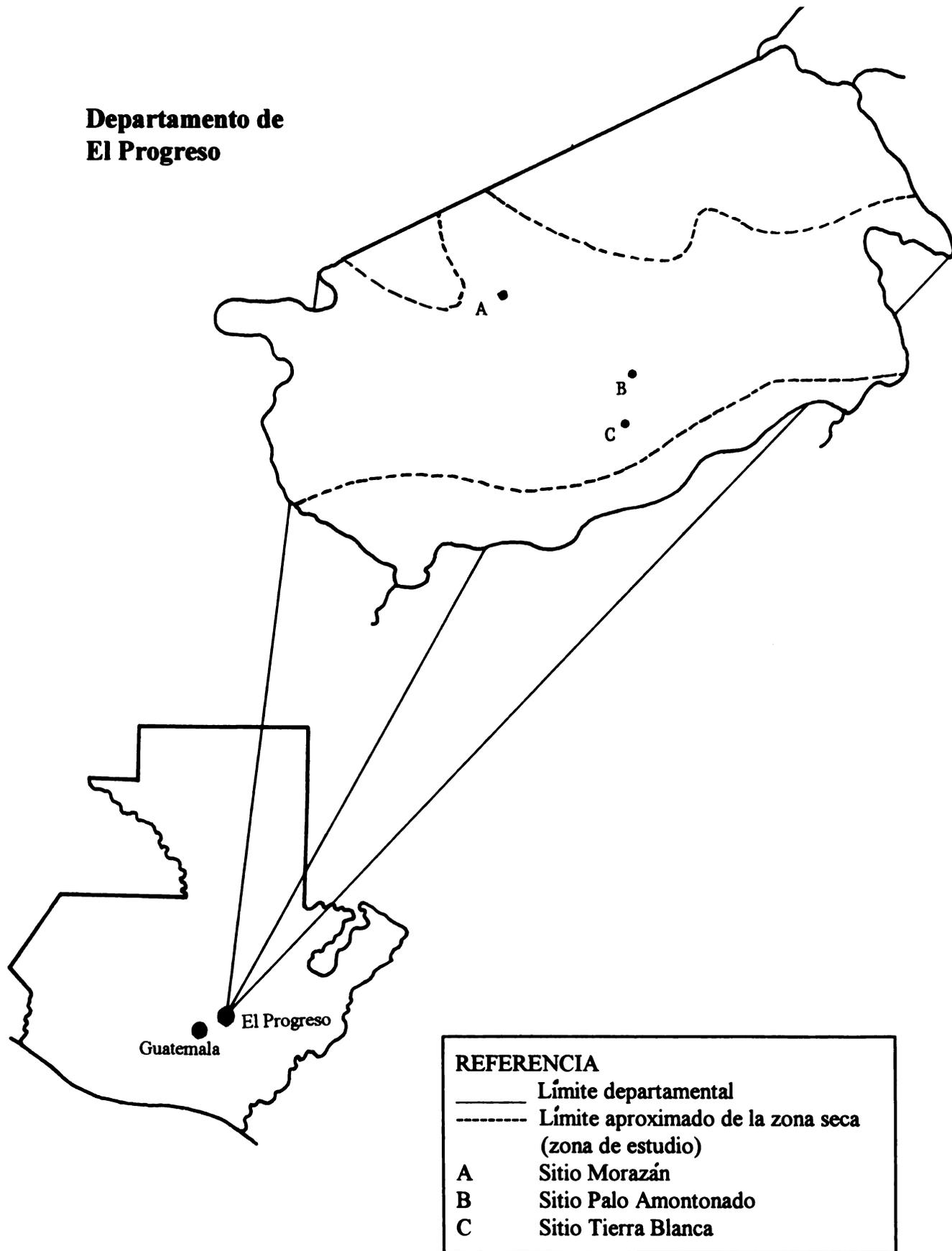


Figura 1. Ubicación de los sitios de trabajo dentro de la zona de estudio en el Departamento de El Progreso.

RESULTADOS

El Cuadro 1 presenta la lista de especies nativas o naturalizadas que actualmente son usadas como leña y que posiblemente puedan ser usadas en plantaciones para leña, en la zona semiárida del departamento de El Progreso.

En el Cuadro 2 se presentan las especies con mayores probabilidades de éxito en la zona, según las experiencias del Proyecto Leña. Para la selección de las mismas, se tomó en cuenta la facilidad para la obtención de semillas, el conocimiento del manejo en el vivero, la aceptación o potencial aceptación por los usuarios por el tipo de leña y otros productos, el potencial de crecimiento rápido en las condiciones climáticas y edáficas típicas de la zona semiárida, y la existencia en rodales naturales y/o plantaciones forestales locales en zonas ecológicas similares. Conviene resaltar que esta definición de especies es el resultado de una evaluación preliminar y no definitiva.

Las especies sugeridas para investigación y observación continuada, se presentan en el Cuadro 3. Estas especies se sugieren para pequeñas siembras con fines investigativos y no deben ser utilizadas a escala mayor, hasta conocer mejor su comportamiento y manejo en plantaciones en la zona semiárida.

Por otro lado, en los ensayos realizados en el Progreso durante 1983, se ensayaron sin éxito las especies que aparecen en el Cuadro 4, con la información de la zona de vida donde fueron probadas.

Adicionalmente existen algunas especies que no fueron ensayadas y que pueden ser prometedoras en la zona seca. Estas especies se presentan en el Cuadro 5.

CONCLUSIONES

- La leña es el principal y en algunos casos el único combustible utilizado por la mayoría de la población de El Progreso. Es adquirida en forma directa, por recolección, o por compra a intermediarios. En este último caso se considera que una familia promedio puede gastar hasta Q.200.00 (15% de los ingresos) anualmente para satisfacer sus necesidades de combustible leñosos (en esa época Q.1.00 = \$.1.00).
- Es necesario continuar y ampliar las investigación silvicultural y socioeconómica en la zona semiárida de Guatemala para poder diseñar planes acordes con la realidad ecológica y que garanticen el éxito de los esfuerzos económicos, sociales, técnicos y científicos allí invertidos.
- De acuerdo con los resultados preliminares de esta investigación las especies con mayores probabilidades de éxito en programas de bosques energéticos en la zona semiárida de Guatemala son: *Caesalpinia velutina*, *Cassia siamea*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena diversifolia*, *Melia azedarach*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis juliflora*, *Albizia guachapele*, *Tabebuia rosea* y *Lysiloma kellermanii*.
- Se hace necesario profundizar la investigación en cuanto a procedencias y fuentes de semilla de algunas especies nativas, especialmente *Gliricidia sepium*, *Caesalpinia velutina* y *Leucaena diversifolia*.
- La siembra directa al campo (o en bolsas) ha mostrado posibilidad de aplicación especialmente cuando se combina (la siembra directa) con cultivos agrícolas. Las especies con mejores perspectivas son: *Caesalpinia velutina*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena diversifolia*.
- En general es necesario continuar y profundizar la investigación en cuanto a comportamiento de especies y procedencias, así como a métodos de siembra y sus correlaciones con el clima y el suelo en los diferentes sitios de la zona semiárida.

Cuadro 1. Lista comprensiva de especies nativas o naturalizadas que posiblemente puedan ser usadas en plantaciones para leña en la zona semiárida del departamento de El Progreso, Guatemala.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	
Acacia	<i>Cassia siamea</i>	2,3
Achiotillo		1
Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>	1,2,3
Bailador del cerro	<i>Gyrocarpus americanus</i>	2,3
Barajo	<i>Albizia caribaea</i>	2,3
Barreto	<i>Plocosperma buxifolium</i>	2,3
Barillo blanco		1,2,3
Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	1,2,3
Cacho carnero	<i>Godmania aesculifolia</i>	2
Cabello de Angel	<i>Calliandra calothyrsus</i>	2,3
Campeche	<i>Parkinsonia aculeata</i>	2,3
Campeche negro	<i>Prosopis juliflora</i>	2,3
Capulín	<i>Muntingia calabura</i>	2
Carcomo	<i>Caesalpinia exostemma</i>	1,2,3
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,2,3
Chaparillo		
Chaparro	<i>Cordia truncatifolia</i>	
Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	1,2,3
Chelesume		1
Chilesope	<i>Diphysia floribunda</i>	2,3
Chimaliote		1,2
Cojón		1
Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2,3
Cuajado		
Cuchilla		1
Cuero de sapo		
Encino	<i>Quercus sp.</i>	1
Flor amarillo	<i>Tecoma stans</i>	1,2,3
Flor de mico	<i>Phyllocarpus septentrionalis</i>	
Fruta del perico		
Fruta del venado (cabro)	<i>Karwinskia calderonii</i>	2,3
Guineo de mico	<i>Cymbopetalum penduliflorum</i>	
Gandul	<i>Cajanus cajan</i>	1,2
Guachipilín	<i>Diphysa robinoides</i>	1
Guayacán	<i>Guaiacum sanctum</i>	1
Guacamayo	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1
Huele de noche		1,2
Huesito		1,2
Jaguay	<i>Pithecelobium dulce</i>	2,3
Lagarto	<i>Albizia guachapele</i>	2,3
Laurel	<i>Cordia allidora</i>	
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	1
Limón	<i>Citrus sp.</i>	1
Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	2,3
Madre flecho	<i>Apoplanesia paniculata</i>	1,2,3
Mango	<i>Mangifera indica</i>	1
Mapay		1

continúa Cuadro 1.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	
Matapino		1
Matiliguate	<i>Tabebuia roseae</i>	2,3
Moral	<i>Morus celtidifolia</i>	
Morro	<i>Crescentia alata</i>	1,2,3
Mulato		1
Nacascal	<i>Caesalpinia coriaria</i>	1,2,3
Nance	<i>Byrsonima crasifolia</i>	1
Nance de iguana		
Nogal		2
Orotoguaje	<i>Acacia deamii</i>	1,2,3
Palo de la virgen		1
Palo de la cruz		1
Palo negrito		
Palo overo	<i>Pithecelobium leucospermum</i>	2,3
Paraiso	<i>Melia azedarach</i>	2,3
Perlito		
Pino	<i>Pinus sp.</i>	1
Pie de Chincha		
Plumillo	<i>Poepigia procera</i>	2,3
Plumajillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	1,2,3
Quebracho	<i>Lysiloma kellermanii</i>	1,2,3
Roble	<i>Bucida machostachya</i>	1
Roble	<i>Quercus sp.</i>	1
Saca sangre	<i>Trichilia hirta</i>	
Sare negro	<i>Lysiloma aurita</i>	1,2,3
Sare	<i>Acacia pennatula</i>	1,2,3
Shaguay	<i>Pithecelobium saxosum</i>	2,3
Siete camisas		
Subin	<i>Acacia farnesiana</i>	1,2,3
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	2,3
Tacual (aceituno)	<i>Simarouba amara</i>	2,3
Uruguay	<i>Talesia olivaeformis</i>	
Upay	<i>Cordia dentata</i>	1,2,3
Vainillo	<i>Senna atomaria</i>	1,2,3
Yaje	<i>Leucaena diversifolia</i>	1,2,3
Yaje blanco	<i>Acacia centralis</i>	2,3
Zarza	<i>Mimosa sp.</i>	1
Zorrillo	<i>Thouinidium decandrum</i>	2,3

Referencias

- 1= mencionada en la encuesta socioeconómica
- 2= semillas recolectadas y sembradas en el vivero
- 3= sembradas en el ensayo de comportamiento de especies.

Fuente: WOTOWIEC, P. y MARTINEZ, H., 1984.

Cuadro 2. Especies sugeridas para plantaciones energéticas en la zona semiárida de Guatemala.

Especie	Nombre Común	Zona de Vida
<i>Acacia pennatula</i>	Sare espino	bs-S
<i>Caesalpinia velutina</i>	Aripín	bs-S me-S
<i>Cassia siamea</i>	Acacia flores amarilla	bs-S
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	bs-S me-S *
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	bs-S me-S *
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	bs-S
<i>Leucaena diversifolia</i>	Yaje	bs-S me-S
<i>Lysiloma aurita</i>	Sare negro	bs-S
<i>Melia azederach</i>	Paraíso	bs-S
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Campeche	bs-S me-S
<i>Prosopis juliflora</i>		bs-S me-S

* Con ciertas restricciones: Areas con nivel freático alto o lugares con microclimas favorables respecto a la humedad (drenajes ocasionales).

Fuente: WOTOWIEC, P. y MARTINEZ, H., 1984.

Cuadro 3. Especies sugeridas para investigación observada y continuada, en la zona semiárida de Guatemala.

Especie	Nombre Común	Zona de Vida
<i>Acacia centralis</i>	Yale blanco	bs-S me-S*
<i>Acacia farnesiana</i>	Subin	me-S
<i>Acacia tortilis</i>		me-S
<i>Albizia guachapele</i>	Lagarto	bs-S me-S-*
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Plumajillo	bs-S** me-S*
<i>Apoplanesia paniculata</i>	Madre Flecho	bs-S** me-S
<i>Caesalpinia coriaria</i>	Nacascol	bs-S** me-S
<i>Caesalpinia exostemma</i>	Carcomo	bs-S** me-S
<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Pintadillo	bs-S** me-S
<i>Cajanus cajan</i>	Gandul	bs-S me-S**
<i>Cordia dentada</i>	Upay	bs-S me-S*
<i>Crescentina alata</i>	Morro	bs-S* me-S
<i>Haematoxylon brasileito</i>	Brasil	me-S
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena (mejorada)	bs-S
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Chaperno	bs-S me-S*
<i>Lysiloma kellermanii</i>	Quebracho	bs-S me-S*
<i>Pithecelobium dulce</i>	Jaguay	bs-S me-S*
<i>Pithecelobium leucospermum</i>	Palo overo	bs-S me-S
<i>Senna atomaria (Syn. Cassia emarginata)</i>	Vainillo	bs-S me-S*
<i>Simarouba amara</i>	Aceituno	bs-S me-S*
<i>Tabebuia rosea</i>	Matlisguate	bs-S me-S*
<i>Tecoma stans</i>	Flor amarillo	bs-S me-S*
<i>Thouinidium decandrum</i>	Zorrillo	bs-S me-S*

* Hay indicaciones preliminares de que esta especie no sobreviviría o no crecería adecuadamente en esta zona

** No ha sido probada en esta zona por lo que no existe información sobre su potencial en plantaciones.

Fuente: WOTOWIEC, P. y MARTINEZ, H., 1984.

Cuadro 4. Especies probadas sin éxito, en ensayos del Proyecto Lefia en El Progreso, durante 1983.

Especie	Zona de Vida
<i>Acacia carbonaria</i>	Me-S
<i>Acacia cyclops</i>	Me-S
<i>Acacia deamii</i>	bs-S me-S
<i>Albizia caribea</i>	Me-S
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Me-S
<i>Diphysia floribunda</i>	Me-S
<i>Diphysia robinoides</i>	Me-S
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	bs-S me-S
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Me-S
<i>Karwinskia calderonii</i>	Me-S
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	Me-S
<i>Pithecelobium saxosum</i>	Me-S
<i>Plocospermum buxyfolium</i>	Me-S
<i>Poepiggia procera</i>	Me-S
<i>Tamarindus indica</i>	Me-S

Fuente: WOTOWIEC, P. y MARTINEZ, H., 1984.

Cuadro 5. Algunas especies no ensayadas y que pueden ser prometedoras en la zona semiárida de Guatemala

Nombre Científico	Zonas de Vida Potenciales
<i>Casuarina equisetifolia</i>	bs-S bh-S (c) bh-S (t)
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	bh-S (c) bh-S (t)
<i>Casuarina glauca</i>	bs-S bh-S (c) bh-S (t)
<i>Azadirachta indica</i>	me-S bs-S bh-S (c)
<i>Bucidia macrostachys</i>	me-S bs-S
<i>Byrsonima crassifolia</i>	bs-S bh-S (c) bh-S (t)
<i>Delonix regia</i>	bs-S bh-S (c)
<i>Dalbergia sissoo</i>	bs-S bh-S (c)
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	bs-S bh-S (c) bh-S (t)
<i>Gmelina arborea</i>	bs-S bh-S (c)
<i>Muntingia calabura</i>	bs-S bh-S (c)
<i>Psidium guajava</i>	bs-S bh-S (c) bh-S (t)

Fuente: WOTOWIEC, P. y MARTINEZ, H., 1984.

BIBLIOGRAFIA

- DE LA CRUZ, J. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 41 p. + mapa E. 1:250,000
- DULIN, P. 1982. Distribución de la estación seca en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1964. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. Roma, FAO. 265 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, 1984. datos meteorológicos del archivo institucional. Guatemala.
- SIMMONS, C.; TARANO, T.; PINTO, H., 1958. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
- SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACION ECONOMICA, 1981. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra, Guatemala, SGCNPE, INAFOR, IGN. 24 p.
- WOTOWIEC, P.; MARTINEZ, H. 1984. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR-CATIE-Cuerpo de Paz. 44 p.

Impreso en la Unidad de Producción de Medios del CATIE
Edición de 500 ejemplares
1997

18 SEP 2002	DATE DUE	03 MAR 2005
DEVUELTO		
03 JUL 1998	21-010-2000	
18 SEP 1999		
DEVUELTO		
23 SEP 1998	23 SET 2002	
01 OCT 1998	DEVUELTO	
DEVUELTO		
11 MAY 1999	DEVUELTO	
DEVUELTO		
DEVUELTO		
SEP 1999		
17 SEP 2000		
02 OCT 2000		
17 NOV 2000		

