

Serie Técnica
Informe Técnico No. 293

Directorio de Investigaciones
Científicas

19 SEP 1997

RECIBIDO

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

✓ **Editor:**
Luis A. Ugalde Arias

Redactores:
Daysi González Castillo
Regino Martínez Valdés
Feliciano Escobar Gutiérrez
Francisco Montenegro Morán
Ricardo Osorio Casiano

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

**INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
(INRENARE)**

Turrialba, Costa Rica, 1997

CONTENIDO

	Página
Presentación	vii
Agradecimiento	vii
INTRODUCCION	1
Antecedentes	1
Situación Forestal de Panamá	1
Objetivo.....	3
Selección de Sitios para la Investigación	3
Ensayos y Parcelas Establecidos	4
Especies Ensayadas	4
Análisis de la Información	5
Bibliografía.....	6
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7
Descripción botánica y ecológica.....	7
Requerimientos ambientales.....	7
Características y usos de la especie.....	8
Silvicultura.....	9
Sitios y experimentos analizados.....	11
Resultados de crecimiento.....	11
Conclusiones	19
Recomendaciones.....	20
Bibliografía.....	20
<i>Leucaena leucocephala</i>	23
Descripción botánica y ecológica.....	23
Requerimientos ambientales.....	23
Características y usos de la especie.....	24
Silvicultura.....	25
Resultados de crecimiento.....	27
Conclusiones	32
Recomendaciones.....	32
Bibliografía.....	32
<i>Acacia mangium</i>	33
Descripción botánica y ecológica.....	33
Requerimientos ambientales.....	33
Características y usos de la especie.....	35
Silvicultura.....	36
Sitios y experimentos analizados.....	39
Resultados de crecimiento.....	40
Conclusiones	44
Recomendaciones.....	44
Bibliografía.....	45

<i>Tectona grandis</i>	47
Descripción botánica y ecológica.....	47
Requerimientos ambientales.....	48
Características y usos de la especie.....	49
Silvicultura.....	50
Resultados de crecimiento.....	52
Conclusiones	55
Recomendaciones.....	55
Bibliografía.....	55
<i>Pinus caribaea var. hondurensis</i>	57
Descripción botánica y ecológica.....	57
Requerimientos ambientales.....	57
Características y usos de la especie.....	58
Silvicultura.....	59
Sitios y experimentos analizados.....	61
Resultados de crecimiento.....	63
Otras experiencias de reforestación.....	64
Conclusiones	64
Recomendaciones.....	66
Bibliografía.....	67
<i>Guazuma ulmifolia</i>	69
Descripción botánica y ecológica.....	69
Requerimientos ambientales.....	69
Características y usos de la especie.....	71
Sitios y experimentos analizados.....	71
Resultados de crecimiento.....	72
Conclusiones	77
Recomendaciones.....	78
Bibliografía.....	78
<i>Gliricidia sepium</i>	83
Descripción botánica y ecológica.....	83
Requerimientos ambientales.....	83
Características y usos de la especie.....	85
Silvicultura.....	86
Sitios y experimentos analizados.....	88
Resultados de crecimiento.....	90
Conclusiones.....	91
Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	91
<i>Bombacopsis quinatum</i>	95
Descripción botánica y ecológica.....	95
Requerimientos ambientales.....	96
Características y usos de la especie.....	97
Silvicultura.....	97
Sitios y experimentos analizados.....	100

Resultados de crecimiento.....	101
Otras experiencias de reforestación.....	102
Conclusiones.....	102
Recomendaciones.....	102
Bibliografía.....	103
<i>Caesalpinia velutina</i>	105
Descripción botánica y ecológica.....	105
Requerimientos ambientales.....	105
Características y usos de la especie.....	106
Silvicultura.....	107
Sitios y experimentos analizados.....	108
Resultados de crecimiento.....	109
Conclusiones.....	111
Bibliografía.....	111

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 agradecer el apoyo, en especial del coordinador del Proyecto MADELEÑA en Panamá, Ing. Blas Morán, por su interés en el trabajo; asimismo, reconocer su cooperación en la coordinación de los talleres de trabajo, que permitieron el análisis y la redacción del documento. A la señora Lady Palacios C. se agradece su colaboración en la digitalización y preparación de la información.

También se desea reconocer la colaboración de un gran número de técnicos de INRENARE, que apoyaron al Proyecto y a personas que participaron en algún período o durante el establecimiento y medición de los ensayos y parcelas. Entre ellos se destacan los ingenieros Irvin Díaz, Amable Gutiérrez, Carlos Vargas, Sebastián Sutherland, Rafael Tirado, Luis Pitty, Octavio de la Cruz, Manuel Hurtado, Carlos Sánchez, Ivanor Ruiz, Sergio Ducreaux, Mario Gómez, Arturo Romero, Virgilio Ureña, Gilberto Samaniego, Edgar Murillo, Franklin Cano, Darix Domínguez, Idelfonso Gutiérrez, Elio Alvarez, Alejandro Morales, Celso Quintero y Tucapel Capitán; También se agradece a los productores que apoyaron y permitieron que el proyecto MADELEÑA estableciera los ensayos y parcelas en sus propias fincas.

Finalmente, se agradece la colaboración de William Vásquez, Luis Meléndez y José Miguel Méndez en la revisión de este documento, 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), por medio de la Oficina Regional para Proyectos en América Central (ROCAP), inició desde 1980 la implementación del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía conocido como Proyecto LEÑA, a partir de 1985, se continuó con una segunda fase con el nombre de Cultivo de Árboles de Uso Múltiple conocida como MADELEÑA; a partir de 1986, se inició la tercera fase, Diseminación del Cultivo de Árboles de Uso Múltiple conocida como Proyecto MADELEÑA-3.

Durante las dos primeras fases de este proyecto, el enfoque principal fue la investigación silvicultural con especies de árboles de rápido crecimiento, en especial para producción de leña y otros usos, en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. El objetivo fue conocer el comportamiento inicial y posibilidades de adaptación de las especies en diferentes sitios en cada país, para incorporarlas a los sistemas de finca de los pequeños y medianos productores.

Las actividades de investigación durante estas dos fases fueron ejecutadas mediante convenios de cooperación entre el CATIE y las instituciones nacionales de investigación forestal en cada uno de esos países. En el caso de Panamá, la investigación silvicultural se realizó con la Dirección de Recursos Naturales Renovables (RENARE), lo que hoy día es el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENARE), con el apoyo del personal destacado en las oficinas regionales.

Situación forestal de Panamá

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 baja 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 de que este proceso de deforestación ha generado una serie de problemas en la región ligados con el deterioro ambiental y la 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; ésta es 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. Para 1990, la población de Panamá era de 2.3 millones de habitantes, con una tasa anual de crecimiento de 2.36 %. Se estima que alrededor de una cuarta parte del total vive en la ciudad de Panamá, mientras que más de la mitad del territorio nacional se encuentra prácticamente deshabitada, como es el caso de la vertiente atlántica y de la región oriental.

El país cuenta con una superficie de 7.7 millones de ha. De éstas, el 30% está bajo uso agropecuario, mientras que un 26% adicional corresponde a tierras degradadas y semiabandonadas por el mal uso, las cuales abarcan 2 millones de ha, localizadas principalmente en la vertiente del Pacífico (INRENARE-PAFPA, 1990). El proceso de deforestación en Panamá, no es diferente al seguido por los demás países de la región. En 1947 se estimó (Garver, 1947) que el 70% del país, excluyendo el área del Canal de Panamá, estaba cubierto por bosques. El avance de la deforestación ha reducido la superficie cubierta por bosques a un 43% del área total del país, según estimaciones realizadas en 1987, lo que significa una tasa de deforestación de 1.6% anual entre los años 1970 y 1987.

La situación más crítica se refleja al analizar y comparar la tasa de deforestación estimada en 60000 a 70000 ha por año con la tasa de reforestación; incluyendo las plantaciones a nivel demostrativo que se iniciaron desde 1967, en la actualidad sólo alcanzan una superficie total de aproximadamente 15000 a 20000 ha. De ellas se estimó que, en 1990, 7000 ha correspondían a *Pinus caribaea* (70%), teca 1500 (15%) y el resto 1500 ha a otras especies.

La leña es un recurso energético de mucha importancia en Panamá. En 1989 (Reiche *et al.*), se estimó que el 11% del país tenía una situación leñera muy crítica y un 22% en la categoría crítica. Tradicionalmente, la leña ha tenido gran importancia en las industrias rurales del país. El diagnóstico socioeconómico realizado por Jones (1982) estimó un consumo total de 724 000 m³ de leña por año. Las principales industrias que utilizan leña como combustible son: las panaderías, restaurantes, trapiches, salineras, alfarerías y parcialmente los ingenios azucareros y las destilerías. El tipo de aprovechamiento, en especial de los bosques secos, para la extracción de leña y el cambio de uso de la tierra, no asegura una producción forestal sostenible; como resultado de esto surge la crítica situación de suministro de leña y otros productos forestales en la región del Pacífico, donde gran parte de la leña proviene de los bosques naturales secundarios.

A corto plazo, no se vislumbra una solución al alto consumo de leña, por lo que es necesario aumentar su disponibilidad, 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 serios por encontrar opciones viables para aumentar la disponibilidad de la leña en Panamá 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 Panamá se establecen cerca de 249 experimentos con más de 1000 parcelas, tanto con diseño estadístico, como de parcelas individuales de crecimiento. Entre ellas sobresalen los ensayos de espaciamiento, selección de especies, parcelas de crecimiento, rebrotes, fertilización, tipo de planta, control de maleza, etc.

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 Panamá, durante los primeros 10 años de investigación. Se incluye información sobre las especies ensayadas y analizadas. La determinación de las especies seleccionadas y consideradas como "principales", se hicieron 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. Las restantes especies ensayadas no fueron incluidas en este trabajo, porque la información es muy escasa y requiere de mayor investigación para su comprobación y recomendación.

Debido a que 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 INRENARE.

Como complemento a los resultados de la investigación de los proyectos LEÑA y MADELEÑA, se incluyen resultados y conclusiones interesantes de otros proyectos en Panamá, así como, experiencias de los técnicos que han trabajado con el proyecto, ejemplos de transferencia y adopción por productores y 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 consumo de leña en fincas pequeñas de Panamá, que realizó el Proyecto LEÑA (Jones, 1982), así como, en las observaciones de campo de los técnicos, la disponibilidad de área para el establecimiento de los experimentos, en su mayoría en fincas privadas de productores y en menor número en estaciones experimentales y las posibilidades de apoyo por parte del personal en las oficinas regionales de INRENARE.

El estudio socio-económico basado en 266 encuestas, mostró que las fincas de Azuero reportaban ventas reducidas de productos derivados de árboles, como frutas y productos menores. En la época en que se hizo este estudio en la Península de Azuero, ya existían zonas en donde la disponibilidad y suministro de leña eran un problema serio. Además, la deforestación en la Península era extensa y creciente en forma alarmante, tal como lo confirma la situación actual.

El área de Panamá que experimentaba mayor problema de leña, quedó fuera del estudio, en la falda sur de la Cordillera Central en las Provincias de Coclé y Veraguas. Se determinó que aquí el problema era más crítico, debido a problemas de suelo y quemas repetidas, más que a presión sobre el bosque. 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 o grupos aledaños de finqueros, de plantar árboles y dar mantenimiento a los experimentos con el apoyo del Proyecto.

Con base en los estudios mencionados, quedó claramente establecido que el área más crítica en el abastecimiento de leña y otros productos forestales fue la Región Pacífica, especialmente la Península de Azuero, en comparación con la zona Atlántica del país. Como en la mayoría de los países de América Central, esto coincide con las zonas de mayor presión demográfica, altos índices de deforestación y serios problemas de erosión, destrucción de las cuencas hidrográficas y contaminación del medio ambiente.

Los sitios experimentales donde se establecieron los diferentes tipos de experimentos se encuentran distribuidos especialmente entre las regiones forestales II, III, IV, VII, VIII, correspondientes a las provincias de Veraguas, Herrera, Coclé, Panamá Este y Los Santos y en menor grado en las regiones de Chiriquí (I) y Colón (VI.). La caracterización más detallada de las áreas seleccionadas se hizo con apoyo del estudio sobre áreas climáticas de América Central (Dulin, 1984).

Ensayos y parcelas establecidos

Una vez seleccionados los sitios de trabajo, se procedió al establecimiento de los experimentos o ensayos. Se definieron dos tipos de experimentos, los que tuvieron diseño estadístico (tratamientos y repeticiones); en su mayoría estos experimentos fueron establecidos con diseño experimental de bloques completos al azar o incompletos, con tres a cinco repeticiones, estos son conocidos como experimentos tipo D 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, son conocidos como experimentos tipo P. Se establecieron un total de 249 experimentos con y sin diseño estadístico, los cuales incluyen más de 1000 parcelas.

Especies ensayadas

La selección de las especies a ensayar se basó, en varios aspectos, en los inventarios que se realizaron en cada país sobre plantaciones existentes. El Proyecto estableció parcelas temporales y en algunos casos permanentes, y mediante la recopilación de información generada por otros proyectos como el de FAO. 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 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 nativas, como era de esperar, debido a que en su mayoría la leña se extraía de los bosques naturales primarios o secundarios.

En los países de la Región, en general, las experiencias de reforestación eran escasas. Al inicio de este proceso de investigación en 1980, 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. Según la disponibilidad de semillas, se establecieron ensayos con diseño estadístico o únicamente parcelas individuales de crecimiento.

En el caso de Panamá, se ensayaron alrededor de 37 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*, *Acacia mangium* y *Leucaena leucocephala*.

Análisis de la información

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

Aunque hay una lógica tendencia del IMA en altura a reducirse a edades mayores, se utilizó esta variable como patrón de comparación debido a que la mayoría de las parcelas y experimentos se analizaron en los primeros años de crecimiento, en su mayoría con edades no mayores a los cinco años, donde por lo general las especies están creciendo más rápido, sin tener una disminución significativa del crecimiento. Además, debe considerarse 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, la altura del árbol no sería la clave 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.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES-PLAN DE ACCION FORESTAL DE PANAMA. 1990. Plan de acción forestal de Panamá. Documento Principal. Panamá. 101 p. Anexos.
- JONES, J. R. 1982. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas de la Península de Azuero, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No. 32. 1982. 85 p. (mimeograf.).
- REICHE E. C.; ROMERO A.; NAVARRO C. 1989. Abastecimiento de leña en la industria rural de Panamá. Problemas y Alternativas Forestales. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 146. 80 p.
- TIRADO, M. R. 1988. Fincas demostrativas de AUM caracterización y selección en Herrera. CATIE-INRENARE, Panamá. 16 p. Anexos.
- TIRADO, M. R.; CORTES, R.; ARROCHA, L. 1989. Consumo de leña en fiestas patronales, caso en Azuero y Coclé. CATIE-INRENARE, Panamá. 25 p. Anexos.
- TIRADO M. R. 1990. Informe terminal de la investigación socioeconómica MADELEÑA-CATIE, período del 7 de febrero 1987 al 30 de setiembre 1990. CATIE-INRENARE, Panamá. 18 p. Anexos.
- 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.

Especie: *Eucalyptus camaldulensis*.

Redactor: Feliciano Escobar.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Nombres comunes: Eucalipto, camaldulensis

Familia: Myrtaceae.

Origen y distribución

Es la especie de Eucalipto más difundida en Australia entre los 15° y 38° de Latitud Sur, es una especie esencialmente ribereña, de las que se distinguen dos formas, una meridional o templada y otra tropical. Debido a que el rango natural es muy extenso, existen diferencias de comportamiento según el origen de las semillas. La procedencia Katherine (Territorio Norte) y Petford (Queensland), han mostrado el mejor comportamiento para climas tropicales.

La especie *E. camaldulensis* es un árbol de fuste recto, corteza gris lisa que se desprende (característica de la familia Myrtaceae), hojas alternas lanceoladas de color verde brillante, frutas pequeñas cápsulas en racimos, copa pequeña, crecimiento rápido y alta capacidad de rebrotes.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

En general la especie soporta en su zona de origen temperaturas altas en verano (29°C a 35°C) y temperaturas bajas de hasta 3°C a 5°C en invierno y hasta 50 heladas anuales. En América Central se ha plantado en sitios con temperaturas medias entre 20°C y 29°C. En Panamá los mejores crecimientos se han logrado en la zona central del país, con temperatura media de 27.6°C, como por ejemplo el Corozo de Parita en la Provincia de Herrera.

Precipitación

En el área de origen se encuentra, tanto en zonas con poca precipitación, como en zonas de mayor pluviosidad (200-2500 mm). Es resistente a sequías que van de cuatro a ocho meses.

En América Central se ha plantado en zonas con precipitación entre 600 mm y 2500 mm anuales y hasta ocho meses con déficit hídrico. En Panamá se ha plantado en la zona central (Los Santos, Herrera, Coclé y Veraguas), con precipitación media anual de 666 mm a 2630 mm y hasta seis meses de déficit hídrico en zonas de bosque seco tropical, seco premontano, húmedo tropical y húmedo premontano. La especie ha mostrado buena adaptación.

Elevación

En los lugares de origen crece bien en zonas bajas; algunas procedencias pueden plantarse en zonas altas hasta 1400 metros sobre el nivel del mar (msnm). En América Central se ha plantado desde el nivel del mar hasta 1200 msnm. En Panamá se ha establecido desde 16 hasta 650 msnm, obteniéndose los mejores crecimientos en sitio con altitud de 16 a 100 msnm.

Suelos

Se adapta a una gama amplia de suelos, desde muy pobres hasta periódicamente inundados. En Panamá se ha plantado en sitios con suelos de textura arcillosa, franco arenoso y franco arcilloso limoso sobre pastoreo y algunos casos compactados.

Factores limitantes

Las principales limitaciones para el crecimiento de la especie son suelos endurecidos, calcáreos y la existencia de maleza que compite por agua, luz y nutrientes. En Panamá otra limitante del poco crecimiento en suelo compactados es el ataque de insectos sobre todo del género *Atta* sp. (arrieras o zompompas), que afectan significativamente el crecimiento.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Leña

La madera de *E. camaldulensis* es de gran potencial para combustible (leña) por su alto poder calórico (4 800 Kcal/Kg). En Panamá se utilizó para alimentar la caldera del Ingenio Las Cabras en Pesé. La madera de plantaciones aprovechadas a los 4.5 años de edad se ha utilizado a nivel doméstico; es de gran aceptación para este uso. Se efectuó una prueba en producción de carbón que dio buenos resultados.

Madera

En Panamá se está utilizando la madera en la fabricación de muebles y tornerías; a nivel rural se utiliza la madera redonda para construcción de casas, ranchos, galeras de ordeño, depósitos, puertas de corral, postes para cerca, tutores de hortalizas.

Sistemas agroforestales

Se ha usado como sombra para el ganado y cortina rompevientos. La especie *E. camaldulensis* se está plantando en huertos, en asocio con cultivos agrícolas, con pastos en cercas, árboles aislados en las fincas, sobre todo en la zona donde se iniciaron los experimentos.

Otros usos

Ornamental, plantados en avenidas y otros lugares. Medicinal a nivel rural.

SILVICULTURA

Regeneración natural

En su habitat natural, *E. camaldulensis* se ha distribuido a lo largo de las orillas de los ríos, lo que facilita su reproducción natural a partir de las semillas. En América Central las plantaciones son muy jóvenes, al igual que en Panamá, pero se han observado sitios donde se inicia la germinación en forma natural, con semillas producidas de árboles de cinco años de edad.

Recolección de semillas

En Panamá se ha utilizado semillas de procedencia de Petford establecidas en Nicaragua. La recolección de semillas en Panamá se efectúa entre los meses de mayo y julio, son cosechadas cuando las cápsulas tienen color café chocolate, se colocan en toldos y se dejan bajo sombra, hasta que abran las cápsulas, posteriormente se extraen las semillas y se almacenan.

Producción en viveros

En Panamá la producción de plantas es fácil; se utilizan germinadores con arena fina del río, la cual es esterilizada con agua caliente. La siembra del semillero se hace al voleo, utilizando un cedazo o recipiente con agujeros finos, con la finalidad que haya una distribución uniforme en la cama germinadora. Para cubrir la semilla, se hace el mismo procedimiento utilizando arena fina. La germinación se da en un período de 4 a 8 días, el repique se inicia a los 10 días después de la germinación. Es necesario tener buen control de la humedad y prevenir el ataque de hongos que producen el mal del cuello o "damping off". La producción de plantas utilizando bolsas de polietileno, alcanza un tamaño adecuado para llevar al campo de plantación (25 a 35 cm) a los 45 días del repique.

Establecimiento de la plantación

En Panamá se ha plantado en terrenos preparados con maquinaria, arado y una o dos pasadas de rastras, limpieza con machete; durante los dos primeros años se combaten las malezas y se hace un riguroso control de insectos, sobre todo las zompopas.

Se han utilizado diferentes densidades de plantación, de acuerdo con el producto que se desea obtener. Los espaciamientos utilizados, van desde 1.0 x 1.0 m hasta 3.0 x 4.0 m. Los más comunes son los de 2.0 m x 2.0 m y 3.0 m x 3.0 m; se les debe dar un mantenimiento adecuado, tanto en el control de insectos como de malezas.

Preparación del suelo

El terreno se prepara en forma mecanizada, con arado y rastreado, limpieza con machete. Los hoyos generalmente son hechos con pala o coa, dependiendo del sitio y dimensiones, y de acuerdo con el tamaño de las bolsas.

Fertilización

Se ha utilizado abono químico 12-24-12. Generalmente el método de aplicación es en el fondo del hoyo y luego se cubre con tierra para que las raíces no toquen directamente el fertilizante. Se han logrado buenos crecimientos en altura en sitio donde se aplicó fertilizantes, lo que significa que responde bien.

Podas

Generalmente en Panamá no hay datos sobre poda, pero la especie crece bien y con fuste limpio, en plantaciones de diferentes densidades. Por otro lado, es una especie que tiene autopoda.

Manejo

E. camaldulensis es una especie que responde adecuadamente a diferentes prácticas de manejo. Su crecimiento es muy rápido, especialmente en suelos de textura liviana, en sitios abajo de 800 msnm. Los requerimientos de espacios por árbol, varían de acuerdo con la edad de la plantación, el desarrollo y el tipo de producto que se desea obtener.

Cuando el objetivo es producción de leña, lo más aconsejable es hacer un aprovechamiento total, en estos casos los espaciamientos estrechos (1.5m x 1.5m, 2.0m x 2.0m y 2.0m x 2.5m). Un ejemplo fue el aprovechamiento efectuado en una plantación de *E. camaldulensis* a una edad de 4.5 años, espaciamiento 2m x 2m y 90% de sobrevivencia; se obtuvo un rendimiento de 102 metros estereo de leña, equivalente a 72.6 toneladas de leña, considerando buena la producción (22.6 mE/ha/año). En cuanto a la producción de postes para cerca, los espaciamientos más adecuados son 3.0m x 2.5m y 3.0m x 3.0m.

Raleos

E. camaldulensis es una especie que requiere raleo, necesario para el desarrollo diamétrico, cuando se desea obtener madera para aserrío, el primer raleo debe iniciarse al tercer o cuarto año de edad de la plantación, generalmente se extrae del 25 al 50% del total de árboles existentes y casi siempre son árboles mal formados, suprimidos, bifurcados, enfermos o con la copa rota.

Uno de los factores determinantes de cuándo se debe efectuar el primer y segundo raleo, es la calidad de sitio, que implica el desarrollo de la plantación. También está muy relacionado con el espaciamiento inicial y la sobrevivencia, por lo que es importante planificar los raleos desde el momento que se decide el establecimiento de la plantación.

Manejo de rebrotes

Una de las características importantes de *E. camaldulensis* es la alta capacidad de rebrote. Su manejo está relacionado con el producto. Si se desea obtener tutores de hortaliza, dejar todos los rebrotes, si el producto requerido es leña y varas para construcción rural, dejar 2 a 3 rebrotes por tocón, en caso de postes de cerca puede dejar uno o dos por tocón y cuando su interés es madera de pequeñas dimensiones, dejar un sólo rebrote por tocón.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En los Cuadros 1 y 2, se presentan los datos de ubicación y clima, donde se establecieron los experimentos en Panamá, siendo estos más numerosos en la zona central del país, cuya temperatura media es entre 25.5 y 27.9 °C, y con precipitación que va desde 666 mm hasta 1 948 mm, con déficit hídrico de cuatro a seis meses.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

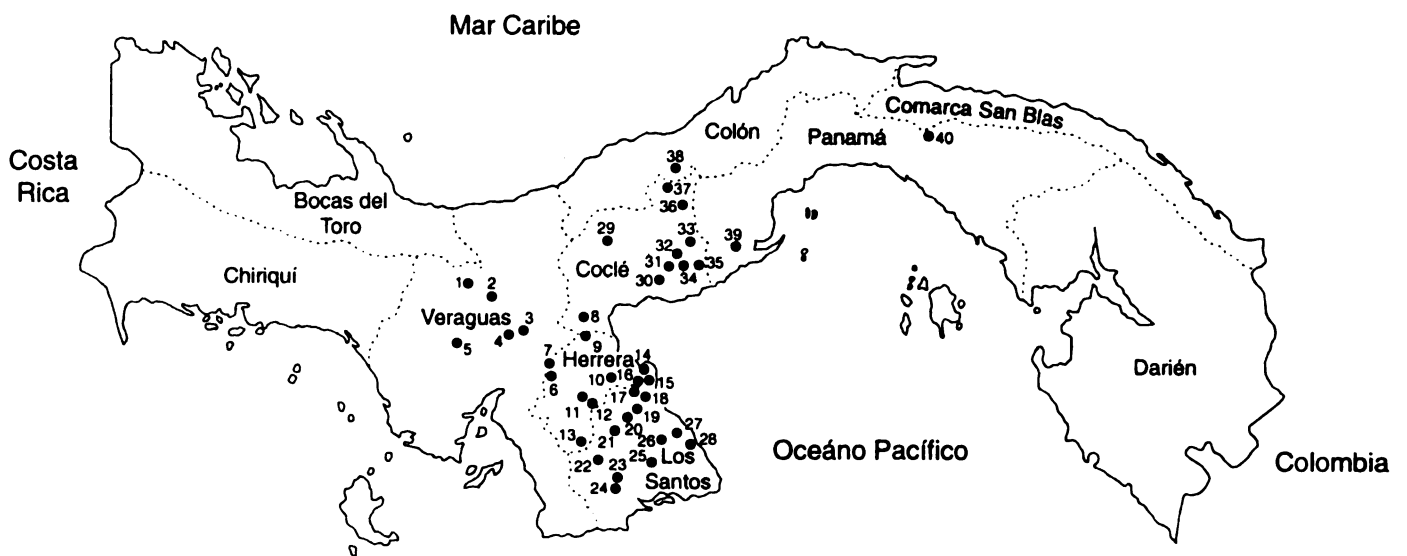
E. camaldulensis es una especie de crecimiento muy rápido, durante los primeros cinco a siete años. En Panamá, los Proyectos Leña y Fuentes Alternas de Energía y Madeleña, establecieron 62 experimentos, de los cuales 41 son parcelas y 21 fueron con diseños estadísticos, para un total de 299 parcelas, en donde se efectuaron 1037 mediciones. Con base en esta información se presentan los resultados de crecimiento (sobrevivencia, altura total y diámetro), para los cuales se utilizó la tabla elaborada usando el Sistema MIRA, que establece los rangos de crecimiento que a continuación se presentan.

Cuadro 1. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Eucalyptus camaldulensis* en Panamá.

Sitio/Nombre	No	No. Exp.	Altitud. msnm	TMA °C	PMA mm	Zona vida Holdridge
4 Km., Pese, Herrera.	304	017L	80	27.2	1382	bs T
9 Km. Este, Pese, Herrera.	303	018L	60	27.2	1382	bs T
9 Km. Este Pese, Herrera.	303	019L	60	27.2	1382	bs T
4 Km., Noroeste, Pueblo Nuevo, Antón, Coclé.	401	020L	0	27.5	1463	bs T
El Salado, Antón, Coclé.	403	022L	0	27.5	1463	-
El Chumical, Antón, Coclé.	404	023L	0	27.5	1463	-
El Chumical, Antón, Coclé.	404	024L	0	27.5	1463	-
Río Hato, Antón, Coclé.	405	025L	30	27.5	666	bs T
5 Km., Chirú, Llano Grande, Antón, Coclé.	406	026L	0	27.5	1463	bs T
5 Km, Norte, Chirú, Antón, Llano Grande, Coclé.	407	027L	0	27.5	1463	bs T
Los Angeles, Los Santos, Los Santos.	804	028L	25	27.3	1210	bs T
Los Santos, Los Santos.	805	029L	25	27.3	1210	bs T
Los Santos, Los Santos.	809	032L	0	27.5	1149	-
1 Km., La Mesa, Macaracas, Los Santos.	810	033L	180	27.5	1149	bh T
1 Km Las Tablas, Los Santos.	807	036L	50	26.9	1145	bs-T
Canazas, Veraguas.	201	038L	0	27.5	1149	-
3 Km., Los Olivos, El Guayabal, Los Santos.	813	039L	0	27.2	1382	bs T
3 Km., Los Olivos, El Guayabal, Los Santos.	813	040L	0	27.2	1382	bs T
3 Km., Maracas, Las Lajas, Los Santos.	814	041L	0	27.5	1149	-
4 Km., Maracas, La Arena, Los Pozos, Herrera.	306	042L	0	0.0	1810	bh T
Ocú, Herrera.	307	043L	0	27.5	1149	-
10 Km., Ocú, Ocú, Herrera.	308	045L	0	27.5	1149	bh T
5 Km., Villa Lourdes, Maracas Corozal, Los Santos.	815	046L	80	27.5	1149	bs T
2 Km, Las Tablas, Los Santos.	817	051L	0	26.9	1145	bs T
9 Km., este, Pese, Herrera.	303	052L	60	27.2	1382	bs T
4.3 Km., Río Hato, Antón, Coclé.	408	053L	40	27.5	666	bs T
Agua Dulce, Poci, Coclé.	410	055L	0	26.9	1725	bs T
9 Km., Este Pese, Herrera.	303	056L	60	27.2	1382	bs T
San Francisco, San Francisco, Veraguas.	203	057L	0	26.7	2514	bh T
Veraguas.	204	058L	0	27.5	1149	bh T
Chame, Cabuya, Panamá.	500	059L	0	0.0	1583	bs T
Antón, Río Hato, Coclé.	409	060L	0	27.5	666	bs T
4.3 Km, Río Hato, Antón, Coclé.	408	061L	40	27.5	666	bs T
Agua Dulce, Poci, Coclé.	410	062L	0	26.9	1725	bh T
Penonomé, El Cano, Coclé.	411	066L	0	27.6	1647	bs T
1 Km este Chepo, Panamá.	700	068L	30	27.5	1149	bh T
Pozo Azul, Coclé.	413	073L	650	27.5	1149	Bmh T
Las Lajas, Coclé.	414	074L	50	27.5	1149	bs T
3 Km Calabacito.	205	076L	100	27.5	1149	bh T
Río Hato, Antón.	416	079L	300	27.5	666	bs T
Cabuya de Antón.	417	080L	388	25.7	1948	bh T
1.5 Km a Guaricín, Coclé.	419	083L	26	27.6	1647	bs T
1 Km norte Aguadulce, Coclé.	421	084L	30	27.5	1149	bs T
1 Km norte, El Roble, Aguadulce.	421	085L	30	27.5	1149	bs T

Continúa Cuadro 1.

Sitio/Nombre	No	No. Exp.	Altitud. msnm	TMA °C	PMA mm	Zona vida Holdridge
Las Tablas, Los Santos.	823	091L	30	26.9	1145	bh T
Santiago, Veraguas, 7 Km de Santiago.	206	093L	80	27.5	1149	bh T
La Mina de Los Santos.	824	098L	70	26.6	1162	bs T
Sabana Grande de Los Santos.	826	100L	50	26.6	1162	bs T
Llano de la Cruz, Veraguas.	200	015L	50	26.7	1975	bh T
Villa Lourdes, Los Santos.	811	034L	70	26.7	1162	bs T
Llano de la Cruz, Veraguas.	200	037L	50	26.7	1975	bh T
Pocri de Los Santos.	816	050L	43	26.7	1145	bh P
Sarigua de Parita de Herrera.	309	065L	10	27.0	1149	bs P
La Pintada de Penonomé.	412	067L	108	27.6	1948	bh T
Primer Ciclo de Tonosí.	819	070L	20	25.7	1656	bh T
Escuela Primaria de Valleriquito.	820	088L	10	27.9	1656	bh T
Escuela Primaria de Tonosí.	821	089L	20	27.9	1656	bh T
Montijo, Veraguas.	208	104L	60	26.0	2630	bh T
Finca Europea Alajuela, Panamá.	702	105L	40	26.5	2525	bh T
El Corozo de Parita.	313	108L	25	27.6	1149	bs T
Los Llanos de Ocuí.	310	092L	100	26.7	1569	bh T
La Pintada de Ocuí.	418	082L	200	25.7	1948	bh T



- | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| 1. Canazas | 11. Varela | 21. La Mesa | 31. El Chumical |
| 2. San Francisco | 12. Las Cabras | 22. La Laja | 32. Llano Grande |
| 3. Calabacito | 13. La Arena | 23. El Cacao | 33. El Chirú |
| 4. Montijo | 14. Escuela de Azuero | 24. Escuela Primaria | 34. Pueblo Nuevo |
| 5. Llano de la Cruz | 15. El Matadero de los Santos | 25. Valle Rico | 35. Río Hato |
| 6. Las Animas | 16. Loma Larga | 26. El Mida de las Tablas | 36. Lajas |
| 7. Majarilla | 17. Los Olivos | 27. Las Tablas | 37. Oso Azul |
| 8. El Roble | 18. La Mina | 28. Pocrí | 38. Penonomé |
| 9. Agua Dulce | 19. Villa Lourdes | 29. La Pintada | 39. Chame, Cabuya |
| 10. El Corozo de Parita | 20. Sabana Grande | 30. El Salado | 40. Finca Europa Chepo |

Figura 1. Sitios de investigación con *E. camaldulensis* del Proyecto Madeleña en Panamá.

Cuadro 2. Características químicas de los suelos donde se ha establecido *E. Camaldulensis*, en Panamá.

No. De Expto.	Sitio	No. de perfil	No. de Horiz.	Textura	pH	MO %	Extractables (meq/100q suelo)			CIC	Profund Superior	Profund Inferior
							Ca	Mg	K			
015L	200	28	1	AL	6.4	2.0	9.5	12.1	0.1	24.6	0	16
015L	200	28	2	FAL	6.6	0.5	10.0	13.7	0.0	24.3	16	55
015L	200	28	3	FA	6.7	0.2	12.5	14.0	0.0	24.1	55	97
017L	304	16	1	FA	5.9	5.9	15.0	8.2	0.7	28.4	0	9
017L	304	16	2	A	6.0	2.5	14.0	10.0	1.0	35.3	9	24
017L	304	16	3	FA	5.6	1.0	11.0	13.7	0.3	44.9	24	45
017L	304	16	4	F	5.4	0.5	10.5	14.0	0.3	53.0	45	70
017L	304	16	5	Fa	5.7	0.2	15.0	13.9	0.4	47.1	70	96
017L	304	16	6	Fa	6.1	0.2	19.05	13.9	0.5	26.2	96	130
018L	303	14	1	FA	5.7	4.5	9.5	7.1	0.4	30.0	0	18
018L	303	14	2	FA	6.2	1.0	9.5	9.3	0.3	31.0	18	36
018L	303	14	3	FA	6.4	0.5	13.0	13.3	0.2	44.4	36	83
019L	303	25	1	FAL	6.2	3.4	18.0	13.3	0.0	40.7	0	14
019L	303	25	2	FAL	6.2	2.0	23.5	14.0	0.1	50.8	14	26
019L	303	25	3	F FA	6.5	1.5	28.5	12.0	0.1	50.8	26	45
019L	303	25	4	F	6.5	1.0	24.5	14.0	0.1	53.0	45	58
020L	401	23	1	F	5.4	2.0	3.5	0.9	0.2	9.6	0	13
020L	401	23	2	A	5.3	0.5	7.0	1.7	0.0	12.8	13	43
020L	401	23	3	A	5.0	0.5	11.5	2.3	0.0	20.9	43	75
020L	401	23	4	A	5.8	0.2	11.0	2.3	0.0	18.2	75	140
022L	403	20	1	Fa	6.3	2.5	8.5	2.3	0.3	14.5	0	12
022L	403	20	2	FA	5.9	1.0	10.0	3.7	0.2	18.7	12	26
022L	403	20	3	A	5.8	0.2	26.5	9.5	0.1	35.8	26	51
022L	403	20	4	AL	6.2	0.2	16.5	6.1	0.1	23.0	51	90
022L	403	20	5	A	6.2	0.2	37.5	14.0	0.2	48.2	90	120
022L	403	20	6	AL	6.5	0.2	20.0	7.0	0.1	21.4	120	140
023L	404	19	1	F FL	5.5	3.0	2.5	1.2	0.1	13.4	0	8
023L	404	19	2	A	6.1	1.0	2.0	0.4	0.0	9.6	8	23
023L	404	19	3	A	6.0	0.5	2.5	0.6	0.0	9.6	23	55
023L	404	19	4	A	5.8	0.5	2.5	0.5	0.0	9.6	55	98
023L	404	19	5	A	5.5	0.5	2.0	0.4	0.0	9.6	98	140
024L	404	19	1	F FL	5.5	3.0	2.5	1.2	0.1	13.4	0	8
024L	404	19	2	A	6.1	1.0	2.0	0.4	0.0	9.6	8	23
024L	404	19	3	A	6.0	0.5	2.5	0.6	0.0	9.6	23	55
024L	404	19	4	A	5.8	0.5	2.5	0.5	0.0	9.6	55	98
024L	404	19	5	A	5.5	0.2	2.0	0.4	0.0	9.6	98	140
025L	405	24	1	Faa	6.0	2.4	4.5	1.9	0.2	16.1	0	18
025L	405	24	2	A	5.6	1.5	6.5	3.0	0.1	15.0	18	37
025L	405	24	3	A	5.3	1.0	6.5	4.5	0.0	18.7	37	64
025L	405	24	4	A	5.4	0.5	7.0	5.3	0.0	20.9	64	103
025L	405	24	5	A	5.5	0.5	7.5	5.8	0.1	18.2	103	150
026L	406	21	1	FA	6.7	3.0	11.5	7.9	0.4	39.5	0	14
026L	406	21	2	F	6.7	2.5	16.5	10.4	0.4	34.2	14	44
026L	406	21	3	Fa F	6.9	0.5	12.5	9.5	0.0	36.4	44	86
026L	406	21	4	FAa	6.8	3.5	25.0	10.5	0.0	37.5	86	130
027L	407	22	1	FA	5.4	3.5	9.5	5.8	0.4	19.8	0	15
027L	407	22	2	FA	5.3	3.4	9.0	5.7	0.4	24.1	15	32
027L	407	22	3	A	5.6	1.5	7.0	5.8	0.1	18.7	32	66
027L	407	22	4	A	5.7	0.5	10.0	10.5	0.3	32.1	66	105
027L	407	22	5	A	5.6	0.2	12.0	1.1	0.1	34.2	105	150

Continúa Cuadro 2.

No. De Expto.	Sitio	No. de perfil	No. de Horiz.	Textura	pH	MO%	Extractables (meq/100q suelo)			CIC	Profund. Superior	Profund Inferior
							Ca	Mg	K			
028L	804	11	1	Faa	5.1	2.0	4.0	1.0	0.1	13.4	0	13
028L	804	11	2	A	5.2	1.5	5.0	1.1	0.1	19.8	13	40
028L	804	11	3	A	5.1	0.5	7.0	1.0	0.1	20.3	40	89
028L	804	11	4	A	5.2	0.5	8.0	1.3	0.2	19.3	89	150
029L	805	9	1	FA	4.7	2.0	2.5	0.7	0.1	16.1	0	15
029L	805	9	2	A	4.7	1.0	2.0	0.4	0.0	10.8	15	42
029L	805	9	3	A	5.2	0.2	2.0	0.5	0.0	10.2	42	97
029L	805	9	4	A	4.9	0.2	2.0	0.5	0.1	11.8	97	150
032L	809	13	1	F	5.4	3.0	4.5	1.3	0.2	10.7	0	14
032L	809	13	2	A	5.4	1.5	3.5	0.7	0.0	17.1	14	39
032L	809	13	3	A	5.6	1.0	3.0	0.5	0.1	18.7	39	64
032L	809	13	4	A	5.7	0.5	3.0	0.5	0.0	19.3	64	95
032L	809	13	5	A	5.5	0.2	4.0	0.7	0.0	22.5	95	140
033L	810	4	1	Aa	5.8	2.5	3.5	0.1	0.1	15.0	0	14
033L	810	4	2	FA	5.8	1.0	2.5	0.9	0.0	13.4	14	39
033L	810	4	3	FA	5.7	0.2	1.5	0.6	0.0	12.3	39	66
033L03	810	4	4	FA	5.4	0.2	1.5	0.6	0.0	14.5	66	103
3L	810	4	5	FFA	5.4	1.0	2.0	0.5	0.0	10.7	103	150
034L	811	2	1	AL A	6.6	4.0	32.5	13.2	0.2	54.6	0	20
034L	811	2	2	Fa	6.8	1.0	33.5	14.0	0.1	78.6	20	45
034L	811	2	3	A	6.6	1.5	29.0	13.3	0.0	47.1	45	72
034L	811	2	4	FA	6.4	1.0	31.5	14.0	0.0	52.4	72	119
034L	811	2	5	FAL	6.3	1.0	32.0	14.0	0.0	62.1	119	140
036L	807	1	1	A	6.3	2.5	30.0	10.0	0.1	51.9	0	18
036L	807	1	2	A	7.0	2.0	36.0	12.6	0.1	49.8	18	58
036L	807	1	3	A	8.1	1.5	36.5	12.9	0.0	48.7	58	103
036L	807	1	4	A	8.2	1.0	32.5	10.5	0.0	46.0	103	150
037L	200	26	1	A	6.2	3.9	10.5	6.1	0.1	19.3	0	14
037L	200	26	2	A	6.2	3.9	10.5	6.1	0.4	20.9	14	40
037L	200	26	3	A	6.0	2.0	8.5	7.0	0.1	17.7	40	67
037L	200	26	4	A	6.0	1.0	10.0	9.8	0.0	24.1	67	115
039L	813	12	1	Fa F	5.6	2.5	4.5	1.8	0.3	14.5	0	18
039L	813	12	2	A	5.8	2.0	5.0	1.3	0.1	14.5	18	64
039L	813	12	3	A	5.8	1.5	9.0	8.5	0.1	22.5	64	105
039L	813	12	4	A	5.6	0.2	6.5	1.3	0.0	15.5	105	150
040L	813	15	1	AL	5.6	4.5	8.0	6.8	0.2	38.5	0	11
040L	813	15	2	AL	5.4	2.0	2.5	3.4	0.1	26.8	11	36
040L	813	15	3	Fa	5.6	1.0	10.5	10.0	0.1	35.8	36	58
040L	813	15	4	FA	5.3	0.2	3.0	10.0	0.1	49.8	58	102
041L	814	8	1	AL	5.3	4.0	17.5	9.6	0.3	39.6	0	12
041L	814	8	2	A	5.0	2.0	11.0	6.3	0.3	40.7	12	36
041L	814	8	3	FA	5.1	2.0	12.0	7.8	0.4	46.7	36	64
041L	814	8	4	Fa F	5.0	0.2	20.0	10.1	0.3	52.4	64	-
042L	306	7	1	FA	6.4	5.0	14.0	4.9	0.3	32.1	0	10
042L	306	7	2	FA FAL	6.1	2.5	17.5	6.2	0.2	32.6	10	26
042L	306	7	3	Fa	6.6	0.2	20.0	6.4	0.3	34.2	26	-
043L	307	25	1	FAL	6.2	3.4	18.0	13.9	0.3	40.7	0	14
043L	307	25	2	FAL	6.2	2.0	23.5	14.0	0.1	50.8	14	26
043L	307	25	3	FFA	6.5	1.5	28.5	12.0	0.1	50.8	26	45
043L	307	25	4	F	6.5	1.0	24.5	14.0	0.1	53.0	45	58

Continúa Cuadro 2.

No. De Expto.	Sitio	No. de perfil	No. de Horiz.	Textura	pH	MO%	Extractables (meq/100q suelo)			CIC	Profund. Superior	Profund. Inferior
							Ca	Mg	K			
045L	308	18	1	FA	6.5	1.5	11.5	10.5	0.1	36.4	0	17
045L	308	18	2	A	5.7	3.0	10.0	4.7	0.6	28.4	17	45
045L	308	18	3	FAL	6.0	0.2	12.5	10.4	0.1	30.0	45	85
045L	308	18	4	A	6.2	0.2	20.0	10.5	0.1	40.1	85	130
046L	815	3	1	F FA	6.3	2.5	33.0	13.1	1.0	61.0	0	19
046L	815	3	2	Fa	6.3	0.5	28.5	10.4	0.5	60.5	19	40
046L	815	3	3	aF FA	6.7	0.5	32.5	12.9	0.1	62.6	40	93
052L	303	14	1	FA	5.7	4.5	9.5	7.1	0.4	30.0	0	18
052L	303	14	2	FA	6.2	1.0	9.5	9.3	0.3	31.0	18	36
052L	303	14	3	FA	6.4	0.5	13.0	13.3	0.2	44.4	36	83
056L	303	14	1	FA	5.7	4.5	9.5	7.1	0.4	30.0	0	18
056L	303	14	2	FA	6.2	1.0	9.5	9.3	0.3	31.0	18	36
056L	303	14	3	FA	6.4	0.5	13.0	13.3	0.2	44.4	36	83
057L	203	27	1	FA	5.8	2.4	6.5	4.8	0.1	17.1	0	16
057L	203	27	2	A	5.8	1.0	4.0	6.6	0.1	17.1	16	60
057L	203	27	3	A	5.6	0.2	4.0	9.6	0.1	17.1	60	85
057L	203	27	4	A	5.9	0.2	5.0	12.0	0.1	21.4	85	103

Altura total

De acuerdo con las tablas, los crecimientos en altura se clasifican del siguiente modo:

- Excelentes > 3.5 m.
- Altos entre 2.6 a 3.4 m.
- Medios entre 1.6 a 2.5 m.
- Bajo < 1.5 m

Los mejores crecimientos (IMA) en altura de 3.5 a 4.24 m en Panamá, se obtuvieron en sitios como el Corozo de Parita en Herrera, con las siguientes características: Temperatura media anual de 27.6 °C, 1149 mm de precipitación, altitud de 25 msnm y zona de vida bosque seco tropical.

Los análisis de suelo a 50 cm de profundidad indican que el suelo es textura arcillosa, poco ácido (pH 6.0) bajo en fósforo, alto en calcio y magnesio, bajo en aluminio, alta capacidad de intercambio catiónico y medio en materia orgánica; además se aplicó fósforo al momento del establecimiento de la plantación, al fondo del hoyo y luego dos aplicaciones en media luna durante los dos primeros años, lo que indica que la especie crece muy bien en este tipo de sitio más la fertilización con fósforo.

Otros sitios donde se obtuvieron excelentes crecimientos fue en el Chirú de Antón, con temperatura media de 27.5 °C, precipitación de 666 mm y altitud de 40 msnm, suelo del orden de los inceptisoles con alto contenido de bases y materia orgánica, correspondiendo a los dos sitios de mejores crecimientos con mismo tipo de orden de suelo.

Los altos crecimientos en altura de 2.6 a 3.4 m, se lograron en 8 sitios de los cuales 5, corresponden a la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T), con altitud que oscila entre 25 y 80 msnm; temperatura media de 26.6°C a 27.3°C; con precipitación entre 1162 a 1382 mm; suelo de textura franco arcillosa, con pH óptimo que está entre 5.6 a 6.4; óptimo contenido de bases, calcio (Ca) y magnesio (Mg) y medio en materia orgánica; óptimo en potasio (K), con buena capacidad de intercambio catiónico. Los análisis de suelo han mostrado deficiencias en fósforo. Estos sitios se ubican en la zona central del país: Ingenio Varela, Las Cabras en Pesé, Loma Larga y La Mina de Los Santos.

Los dos sitios del bosque húmedo tropical (bh-T), donde *E. camaldulensis* ha presentado alto crecimiento en altura total, presentan características muy similares, por ejemplo la altitud está entre 89 y 100 msnm; temperatura media entre 26.7 y 27.9°C; precipitaciones mayores entre 1569 a 1810 mm; suelo de textura franca arcillosa; pH óptimo de 6.4; buen contenido de calcio (Ca) 4.2 y magnesio (Mg) 4.9 y medio en materia orgánica. Estos sitios se ubican en Los Llanos de Ocú y el Primer Ciclo de Tonosí.

Los crecimientos medios en altura 1.5 a 2.5 m, se obtuvieron en 18 sitios; 10 en el bosque seco tropical (bs-T), los cuales presentan las siguientes características: Altitud de 20 hasta 80 msnm; temperatura de 26.9 a 27.5°C; precipitación promedio entre 1149 a 1647 mm; suelo con textura de arcillosa a franco arcillosa; pH de 5.3 a 5.6; ácidos, bajos en calcio (Ca), magnesio (Mg) y materia orgánica; medio en potasio (K); con baja capacidad de intercambio catiónico. Estos sitios están ubicados en: Las Lajas de Macaracas, Pesé de Herrera, El Corozal de Macaracas, Los Olivos de Los Santos, San Francisco de Veraguas, Chepo de Panamá, El Cacao de Tonosí, Primer Ciclo de Valle Rico en Las Tablas, Pueblo Nuevo de Antón, Aguadulce en Coclé, Cabuya de Chame, Cabuya de Antón, Garicín de Coclé y Montijo de Veraguas.

Los bajos crecimientos en altura, menor de 1.5 m, se registraron en los siguientes sitios: El Chumical y el Salado de Antón, La Mesa de Macaracas, Las Animas de Ocú, Pocrí de Aguadulce, Las Cabras de Pesé, Llano de la Cruz en Veraguas, Río Hato, Las Lajas de Coclé, La Pintada de Penonomé, Las Tablas en Los Santos y el Roble de Aguadulce. El mayor porcentaje de estos sitios pertenecen al bosque húmedo tropical (bh-T), con temperatura que fluctúan entre 25.7 y 27.9°C; precipitación 1149 a 1975 mm y altitud de 25 a 180 msnm. Suelos con textura arcillosas, ácidos, bajo en materia orgánica, calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K).

Crecimiento en diámetro

De acuerdo a la tabla de rango de crecimiento, se establece la siguiente categorización de crecimiento en diámetro.

Excelentes	>	3.5 cm.
Altos	entre	2.5 a 3.4 cm.
Medios	entre	1.5 a 2.4 cm.
Bajo	<	1.4 cm.

Al igual que el crecimiento en altura, el crecimiento en diámetro es similar en los sitios, de acuerdo al rango establecido.

El mayor porcentaje de estos sitios pertenece al bosque húmedo tropical, con temperatura media que fluctúa entre 25.7 y 27.79 °C, precipitación de 1149 a 1975 mm y altitud de 25 a 180 msnm. Suelos con textura arcillosa, franco arcillosa, ácido, bajo en materia orgánica, calcio (Ca) magnesio (Mg) y potasio (K). La sobrevivencia está en promedio de 60 a 75 %, notándose el mayor porcentaje de supervivencia en sitios de menor contenido de arcilla.

Limitaciones para el crecimiento

De acuerdo con los sitios experimentales, *camaldulensis* tiene limitaciones en crecimiento en altura total y diámetro, en suelos pesados de textura arcillosa, compactados que impiden la penetración de las raíces. También es bajo el contenido de bases; por otro lado, debe considerarse el efecto de hongos como el *Diaporthe cubensis*.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la matriz de investigación silvicultural en Panamá, se establecieron 62 experimentos en 53 sitios, de diferentes zonas de vida, cubriéndose un considerable rango de investigación con *E. camaldulensis*.
2. Los resultados de los sitios experimentados y analizados indican que la especie muestra buenos crecimientos en los suelos de textura franco arcillosa, con buen contenido de bases, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico.
3. Debido al buen crecimiento y uso de la madera, en Panamá esta especie es muy bien aceptada por los finqueros.
4. *E. camaldulensis* es una especie de gran potencial para la reforestación en Panamá por su adaptación, crecimiento, características de la madera y utilidades.

RECOMENDACIONES

1. Antes de establecer plantaciones con *E. camaldulensis*, se recomienda efectuar análisis de las propiedades físicas y químicas de suelos, con la finalidad de comparar los resultados del análisis con los sitios donde se han tenido los mejores crecimientos.
2. Definir los objetivos o productos deseados antes de iniciar el establecimiento de las plantaciones de *E. camaldulensis* para seleccionar el espaciamiento más apropiado.
3. Ampliar la investigación en cuanto al manejo y la fertilización.
4. Hacer estudios sobre la calidad y los procesos en la producción de carbón.
5. Promover más la especie en el sector industrial, no sólo para leña sino para otros usos, tales como madera torneada, muebles finos y otros.
6. Hacer investigación dirigida al manejo y turno de aprovechamiento óptimo, de acuerdo con el producto deseado.

BIBLIOGRAFIA

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en Centro América. Informe técnico No. 86. Turrialba, Costa Rica. 189 p.
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor, Tomo 2. Guía de especies. Turrialba, Costa Rica, 778 p.
- Martínez, H. 1990. Camaldulensis, especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 158. 58 p.
- National Academy of Sciences-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984. Especies para Leña, Arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. De la versión inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica. 341 p.



Trabajo elaborado con madera de *Eucalyptus camaldulensis*



Plantación de *E. camaldulensis* de 12 años de edad.



Crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis* en Azuero, Panamá.

Especie: *Leucaena leucocephala*.

Redactora: Daysi González.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

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

Nombre común: Leucaena.

Familia: Leguminosae.

Sub Familia: Mimosoidae.

Origen y distribución:

La leucaena es originaria de América Tropical, desde el Sur de México hasta Nicaragua, incluyendo Guatemala, Honduras y El Salvador. Desde la época de la conquista de México, los españoles llevaron la especie a Filipinas y luego fue introducida en las Islas del Pacífico, Indonesia, Malasia, Papua-Nueva Guinea y el Sureste de Asia.

En Panamá, la especie fue introducida en 1981 por el proyecto Madeleña, cuando se establecieron los primeros ensayos para producción de leña y carbón.

Descripción de la especie

La leucaena es un árbol perenne, de copa ligeramente abierta y rala. De acuerdo con la variedad, es posible encontrar árboles desde cinco hasta 30 m de altura. El diámetro puede alcanzar de 20 a 30 cm; el fuste usualmente es torcido y generalmente se bifurca a diferentes alturas. Las hojas son alternas, bipinadas de 10 a 20 cm de largo, con cuatro a nueve pares de pinas y con una glándula al final del último par de pinas. Las flores son blancas y en forma de 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 jóvenes y color café cuando maduras, normalmente con 15 ó 20 semillas. Las semillas son elípticas, de 3 a 4 mm de ancho de color café brillante.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

La leucaena se adapta a una amplia gama de sitios con diversas condiciones de clima y suelo. Crece desde el nivel del mar hasta 800 ó 900 msnm. En Panamá, la *Leucocephala* se ha plantado desde los 14 msnm, como por ejemplo en el área Metropolitana y hasta los 135 msnm en Herrera (Ocú).

Esta especie crece en sitios donde la precipitación promedio anual varía desde los 600 hasta los 1800 mm.

En Diamond Head, Hawaii, donde la precipitación media anual es de 300 mm, la leucaena es una de las especies principales (Brewbaker, 1985). No obstante, en América Central se ha plantado exitosamente en sitios con mayor precipitación, como por ejemplo en Costa Rica, donde esta especie ha mostrado un incremento medio anual (IMA) de 2.9 m en altura total y 2.4 cm en DAP (CATIE, 1991).

En sitios como Pavones de Turrialba, Costa Rica, donde la precipitación alcanza hasta 2600 mm al año y no hay una estación seca bien definida, los árboles muestran poco vigor y crecimientos muy pobres (Salazar *et al* ,1987)

En Panamá se establecieron ensayos para evaluar el crecimiento y adaptabilidad de la especie en sitio con precipitación que varía desde los 666 mm hasta 1810 mm, en Coclé y Los Santos respectivamente. En cuanto a la temperatura, esta especie se adapta bien a temperaturas media anual, entre los 22 y los 30°C.

En Panamá, esta especie se ha adaptado a temperaturas que varían desde los 26.6 °C hasta los 27.9 °C ubicados en las zonas de vida (Sistema Holdridge) bosque seco tropical, bosque húmedo tropical, bosque seco premontano y bosque húmedo premontano.

Suelos

Los estudios de adaptación y rendimiento realizados con *Leucaena leucocephala* han mostrado que esta especie no se adapta a suelos con mal drenaje, compactados ni ácidos. Los mejores resultados se han obtenido en suelos moderadamente ácidos con pH 6.5 a pH 7.5.

En Panamá esta especie fue plantada en un amplio rango de suelos, que van desde arcillas, franco arenosas, franco limosas hasta franco arcilloso limoso en cuanto a su textura. Esta especie se ha plantado en sitios con pH desde 4.7 (ácido hasta 7.0) que se consideran como sitios altos y bajos.

En cuanto a materia orgánica, esta especie se ha plantado en sitios con contenido de materia orgánica que varía, desde 0.2% hasta 5.0%. Los elementos menores como calcio (Ca), magnesio (Mg) se consideran entre óptimos y altos, para los sitios establecidos. El potasio (K) para algunos sitios se considera entre bajo y óptimo.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La leucaena es muy versátil, es utilizada como árbol de usos múltiples, además presenta rápido crecimiento. Por el alto valor calorífico (4200 a 4600 Kcal/ Kg) en el lugar de origen es utilizada para la producción de leña y carbón.

Debido a que rebrota fácilmente, es utilizada como fuente renovable de tutores para hortalizas y otros requerimientos de actividades agrícolas, también es usada para forraje en la alimentación del ganado.

La madera tiene alto potencial para pulpa y papel, puede ser utilizada en la construcción de muebles rústicos (González, 1991).

En Panamá esta especie se utiliza para la producción de leña y carbón como también para tutores de hortalizas, en obras de conservación de suelos (como fijadora de nitrógeno) en sistemas agroforestales y silvopastoriles y sombra para el ganado.

SILVICULTURA

Regeneración natural

Leucaena leucocephala es una especie que puede reproducirse fácilmente por regeneración natural, cuando la semilla dispone de terreno libre de competencia de malezas, en suelos no endurecidos. En presencia de humedad, las semillas germinan pocos días después de la apertura de los frutos. En algunas plantaciones de esta especie, podemos encontrar abundante regeneración al inicio de la época lluviosa. En plantaciones cerca de terrenos agrícolas, se ha detectado invasión por la regeneración natural (CATIE, 1986).

En Panamá, se observa a lo largo de la vía Panamericana, desde la Provincia de Coclé hasta la Provincia de Los Santos, una gran regeneración natural producto de plantaciones o árboles individuales, plantados en fincas de productores y ganaderos, la semilla se trasplanta por la arriera (*Atta* sp.) y en algunos casos por el hombre. En algunas plantaciones establecidas en la Provincia de Herrera y Los Santos (Loma Larga), igual que en la Cuenca del Canal de Panamá, se ha observado que esta especie ha tenido una alta regeneración natural.

Recolección de semillas

La recolección de semillas de leucaena usualmente se realiza en los meses de marzo a mayo cuando la semilla inicia su período de madurez. La semilla se produce en vainas de hasta 20 cm de largo, apareciendo en cabezas florales de 30 o más vainas. Las vainas hay que cortarlas antes de que se abran; luego deben ser secadas exponiéndolas al sol, sobre mallas o lonas durante un día para abrir las vainas y sacar las semillas, luego purificarlas y reducirles la humedad hasta un 13%, antes de almacenarlas a 5°C. Si no se tiene el cuidado de almacenar las semillas en cámaras frías, pueden perder la viabilidad en menos de un año. En promedio, leucaena produce 18000 semillas/Kg (CATIE, 1991).

En Panamá se ha utilizado semilla de procedencias traídas por medio del CIAT-Colombia; K-72 A-Hawaii; BLSF-2179 (CATIE), entre otras. En algunos lugares se ha observado ataque de insectos tales como la hormiga cortadora conocida como arriera (*Atta* spp), en Los Santos y Herrera.

Producción en viveros

En general, la semilla de leucaena no ha presentado problemas de germinación en viveros. Generalmente hay que aplicar un tratamiento pregerminativo, que consiste en sumergirla por 2 a 3 minutos en agua caliente (80°C), seguido de inmersión en agua fría (temperatura ambiente) por 24 horas.

Usualmente, en Panamá se utilizan las técnicas de pregerminación de la semilla y la siembra se realiza en semilleros confeccionados en bancales o camas semilleras, introduciendo una o dos semillas por hoyo. Si el porcentaje de viabilidad es alto, la germinación de las semillas se da en un período de 3 a 5 días; el repique de plántulas se inicia cuando aparecen las hojas verdaderas o en estado de cabeza de fósforo, de 5 a 8 días después de la germinación.

Es necesario tener buen control de humedad y prevenir el ataque de arrieras, ya que se han detectado ataques de arrieras en semilleros de vivero de Los Santos y Coclé.

El repique se realiza en bolsas de polietileno; luego se espera de 12 a 15 semanas, para ser llevadas al campo o cuando las plántulas hayan alcanzado una altura de 30 a 45 cm.

Preparación del sitio

En general las labores más frecuentes previas a la plantación son la limpieza del área en forma manual o mecanizada y quemas de malezas.

En Panamá usualmente se utiliza el desmonte del área en forma manual (machete). Esta práctica es utilizada principalmente por el pequeño agricultor y la preparación del terreno con maquinaria realizando uno o dos pases de rastras. Estas labores son realizadas durante los dos primeros años de plantación, realizándose de dos a tres limpiezas por año. Después de los dos primeros años, se realiza una limpieza, dependiendo de la necesidad. También debe realizarse un cuidadoso control de insectos, principalmente arrieras del género *Atta*.

En Panamá, al inicio de 1980-1981 cuando se establecieron los primeros ensayos para identificar la adaptabilidad de especie, se utilizaron diferentes densidades de plantación de acuerdo con el objetivo de producción.

Fertilización

En Panamá, generalmente se utiliza abono completo (N P K) en proporciones de dos onzas por hoyo al inicio de la plantación; en algunos lugares como Coclé y Herrera, utilizan abono orgánico (gallinaza). Cabe señalar que esta especie fue plantada, al inicio en parcelas de ensayos para evaluar principalmente la adaptabilidad de la especie; hasta la fecha no se han realizado ensayos de fertilización para determinar el crecimiento y rendimiento de esta especie como respuesta a la utilización de diferentes proporciones y tipo de abonos.

En algunos países, como por ejemplo en República Dominicana, Martínez informa que no obtuvo respuesta a 50 kg/ha de N; 150 kg/ha de P₂O₅ y 100 kg/ha de K, comparado con el control no fertilizado, aunque los suelos eran diferentes en P y K. Es sabido que la leucaena se asocia con micorrizas que facilitan la fijación de P, aun en suelos deficientes (NAS. 1977; Yost, 1981; Passingham, *et al*, 1971; Savery *et al*; 1980, citados en CATIE. 1991).

Sistemas agroforestales

La integración de árboles con cultivos y/o animales es vista como un sistema muy apropiado para pequeños y medianos productores. En Panamá estas prácticas de cultivo se han venido desarrollando por muchos años.

Después de analizados los ensayos realizados por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, cuyo objetivo era investigar las especies más apropiadas para leña y carbón, se inició el asocio de leucaena con cultivos agrícolas en las provincias de Herrera y Los Santos, posteriormente en Coclé y Veraguas. En la actualidad esta especie ha sido muy apreciada por los agricultores, los cuales la utilizan en asocio con algunos granos básicos como maíz y frijol, que componen elementos básicos de su dieta.

En las Provincias de Herrera y Los Santos, se ha plantado para la producción de forraje para el ganado.

Podas y raleo

Por ser una especie precoz en su crecimiento, en Panamá se ha plantado para el aprovechamiento en turnos muy cortos (2 a 3 años) en la producción de leña y forraje, por lo que no se ha requerido de las prácticas silviculturales como podas y raleos.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Estos resultados están basados en el análisis de la investigación silvicultural, realizados en Panamá a partir de 1981 hasta 1986, período en que se establecieron 153 parcelas para investigación y 31 experimentos con *Leucaena leucocephala*. En los cuadros 1 y 2 se presentan las características de suelos y clima de los sitios de investigación.

Cuadro 1. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Leucaena leucocephala* en Panamá.

Sitio Nombre	No. No.	No. Exp.	Altitud (msnm)	TMA ° C	PMA (mm)	Zona de vida Holdrige
Tocumen, Panamá	701	005L	14	27.5	1149	bh T
Los Higos, Parita, Herrera	301	006L	30	27.5	1149	bs T
Los Higos, Parita, Herrera	301	007L	30	27.5	1149	bs T
Los Angeles, Los Santos	804	010L	25	27.3	1210	bs T
Los Santos, Los Santos	805	013L	25	27.3	1210	bs T
Los Santos, Los Santos	806	014L	16	27.3	1210	bs T
2.1 km, Pesé, Herrera	305	016L	0	27.2	1382	bs T
9 km este, Pesé, Herrera	303	018L	60	27.2	1382	bs T
9 km este, Pesé, Herrera	303	019L	60	27.2	1382	bs T
Pueblo Nuevo, Antón, Coclé	402	021L	0	27.5	1149	-
Los Santos, Los Santos	805	029L	25	27.3	1210	bs T
Los Santos, Los Santos	809	032L	0	27.5	1149	-
Agua Buena, Los Santos	812	035L	50	26.6	1162	-
4 km, Macaracas, La Arena	306	042L	0	0.0	1810	bh T
Los Pozos, Herrera						
Ocú, Herrera	307	043L	0	27.5	1149	-
10 km, Ocú, Ocú, Herrera	308	044L	0	27.5	1149	bh T
10 km, Ocú, Ocú, Herrera	308	045L	0	27.5	1149	bh T
Veraguas, Santiago, Divisa	202	047L	0	27.5	1149	-
Los Angeles, Los Santos,	804	048L	25	27.3	1210	bs T
2 km, Las Tablas, Los Santos	817	051L	0	26.9	1145	bs T
Antón, Río Hato, Coclé	409	054L	0	27.5	666	bs T
Agua Dulce, Pocri, Coclé	410	055L	0	26.9	1725	bh T
Los Angeles, Los Santos	804	063L	25	27.3	1210	bs T
2 km este, Las Tablas	818	064L	0	26.9	1145	bs T
Los Santos						
9 km este, Pesé, Herrera	303	069L	60	27.2	1382	bs T
Coclé	415	075L	0	27.5	1149	bs T
3 km Calabacito	205	076L	100	27.5	1149	bh T
2 km Macaracas	822	090L	80	26.6	1810	bh T

Cuadro 2. Características físicas y químicas de los horizontes de suelos donde se ha establecido *L. leucocephala* en Panamá.

NUMERO DE EXPTO	SITIO	NUMERO DE PERFIL	NUMERO DE HORIZONTE	TEXTURA	pH	MO%	EXTRACTABLES Meq/100g SUELO			CIC	PROFUND SUPERIOR	PROFUND INFERIOR
							Ca	Mg	K			
010L	804	11	1	FAa	5.1	2.0	4.0	1.0	0.1	13.4	0	13
010L	804	11	2	A	5.2	1.5	5.0	1.1	0.1	19.8	13	40
010L	804	11	3	A	5.1	0.5	7.0	1.0	0.1	20.3	40	89
010L	804	11	4	A	5.2	0.5	8.0	1.3	0.2	19.3	89	150
013L	805	9	1	FA	4.7	2.0	2.5	0.7	0.1	16.1	0	15
013L	805	9	2	A	4.7	1.0	2.0	0.4	0.0	10.8	15	42
013L	805	9	3	A	5.2	0.2	2.0	0.5	0.0	10.2	42	97
013L	805	9	4	A	4.9	0.2	2.0	0.5	0.1	11.8	97	150
016L	305	17	1	A	6.3	3.0	16.0	9.9	0.2	31.6	0	14
016L	305	17	2	A	6.0	1.5	10.5	7.5	0.1	35.8	14	36
016L	305	17	3	A	6.4	1.0	10.5	7.7	0.1	63.1	36	59
016L	305	17	4	A	5.7	0.5	19.5	13.7	0.1	57.8	59	96
016L	305	17	5	A	5.7	0.2	22.0	14.0	0.1	53.5	96	120
016L	305	17	6	FA FAL	5.7	0.5	24.5	14.0	0.1	57.8	120	150
018L	303	14	1	FA	5.7	4.5	9.5	7.1	0.4	30.0	0	18
018L	303	14	2	FA	6.2	1.0	9.5	9.3	0.3	31.0	18	36
018L	303	14	3	FA	6.4	0.5	13.0	13.3	0.2	44.4	36	83
019L	303	25	1	FAL	6.2	3.4	18.0	13.9	0.3	40.7	0	14
019L	303	25	2	FAL	6.2	2.0	23.5	14.0	0.1	50.8	14	26
019L	303	25	3	FFA	6.5	1.5	28.5	12.0	0.1	50.8	26	45
019L	303	25	4	F	6.5	1.0	24.5	14.0	0.1	53.0	45	58
029L	805	9	1	FA	4.7	2.0	2.5	0.7	0.1	16.1	0	15
029L	805	9	2	A	4.7	1.0	2.0	0.4	0.0	10.8	15	42
029L	805	9	3	A	5.2	0.2	2.0	0.5	0.0	10.2	42	97
029L	805	9	4	A	4.9	0.2	2.0	0.5	0.1	11.8	97	150
032L	809	13	1	F	5.4	3.0	4.5	1.3	0.2	10.7	0	14
032L	809	13	2	A	5.4	1.5	3.5	0.7	0.0	17.1	14	39
032L	809	13	3	A	5.6	1.0	3.0	0.5	0.1	18.7	39	64
032L	809	13	4	A	5.7	0.5	3.0	0.5	0.0	19.3	64	95
032L	809	13	5	A	5.5	0.2	4.0	0.7	0.0	22.5	95	140
035L	812	5	1	FFA	6.3	1.0	26.0	0.6	0.2	38.5	0	20
035L	812	5	2	F	6.5	0.5	17.5	11.3	0.0	36.9	20	50
035L	812	5	3	FFA	7.0	0.5	22.0	12.3	0.0	42.3	50	130
042L	306	7	1	FA	6.4	5.0	14.0	4.9	0.3	32.1	0	10
042L	306	7	2	FA FAL	6.1	2.5	17.5	6.2	0.2	32.6	10	26
042L	306	7	3	Fa	6.6	0.2	20.0	6.4	0.3	34.2	26	--
043L	307	25	1	FAL	6.2	3.4	18.0	13.9	0.3	40.7	0	14
043L	307	25	2	FAL	6.2	2.0	23.5	14.0	0.1	50.8	14	26
043L	307	25	3	FFA	6.5	1.5	28.5	12.0	0.1	50.8	26	45
043L	307	25	4	F	6.5	1.0	24.5	14.0	0.1	53.0	45	58
044L	308	18	1	FA	6.5	1.5	11.5	10.5	0.1	36.4	0	17
044L	308	18	2	A	5.7	3.0	10.0	4.7	0.6	28.4	17	45
044L	308	18	3	FAL	6.0	0.2	12.5	10.4	0.1	30.0	45	85
044L	308	18	4	A	6.2	0.2	20.0	10.5	0.1	40.1	85	130
045L	308	18	1	FA	6.5	1.5	11.5	10.5	0.1	36.4	0	17
045L	308	18	2	A	5.7	3.0	10.0	4.7	0.6	28.4	17	45
045L	308	18	3	FAL	6.0	0.2	12.5	10.4	0.1	30.0	45	85
045L	308	18	4	A	6.2	0.2	20.0	10.5	0.1	40.1	85	130
048L	804	11	1	FAa	5.1	2.0	4.0	1.0	0.1	13.4	0	13
048L	804	11	2	A	5.2	1.5	5.0	1.1	0.1	19.8	13	40
048L	804	11	3	A	5.1	0.5	7.0	1.0	0.1	20.3	40	89
048L	804	11	4	A	5.2	0.5	8.0	1.3	0.2	19.3	89	150
063L	804	11	1	FAa	5.1	2.0	4.0	1.0	0.1	13.4	0	13
063L	804	11	2	A	5.2	1.5	5.0	1.1	0.1	19.8	13	40
063L	804	11	3	A	5.1	0.5	7.0	1.0	0.1	20.3	40	89
063L	804	11	4	A	5.2	0.5	8.0	1.3	0.2	19.3	89	150

Sobrevivencia

Con base en los resultados obtenidos, se muestra que se adaptó a las condiciones, tanto de clima como de suelos, ya que el 93% de las parcelas presentan un alto porcentaje de sobrevivencia durante los primeros años (>60%) y un 7%, presenta una sobrevivencia baja (<60%), estos últimos sitios se ubican en Pesé, Provincia de Herrera; Aguadulce Pocrí (Avícola Elvia); Ocuí (Los Llanos); Agua Buena en Los Santos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos de Crecimiento de los experimentos de *Leucaena leucocephala* establecidos por el Proyecto MADELEÑA en Panamá

No. SITIO	No. EXP.	COTRAT	EDAD EN MESES	ESPAC. INICIAL (m x m)	DENSIDAD (Árb/Ma)	SUPERVIV. %	ALTURA (m)		DAP (cm)	
							\bar{X}	IMA	\bar{X}	IMA
303	018L	CREC.002	54	2.00 x 2.00	2500	84	-	-	-	-
303	019L	CREC.001	24	2.00 x 2.00	2500	96	0.10	0.050	3.90	1.95
812	035L	CREC.003	11	1.00 x 1.00	10000	52	0.10	0.109	-	-
812	035L	CREC.002	11	1.00 x 1.00	10000	96	0.30	0.327	2.40	2.61
307	043L	CREC.002	39	2.00 x 2.00	2500	64	1.20	0.369	-	-
307	043L	CREC.003	39	2.00 x 2.00	2500	48	1.20	0.369	-	-
812	035L	CREC.001	11	1.00 x 1.00	10000	92	0.40	0.436	3.10	3.38
307	043L	CREC.001	39	2.00 x 2.00	2500	32	1.60	0.492	-	-
305	016L	CREC.001	13	3.00 x 3.00	1111	56	0.60	0.554	-	-
305	016L	CREC.002	13	3.00 x 3.00	1111	20	0.60	0.554	-	-
410	055L	CREC.006	14	2.00 x 2.00	2500	56	0.80	0.686	-	-
409	054L	CREC.003	12	2.00 x 2.00	2500	80	0.70	0.700	-	-
701	005L	CREC.001	19	4.00 x 2.50	1000	100	1.20	0.758	1.60	1.01
208	094L	TESTIGO*	83	3.00 x 3.00	1111	85	6.10	0.882	10.20	1.47
301	007L	APRO.003	27	2.00 x 2.00	2500	100	2.20	0.978	2.60	1.15
208	094L	2REBROTE	83	3.00 x 3.00	1111	87	6.80	0.983	9.00	1.30
208	094L	3REBROTE	83	3.00 x 3.00	1111	91	6.90	0.998	9.70	1.40
817	051L	CREC.002	7	2.00 x 2.00	2500	99	0.60	1.029	-	-
208	094L	4REBROTE	83	3.00 x 3.00	1111	91	7.20	1.041	10.50	1.51
205	076L	CREC.001	47	2.00 x 2.00	2500	75	4.10	1.047	-	-
303	069L	CREC.003	50	2.00 x 2.00	2500	94	4.50	1.080	4.00	0.96
303	069L	CREC.006	50	2.00 x 2.00	2500	94	4.60	1.104	4.80	1.15
303	018L	CREC.001	54	2.00 x 2.00	2500	76	5.00	1.111	3.50	0.77
805	029L	CREC.001	77	2.00 x 2.00	2500	88	7.30	1.138	6.20	0.96
301	006L	APRO.002	27	2.00 x 2.00	2500	81	2.80	1.244	3.10	1.37
805	029L	CREC.002	77	2.00 x 2.00	2500	88	8.30	1.294	7.30	1.13
809	032L	CREC.002	77	2.00 x 2.00	2500	100	8.60	1.340	6.30	0.98
308	044L	CREC.002	76	2.00 x 2.00	2500	80	8.50	1.342	7.20	1.13
415	075L	CREC.002	18	2.00 x 2.00	2500	94	2.10	1.400	1.30	0.86
806	014L	CREC.001	51	2.00 x 2.00	2500	90	6.10	1.435	5.00	1.17
308	044L	CREC.001	76	2.00 x 2.00	2500	84	9.10	1.437	8.20	1.29
303	069L	CREC.009	50	2.00 x 2.00	2500	90	6.00	1.440	5.40	1.29
301	007L	APRO.002	27	2.00 x 2.00	2500	100	3.30	1.467	3.60	1.60
415	075L	CREC.001	18	2.00 x 2.00	2500	88	2.20	1.467	2.00	1.33
415	075L	CREC.003	18	2.00 x 2.00	2500	98	2.20	1.467	-	-
809	032L	CREC.001	77	2.00 x 2.00	2500	64	9.60	1.496	8.00	1.24
308	045L	CREC.001	65	3.00 x 2.00	1666	74	8.20	1.514	6.60	1.21
415	075L	CREC.007	18	2.00 x 2.00	2500	88	2.30	1.533	2.30	1.53
306	042L	CREC.002	52	2.00 x 2.00	2500	88	6.70	1.546	5.00	1.15
303	069L	CREC.004	50	2.00 x 2.00	2500	88	6.50	1.560	6.20	1.48
303	069L	CREC.007	50	2.00 x 2.00	2500	90	6.50	1.560	6.10	1.46
303	069L	CREC.008	50	2.00 x 2.00	2500	96	6.50	1.560	6.70	1.60
303	069L	CREC.005	50	2.00 x 2.00	2500	94	6.50	1.560	5.60	1.34
303	069L	CREC.002	50	2.00 x 2.00	2500	79	6.50	1.560	6.20	1.48
303	069L	CREC.001	50	2.00 x 2.00	2500	94	6.60	1.584	6.10	1.46
303	069L	CREC.010	50	2.00 x 2.00	2500	44	6.60	1.584	6.20	1.48
415	075L	CREC.006	18	2.00 x 2.00	2500	92	2.50	1.667	3.00	2.00
822	090L	CREC.001	37	1.00 x 1.00	10000	84	5.80	1.881	5.30	1.71
402	021L	CREC.001	33	2.00 x 3.00	1666	90	5.30	1.927	6.80	2.47
415	075L	CREC.004	18	2.00 x 2.00	2500	88	2.90	1.933	3.20	2.13
805	013L	APRO.002	27	2.50 x 1.50	2666	88	4.40	1.956	4.10	1.82
306	042L	CREC.001	52	2.00 x 2.00	2500	96	8.80	2.031	6.70	1.54
415	075L	CREC.009	18	2.00 x 2.00	2500	96	3.20	2.133	2.70	1.80
415	075L	CREC.010	18	2.00 x 2.00	2500	98	3.30	2.200	2.40	1.60
816	050L	CREC.002	27	2.00 x 2.00	2500	97	5.00	2.222	5.40	2.40
819	070L	CREC.007	42	2.00 x 2.00	2500	88	8.20	2.343	7.90	2.25
202	047L	APRO.004	26	2.50 x 1.50	2666	100	5.10	2.354	3.60	1.66
202	047L	APRO.003	26	2.50 x 1.50	2666	100	5.30	2.446	4.60	2.12
804	063L	APRO.001	39	2.00 x 2.00	2500	100	8.20	2.523	6.40	1.96
804	010L	APRO.002	25	2.00 x 2.00	2500	96	5.70	2.736	5.70	2.73
804	010L	CREC.001	25	2.00 x 2.00	2500	100	6.70	3.216	-	-
818	064L	CREC.001	13	3.00 x 1.00	3333	100	4.90	4.523	3.70	3.41
804	048L	NREBROTS	13	2.00 x 2.00	2500	96	5.60	5.169	5.90	5.44
804	048L	4REBROTS	13	2.00 x 2.00	2500	100	5.60	5.169	6.20	5.72
818	064L	CREC.002	13	3.00 x 1.00	3333	69	5.80	5.354	5.10	4.70
804	048L	3REBROTS	13	2.00 x 2.00	2500	92	5.80	5.354	6.00	5.53
804	048L	2REBROTS	13	2.00 x 2.00	2500	92	6.00	5.538	5.20	4.80

Cabe señalar que en algunos casos la mortalidad se debió al ataque de hormigas cortadoras (*Atta* spp.), como por ejemplo en Los Santos (Loma Larga).

Crecimiento en altura total

En relación con el IMA en altura total se tomó como referencia la última medición realizada de las parcelas establecidas en Panamá. Los valores mínimos fluctúan entre 1.1 m y máximos de 3.1 m. Pueden clasificarse aquellos sitios menores de 1.0 como bajos; de 1.1 a 2 sitios medios; de 2.1 a 3 como altos y mayores de 3 excelentes, como por ejemplo, Agua Buena en los Santos, Pesé en Herrera, Pocrí de Aguadulce, Ocú-Herrera, son sitios con crecimiento menores de 1.1 (Cuadro 3).

Crecimiento en IMA-DCM

Igual que para el IMA-ALT, para el IMA-DCM se establecieron rangos que nos permiten seleccionar sitios altos, medios bajos y excelentes. Todos los valores menos de 1.0 se clasifican como sitios bajos en IMA; sitios medios, aquellos que son mayores de 1.1; sitios altos, desde 2.1 a 3.1 cm, y excelente aquellos con IMA mayor de 3.1 cm (Cuadro 3).

Limitaciones para el crecimiento

La mayoría de los investigadores concuerdan, en que siempre que el pH esté por encima de 5.5 y el drenaje sea moderado a bueno, la leucaena es tolerante a una amplia variedad de tipos de suelos y condiciones (Pray, 1965; Sreman, 1977; Hill, 1970; Hutton, 1981, citados en CATIE, 1991), por lo que se podría concluir que el suelo poco drenado y con pH bajos constituye una limitante para el crecimiento de la leucaena.

En Panamá, esta especie se ha plantado en sitio con pH bajo (4.7) y los resultados de algunos ensayos muestran alta sobrevivencia en los primeros años de plantación (> 90%) y altura 4.5m en 14 meses. Los resultados obtenidos en biomasa de una parcela de 49 árboles plantados a 2.5 x 1.5 m, se obtuvo 0.25m³ estéreos de leña. Lo que indica que en este caso, el pH no fue una limitante para el desarrollo de la especie.

En Panamá se han observado ataques severos de la hormiga cortadora (*Atta* spp); en algunos sitios el ataque fue total, lo que indica que este factor puede ser una limitante para esta especie si no se toman las medidas necesarias. No existen experiencias en Panamá sobre otros ataques de insectos en plantaciones.

CONCLUSIONES

1. Este documento ha comparado y resumido los trabajos más importantes sobre leucaena en Panamá, con el objetivo de promover su potencial como cultivo de uso múltiple.
2. En general se podría concluir que la *Leucaena leucocephala* es una especie con alto potencial para el país, ya que los resultados de los ensayos establecidos y las experiencias en campo muestran que en algunos sitios se observó un crecimiento rápido y buena adaptación, en este sentido, puede ser utilizada para la producción de leña y carbón, al igual que para tutores de hortaliza, donde puede tener mucho potencial por su excelente propiedad de rebrote.
3. En asocio con cultivos según los ensayos la leucaena tiene mucho potencial, ya que fija nitrógeno en los suelos, lo que ayudaría a mejorar la productividad de los mismos, que en la mayoría de los casos son degradados.
4. En general, podría concluirse que las investigaciones realizadas o por lo menos, las experiencias obtenidas en Panamá con la especie, no son suficientes, si se quiere o pretende promover una reforestación masiva, ya sea en la agroforestería o mediante plantaciones para leña o carbón.

RECOMENDACIONES

Se considera que hay que investigar más sobre el potencial de esta especie en los sistemas agroforestales y silvopastoril. Se debe continuar la investigación en cuanto al efecto tóxico que causa la leucaena al ganado, también sería importante continuar las investigaciones en el componente de las hojas, al igual que algunas técnicas de procesamiento de las hojas, de manera que el producto de estas investigaciones pueda ser aplicado en el campo.

BIBLIOGRAFIA

- Brewbaker, J. 1985. Revisions of the systematics of the genus *Leucaena*. *Leucaena Research Reports (EUA)*. V. 6: p. 78-80.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Serie Técnica Informe Técnico No. 86. Turrialba, Costa Rica. 189 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. *Leucaena leucocephala* (Lam de Wit), especie de árbol de uso múltiple. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 166. 60 p.
- Elbert, L.; Little, Jr. F.; Wadomorth H.; Marrero, J. 1988. Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Dept. of Agriculture. Forest Service. Washington. V.2: 1177 p.
- González, D. 1991. Descripción anatómica de once especies forestales de uso industrial en Panamá.
- Gutiérrez, A., 1985. Crecimiento y rendimiento de *Leucaena leucocephala* en Loma Larga, Panamá. *Silvoenergía* No.5, Turrialba, Costa Rica. 4 p.
- Pound, B.; Martínez, L., 1985. *Leucaena* su cultivo y utilización. Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana. 289 p.
- Salazar, R. et al. 1987. *Leucaena diversifolia* y *L. leucocephala* en Costa Rica. *Silvoenergía* No. 18. 4 p.

Especie: *Acacia mangium* Willd

Redactor: Ricardo V. Osorio

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Acacia mangium* Willd.

Nombres comunes: Acacia, Acacia de las Molucas.

Familia: Leguminoseae.

Sub Familia: Mimosoideae.

Origen y distribución

Es originaria del noreste de Australia (Queensland), Nueva Guinea y las Islas Molucas (este de Indonesia). Actualmente se conoce que las mayores extensiones de plantación de mangium están ubicadas en Sabah (norte de Borneo), en Indonesia y otras partes de Malasia.

En 1979 se introdujo en América Central, en dos parcelas experimentales ubicadas en Turrialba, Costa Rica. Posteriormente fue plantada en otras áreas. En 1984 se estableció en ensayos de procedencia, utilizando 24 procedencias de las cuales 18 son de Queensland-Australia, tres de Papua, una de Indonesia y dos procedencias derivadas, una de Sabah-Malasia y la otra de Río Hato - Panamá. En Panamá se tienen los registros de los ensayos de Río Hato, Chumical, Las Cabras y Llano de la Cruz en 1993, donde se introduce para la investigación, como prueba de especies.

Descripción de la especie

Acacia mangium alcanza generalmente entre 15 y 30 metros de altura, con un fuste recto y libre de ramas en más de la mitad de la altura total. En rodales naturales se han observado diámetros de hasta 90 cm. La copa es abierta en árboles aislados y columnar en plantaciones. La acacia es una especie con hojas compuestas cuando germina y después de 1 a 2 semanas las hojas son sustituidas por los filodios, que no es más que el pecíolo aplanado. La inflorescencia es una espiga, compuesta por flores pequeñas de color blanco o crema. El fruto es una vaina agrupada en forma espiralada y presenta pocas semillas muy pequeñas de color negro brillante y aplanadas. Hay aproximadamente entre 80,000 a 110,000 semillas por kg.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

La acacia crece en forma natural en zonas de temperaturas medias anuales altas de 22 a 26°C. En Queensland, Australia, en la época más cálida del año, la temperatura llega hasta 34°C y en los meses más fríos las temperaturas mínimas llegan hasta 12°C.

Precipitación

Acacia mangium, en su lugar de origen se presenta con precipitaciones que varían entre 1.000 y los 4.500 mm. En Sabah se desarrolla con una precipitación de hasta 3.100 mm, en América Central, se ha establecido en parcelas de investigación, en sitios con precipitación desde los 666 mm hasta los 4.307 mm; los mejores resultados se obtienen en plantaciones con un régimen de lluvias entre los 1.500 a 3.100 mm. En Panamá la *Acacia mangium* se ha plantado entre los 600 a los 2.378 mm; los mejores resultados se obtienen a partir de los 1.300 mm.

Elevación

La acacia es un árbol de lugares bajos, cálidos; en Australia no se encuentra por encima de los 750 metros sobre el nivel del mar. En América Central se ha plantado hasta los 850 metros, según los registros de los experimentos establecidos por MADELEÑA y la experiencia de dueños de fincas; en Panamá la especie se ha sembrado desde los 30 hasta los 650 metros sobre el nivel del mar.

Suelos

Acacia mangium es una especie que en Queensland, Australia, se encuentra generalmente en ultisoles ácidos y raras veces en suelos derivados de rocas básicas. Otro ejemplo lo constituye Seram, Indonesia, ya que a las plantaciones se les encuentra en ultisoles con un substrato calcáreo. Crece bien en suelos erosionados, con pendientes fuertes, pH de hasta 4.0. Soporta además períodos secos prolongados de hasta siete meses (Udarbe y Hepburn, 1987, citados en CATIE, 1991). Crece en forma satisfactoria en suelos minerales delgados, así como en suelos profundos de origen aluvial; eso da una idea de lo tolerable que resulta la especie al factor profundidad de suelos (CATIE, 1991).

En América Central se han notados crecimientos satisfactorios en suelos de los órdenes Ultisol, Alfisol, Entisol, Inceptisol y Andosol; con pH de hasta 4.5, con contenido bajo en nutrientes, poca profundidad efectiva y textura arcillosa (algunos vertisoles). Además, ha mostrado buen crecimiento en suelos compactados por la ganadería.

En Panamá, *Acacia mangium* se ha plantado en sitios con pH que van desde 5.2 a 6.7, grado óptimo para los niveles de tolerancia de la especie. Presenta la particularidad de ser plantado en un amplio rango de texturas como: arcillo limoso, franco arcillo limoso, franco arcilloso, arcillosos y francos. Los niveles de materia orgánica encontrados en los suelos donde se desarrollaron experiencias con mangium, revelan que para sitios óptimos los niveles fueron superiores al 3.0%, en cambio los sitios bajos revelan niveles de materia orgánica inferiores al 2%. En algunos casos se encuentran niveles medios de materia orgánica que presentan rangos de entre 2.0% a 2.5%.

Los niveles de calcio encontrados en los ensayos efectuados y de acuerdo con el sitio, muestran niveles óptimos entre los 6.5 meq/100ml a 18 meq/100ml, considerados en sitios como Llano de la Cruz, Río Hato, Llano Grande y algunas áreas de San Francisco. Los niveles de

magnesio que presentan las áreas donde se realizó investigación revelan que ese mineral se encuentra en presencia del suelo en condiciones óptimas para algunos sitios como San Francisco, Llano Grande y Río Hato con un rango de 1.9 meq/100 ml a 10.5 meq/100 ml, en condiciones bajas con rangos de 1 meq/100 ml a 0.4 meq/100 ml, se pudieron encontrar sitios como El Chumical y La Mesa. Se encontraron niveles con desbalances, altos a muy altos que fueron mayores a 10.6 meq/100 ml, en Llano de la Cruz, Ingenio Las Cabras y en algunos sitios de San Francisco. El contenido de potasio para todos los sitios se presenta en condición baja, inferior al 0.2 meq/100 ml.

Factores limitantes

Se han observado ataques de ratas que cortan los tallos o el ápice causando pérdidas considerables. También se han observado ataques de hormigas defoliadoras tales como la arriera (*Atta* sp.). La especie no resiste incendios de gran intensidad y duración. No es conveniente plantarla en sitios expuestos a fuertes vientos, porque se quiebra fácilmente (CATIE, 1986).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

De acuerdo con los estudios realizados en el laboratorio de Tecnología de la Madera en INRENARE, Panamá, en pruebas de propiedades físicas de la madera de *Acacia mangium*, resultó moderadamente pesada con una densidad media de 0.47g/cm³. El valor de contracción, verde al estado anhidro resultó en un 10.6%, que resulta favorable. Esta relación indica que la madera es estable y presenta buen comportamiento en el secado. Los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas, presentan en flexión estática, para el modulo de ruptura 775 kg/cm² y para el módulo de elasticidad 98,340 Kg/cm², indicando que va de mediano a alto, sugiriendo que la especie es moderadamente fácil de aserrar, tornear, cepillar, moldear y lijar. En consecuencia, los estudios científicos realizados demuestran que la *Acacia mangium* presenta características y propiedades adecuadas para su industrialización, aún en aplicaciones estructurales (González, 1994, no publicado).

Usos de la madera

De acuerdo con los estudios efectuados, la madera de acacia es recomendada para construcciones internas y carpintería en general, para muebles y gabinetes de alta calidad, trabajos en torneado, en ebanistería, para cajas, chapas, fabricación de juguetes e instrumentos musicales de alta calidad (González, 1994, no publicado).

En Panamá se han realizado trabajos en ebanistería con madera de raleos de tres años (CATIE, 1991), la cual se utiliza en fabricación de muebles en pequeñas dimensiones, tornos, madera machimbrada, fabricación en forma experimental como parquet, construcciones rurales y como soleras. Tiene gran potencial para la fabricación de carbón, ya que no produce olor y el humo no afecta los ojos. En pruebas realizadas en la fabricación de carbón, con 80 kg de madera verde se obtuvo 40 kg de carbón; en su fabricación no produce "sico" (residuo de carbón) (F.Montenegro, 1995, Comunicación personal).

SILVICULTURA

Regeneración natural

La regeneración natural de la especie, reportada en las áreas donde es nativa, es abundante; en Panamá, la corta edad de las plantaciones establecidas no ha permitido conocer el comportamiento de la regeneración natural.

Recolección de semilla

En Panamá, la primera floración se produce al año o año y medio de plantada, pero no es abundante. El período entre la floración y la maduración del fruto es de aproximadamente cinco meses y la maduración de la semilla se da en febrero y se alarga hasta marzo, retirándose los frutos que tengan la coloración café. En el área de Sardinilla-Colón se establece el primer rodal semillero en 1988. De una densidad inicial de 350 árboles se realizaron un total de tres intervenciones para dejar establecidos 53 árboles. La primera recolección de semilla ocurrió el 15 de febrero de 1989 (Rodal, *A.mangium*) y se recolectaron un total de 650 gr. La cantidad de semilla recolectada a partir de ese año fue en aumento, con una máxima colecta de semillas en 1994 de 12 kg (B.Morán, 1994, Comunicación personal).

Producción en viveros

Para una buena germinación de la semilla es recomendable hacer un tratamiento pregerminativo, sumergiéndola en agua hirviendo por 30 segundos; luego se deja reposando en agua fría por dos horas aproximadamente, para sembrarla luego en los germinadores. En Panamá la experiencia que se tiene es esencialmente la misma, con la única variación de que la semilla es dejada en agua a temperatura ambiental hasta el día siguiente y se pasa a los germinadores constituidos con dos estratos de piedra de río; un primer estrato con piedras grandes y un segundo estrato con piedras pequeñas, agregando finalmente arena esterilizada. El tipo de planta que se produce en los viveros es de bolsas; uno de los problemas en este sistema es el alto costo de limpieza, renglón de gastos que se ha disminuido poniendo sacos o láminas de polietileno a lo largo del bancal y regando piedras en la calle entre bancales.

El trasplante a la bolsa se hace a los seis o siete días después de la germinación, teniendo en cuenta la protección de las plántulas recién trasplantadas bajo sombra. Los cuidados posteriores son de riego, el cual debe ser en las primeras horas de la mañana y en la tarde. Para esto deberá tener extremo cuidado de no saturar el medio con mucha agua, por lo que es recomendable monitorear los niveles de humedad principalmente entre bolsas, disminuyendo el riego gradualmente para acondicionar a la plántula para la salida al campo.

La aplicación de abono foliar debe darse a partir de la segunda semana después del trasplante y aplicarse sólo hasta dos meses antes de que el plantón esté listo para salir al campo; en Panamá se han tenido buenos resultados con la aplicación Braxotec. La aplicación de abono

granulado a los 40 días de trasplante es buena alternativa y es aconsejable sólo una aplicación, con un abono granulado completo (12-24-12) o un 10-30-10 al borde de la bolsa. La aplicación de preventivos contra plagas y enfermedades es importante. La experiencias en Panamá han sido, en materia de insecticidas, la utilización de Piretroides*, tales como el Cimbush y Gana C, utilizando aplicaciones de 1 onza/galón de agua. En el caso de los fungicidas la aplicación de Dithane M-45 y Mansate, aplicando 1 onza/galón de agua, en el caso de que la aplicación se haga en invierno, agregar la misma proporción de un adherente (R.Osorio,1995, Comunicación personal).

Establecimiento de la plantación

Al igual que otras especies, se requiere un control de malezas previo a la plantación. Es recomendable que una vez que se siembra se haga un plateo, de por lo menos, un metro de diámetro alrededor de la planta. Las aplicaciones de abono granulado deben ser acordes a los análisis de suelo y su interpretación, pero la especie ha respondido a la aplicación de 100 a 150 gramos de triple superfosfato por planta, aplicado al fondo del hoyo.

En David, Chiriquí se desarrolló un experiencia sobre los efectos del subsolado y enclamiento en el establecimiento inicial de *Acacia mangium*, las características del suelo eran de baja fertilidad, alto contenido de aluminio intercambiable, suelos ácidos y arcillas acumuladas, clasificado como un tropohumult. Para la práctica del subsolado no se dieron diferencias significativas, mientras que para la práctica con el enclamiento las plantas tuvieron respuestas significativas. Las plantas a los seis meses, con enclamiento tuvieron una respuesta en la altura entre 1.58 y 1.93 m, mientras que sin encalar las plantas tuvieron una altura de hasta 1.50 m. La práctica demostró que en crecimientos iniciales para el primer año presenta alturas entre 3.0 y 3.50 m, para el segundo año de 3.10 y 3.60 m en suelos con las características que se presentaron (Aguilar, N., 1994, comunicación personal). El espaciamiento que se está utilizando en Panamá, para plantaciones puras es de 3 m x 3 m.

Para los casos de sistemas agroforestales como cultivos de callejones 6 m x 6 m, en barreras vivas a 2 m x 2 m y en sistemas silvopastoril, se emplea el de 6 m x 4 m. Para el primer o segundo año es recomendable realizar podas y suprimir los ejes formados en bifurcaciones para mejorar la forma.

Control de malezas

La *Acacia mangium* es una especie recomendada para sitios de bosque húmedo y muy húmedo tropical. En Panamá éstos han sido los rangos donde ha sido sembrada, la cual, por su rápido crecimiento no representa competencia a las malezas típicas en Panamá. La especie, al ser sembrada a una densidad inicial de 1 111 árboles, cierra el dosel a los 2.5 a 3.0 años, disminuyendo así la limpieza de tres veces al año hasta dos y, según la edad de la plantación, una limpieza al año. Las limpiezas son manuales, con machetes. Algunas experiencias de limpieza se han hecho con desbrozadora, empleando 10 máquinas para limpiar aproximadamente entre 3.5 a 4.5 ha en el día; esto depende del tipo de sitio y sus condiciones.

* El uso de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

Preparación del sitio

Para *Acacia mangium* no se requieren cuidados especiales; sólo basta con una limpieza inicial a ras de suelo, eliminando todo. Es susceptible al enmalezamiento, por lo que es recomendable durante el primer año realizar chapeas con relativa frecuencia. Es recomendable la aplicación de herbicida sistémico, antes del establecimiento para controlar la maleza entre los seis a nueve primeros meses.

Fertilización

El objetivo de fertilizar una plantación de *Acacia mangium* es que proporciona una mayor sobrevivencia, una posición más competitiva con respecto a la maleza, superándolas a plazos más cortos y lograr alguna uniformidad en el crecimiento de los árboles. En Panamá por ejemplo, se han logrado experiencias con encalados, obteniendo incrementos al año de hasta 3.5 m (Aguilar, N., 1994, comunicación personal). En un ensayo de fertilización con triple superfosfato, con niveles de aplicación de 4 a 6 onzas, se obtuvo una diferencia de los incrementos con respecto al testigo de hasta 40 cm.

Sistemas agroforestales

Las características de nodulación profunda, que favorece la fijación de nitrógeno, le da a la *Acacia mangium* una importancia relevante para combinación con cultivos perennes o anuales. En Panamá se han experimentado sistemas, como la rotación de cultivos agrícolas con Acacia y los efectos en la dinámica de nutrientes del suelo. Se han realizado rotaciones en gandul (*Cajanus cajan*), mucuna (*Mucuna pruriens*), arroz (*Oriza sativa*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*); luego de cuatro años se presentan crecimientos de hasta 2.50 m/año. Otro dato interesante es que el pH, el fósforo, magnesio y la materia orgánica aumentaron significativamente a medida que transcurrieron los años desde 1990 a 1994 y mantiene los niveles de sobrevivencia mayores a 92%, después de los cuatro años de plantación. Otra experiencia se tiene en Calabacito, donde se midió el comportamiento de la *Acacia mangium*, bajo los cultivos intercalados de arroz var. Panamá y frijol var. Vita 3; en este caso, la supervivencia fue superior al 98%, el rendimiento del arroz fue de 2.771 kg y el frijol fue de 254 kg.

Podas y raleos

Cuando el objetivo de la plantación es producir madera para aserrío es importante prestar atención ya que la forma y vigor del fuste cobran gran importancia en una plantación, sobre todo si es de grandes extensiones. El caso de *Acacia mangium* donde la autopoda es demasiado pobre, se hace necesario programar operaciones de poda. Las experiencia que se tiene es recomendar la primera poda entre los 18 y 24 meses de edad. Para este momento debe prestarse atención a la calidad del fuste, eliminando cualquier eje o fuste adicional y posteriormente, eliminar las ramas del primer tercio de la altura total del árbol, la tendencia de la especie a ramificar y formar ejes múltiples, es más frecuente en sitios pobres, aunque no se sabe por que, aparentemente tiene relación con la fertilidad del sitio (CATIE, 1991).

Los raleos en *Acacia mangium* con densidades de 1 111 árboles por hectárea, se deben programar cuando los crecimientos en diámetro son afectados por la competencia, esto es cuando el área basal alcanza aproximadamente de 2 a 3 m² por hectárea, en relación con la calidad del sitio, entre los tres primeros años de la plantación (Mead y Miller, 1991; citados en CATIE, 1992). En plantaciones juveniles reacciona favorablemente hasta un 20% de incremento en diámetro, luego de un raleo fuerte, removiendo el 50% de área basal original (Darus y Ahmad, 1991; citados en CATIE, 1992). En Panamá, en la finca de la Familia Rojas Pardini, después de un raleo al 46%, efectuado a una plantación de 42 meses, se obtuvieron incrementos de hasta 16% en diámetro (R. Osorio, 1994, comunicación personal).

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Clima

Dado que el mayor potencial de *Mangium* es para condiciones de bosque húmedo y muy húmedo tropical, a partir de 1983, se establecieron en Panamá un total de 21 experimentos. Los experimentos abarcaron prueba de especies; el más importante es un experimento donde se analizaron diferentes procedencias y su comportamiento de acuerdo con el sitio. Otros experimentos fueron sin diseño estadístico. Los experimentos abarcaron elevaciones desde 30 msnm hasta 650 msnm, en zonas de vida principalmente de bosque húmedo tropical (bh-T) (62% de los casos), bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (5% de los casos) y en el bosque seco tropical (bs-T) en un 33% de los experimentos establecidos. Los sitios mostraban una pluviosidad de 666 hasta los 2.500 mm, con rangos de temperatura de 26.0 hasta 27.9°C (Cuadro 1).

Suelos

En los sitios seleccionados existe una variación en las condiciones y características de los suelos. Los valores del pH, muestran un rango entre 5.3 a 6.7. En Panamá la *Acacia mangium* se estableció en un rango limitado de texturas, se presentaron la arcillo limosa, franco arcillo limosa, suelos francos, franco arcillo arenosa y arcillo arenosa, teniendo crecimientos y sobrevivencias variables. En cuanto a la materia orgánica, para algunos sitios es baja y para otros es buena en un 4,0%. En la mayoría de los sitios, los contenidos de elementos menores como el calcio (Ca), son óptimos. En el caso de magnesio (Mg), se consideran óptimos en los diferentes sitios. El potasio (K) para la mayoría de los sitios es bajo y para una mínima parte de los sitios es óptimo.

Cuadro 1. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Acacia mangium* en Panamá.

SITIO NOMBRE	No.	No. Exp.	ALTITUD msnm	TMA °C	PMA (mm)	ZONA DE VIDA DRIDGE.	HOL
9 Km Este, Pesé, Herrera.	303	019L	60	27.2	1382	bs	T
El Chumical, Antón, Coclé.	404	024L	0	27.5	1463	-	
Río Hato, Antón, Coclé.	405	025L	30	27.5	666	bs	T
5 Km.Norte Chiru, Antón.	407	027L	0	27.5	1463	bs	T
Llano Grande, Coclé	810	033L	180	27.5	1149	bh	T
1 Km La Mesa, Macaracas Los Santos	817	051L	0	26.9	1145	bs	T
2 Km Las Tablas, Los Santos	409	054L	0	27.5	666	bs	T
Río Hato, Antón, Coclé	410	055L	0	26.9	1725	bh	T
Agua Dulce, Pocrí, Coclé	203	057L	0	26.7	2514	bh	T
San Francisco, Veraguas	700	068L	30	27.5	1149	bh	T
1 Km este Chepo	413	073L	650	27.5	1149	bmh	T
3km Calabacito	205	076L	100	27.5	1149	Bh	T
4.3 Km Río Hato, Antón, Coclé	408	102L	40	27.5	666	bs	T
3 km Calabacito	207	103L	100	27.5	1149	bh	T
3 km Calabacito	205	110L	100	27.5	1149	Bh	T
3 km Calabacito	205	111L	100	27.5	1149	Bh	T

Cuadro 2. Características químicas y físicas de los suelos donde se ha establecido *A. mangium* en Panamá.

NUMERO PROFUNDIDAD DE EXPTO.	NUMERO DE SITIO	NUMERO DE PERFIL	NUMERO DE HORI- ZONTE.	TEXTURA	pH	MOI	EXTRACTABLES				PROFUNDIDAD	
							(meq/100g SURLO)				SUPERIOR	INFERIOR
							Ca	Mg	K	CIC		
015L	200	28	1	AL	6.4	2.0	9.5	12.1	0.1	24.6	0	16
015L	200	28	2	PAL	6.6	0.5	10.0	13.7	0.0	24.3	16	55
015L	200	28	3	PA	6.7	0.2	12.5	14.0	0.0	24.1	55	97
019L	303	25	1	PAL	6.2	3.4	18.0	13.9	0.3	40.7	0	14
019L	303	25	2	PAL	6.2	2.0	23.5	14.0	0.1	50.8	14	26
019L	303	25	3	P PA	6.5	1.5	28.5	12.0	0.1	50.8	26	45
019L	303	25	4	P	6.5	1.0	24.5	14.0	0.1	53.0	45	58
024L	404	19	1	F FL	5.5	3.0	2.5	1.2	0.1	13.4	0	8
024L	404	19	2	A	6.1	1.0	2.0	0.4	0.0	9.6	8	23
024L	404	19	3	A	6.0	0.5	2.5	0.6	0.0	9.6	23	55
024L	404	19	4	A	5.8	0.5	2.5	0.5	0.0	9.6	55	98
024L	404	19	5	A	5.5	0.2	2.0	0.4	0.0	9.6	98	140
025L	405	24	1	Pa	6.0	2.4	4.5	1.9	0.2	16.1	0	18
025L	405	24	2	A	5.6	1.5	6.5	3.0	0.1	15.0	18	37
025L	405	24	3	A	5.3	1.0	6.5	4.5	0.0	18.7	37	64
025L	405	24	4	A	5.4	0.5	7.0	5.3	0.0	20.9	64	103
025L	405	24	5	A	5.5	0.5	7.5	5.8	0.1	18.2	103	150
027L	407	22	1	PA	5.4	3.5	9.5	5.8	0.4	19.8	0	15
027L	407	22	2	PA	5.3	3.4	9.0	5.7	0.4	24.1	15	32
027L	407	22	3	A	5.6	1.5	7.0	5.8	0.1	18.7	32	66
027L	407	22	4	A	5.7	0.5	10.0	10.5	0.3	32.1	66	105
027L	407	22	5	A	5.6	0.2	12.0	1.1	0.1	34.2	105	150
033L	810	4	1	Aa	5.8	2.5	3.5	0.1	0.1	15.0	0	14
033L	810	4	2	PA	5.8	1.0	2.5	0.9	0.0	13.4	14	39
033L	810	4	3	PA	5.7	0.2	1.5	0.6	0.0	12.3	39	66
033L	810	4	4	PA	5.4	0.2	1.5	0.6	0.0	14.5	66	103
033L	810	4	5	P PA	5.4	1.0	2.0	0.5	0.0	10.7	103	150
057L	203	27	1	PA	5.8	2.4	6.5	4.8	0.1	17.1	0	16
057L	203	27	2	A	5.8	1.0	4.0	6.6	0.1	17.1	16	60
057L	203	27	3	A	5.6	0.2	4.0	9.6	0.1	17.7	60	85
057L	203	27	4	A	5.9	0.2	5.0	12.0	0.1	21.4	85	103

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Los resultados que se presentan a continuación están basados en la información de la Matriz de Investigación Silvicultural en Panamá. Con esta matriz, para el caso de la especie *Acacia*

mangium, se realizaron un total de 464 mediciones, representadas en 137 parcelas con diseño estadístico y 4 sin diseño estadístico, en un total de 21 experimentos formales.

Sobrevivencia

Las tendencias de la especie en términos de sobrevivencia muestran claramente que en los dos primeros años la especie tiene una alta sobrevivencia. Los valores superiores de sobrevivencia están en un 80% en los dos primeros años y un 20% presentan sobrevivencias bajas, estos sitios se ubican en Pocri de Los Santos, Aguadulce-Coclé y Tonosí de Los Santos (Cuadro 3).

Altura total

En esta oportunidad se analizó el comportamiento de la especie en términos de crecimiento, con un rango de clasificación que se aplica principalmente en los años juveniles de la plantación. Debido a esto y como la mayoría de las parcelas son jóvenes, esta clasificación tiene mejor aplicación y validez para ser utilizada en plantaciones recientes, período en el que, los árboles se están desarrollando dentro de la fase de crecimiento rápido.

En plantaciones de mayor edad no es conveniente utilizar estos resultados, debido a que los incrementos medios anuales son menores y diferentes, precisamente debido a su edad. Para estos casos se recomienda hacer los análisis de altura utilizando el índice de sitio.

Los rangos que se utilizaron para la clasificación en términos de crecimientos fueron establecidos en relación a todos los sitios experimentales donde se establecieron parcelas de medición, los rangos se interpretan como sigue:

Alto: Significa plantaciones con buen crecimiento, ligeramente superior al promedio, por lo que se expresan como los sitios con mayor potencial para reforestación.

Medio: Los sitios buenos, alrededor del promedio, con manejos apropiados pueden ser rentables para el cultivo de esta especie.

Bajos: Sitios por debajo del promedio, pueden considerarse sitios marginales, que difícilmente son rentables y no deberían ser recomendados para esta especie en particular.

Cuadro 3. Datos de crecimiento de los experimentos de *Acacia mangium* establecidos por el Proyecto MADELEÑA en Panamá

No. SITIO	No. EXP.	COTRAT	EDAD EN MESES	ESPAC. INICIAL (cm x cm)	DENSIDAD (árbs/ha)	SOBREVIV. %	ALTURA (m)		DAP (cm)	
							IMA	IMA	IMA	IMA
200	015L	CREC. 005	13	200 x 200	2500	94	0.80	0.738	-	-
303	019L	CREC. 005	24	200 x 200	2500	84	-	-	4.40	2.2
404	024L	CREC. 001	25	200 x 200	2500	70	2.40	1.152	3.10	1.48
405	025L	CREC. 001	26	200 x 200	2500	78	4.10	1.892	5.80	2.67
407	027L	CREC. 001	39	200 x 200	2500	100	-	-	-	-
810	033L	CREC. 001	13	200 x 200	2500	85	0.90	0.831	-	-
816	050L	CREC. 003	27	200 x 200	2500	43	2.00	0.889	-	-
817	051L	CREC. 004	7	200 x 200	2500	78	0.40	0.686	-	-
409	054L	1652.005	12	200 x 200	2500	65	0.60	0.600	-	-
410	055L	CREC. 001	14	200 x 200	2500	64	0.80	0.686	-	-
203	057L	CREC. 003	6	200 x 200	2500	90	0.90	1.800	-	-
309	065L	CREC. 001	12	200 x 200	2500	5	0.70	0.700	-	-
700	068L	CREC. 004	23	200 x 200	2500	58	1.60	0.835	-	-
819	070L	CREC. 001	42	200 x 200	2500	100	-	-	-	-
413	073L	CREC. 001	18	200 x 200	2500	81	2.10	1.400	2.50	1.66
205	076L	CREC. 006	47	200 x 200	2500	97	6.80	1.736	7.70	1.96
408	102L	CREC. 001	39	300 x 300	1111	83	1.70	0.523	-	-
408	102L	2738.007	39	300 x 300	1111	68	1.80	0.554	-	-
408	102L	2742.003	39	300 x 300	1111	93	2.30	0.708	-	-
408	102L	2743.008	39	300 x 300	1111	77	1.90	0.585	-	-
408	102L	2744.002	39	300 x 300	1111	87	1.80	0.554	-	-
408	102L	2745.004	39	300 x 300	1111	85	2.10	0.646	-	-
408	102L	2746.005	39	300 x 300	1111	94	2.40	0.738	-	-
408	102L	2747.006	39	300 x 300	1111	85	1.80	0.554	-	-
207	103L	CREC. 001	27	200 x 200	2500	69	-	0.311	-	-
207	103L	CREC. 002	27	200 x 200	2500	38	1.40	0.622	-	-
207	103L	CREC. 003	27	200 x 200	2500	62	1.80	0.800	-	-
207	103L	CREC. 004	27	200 x 200	2500	63	1.90	0.844	-	-
207	103L	CREC. 005	27	200 x 200	2500	83	1.70	0.756	-	-
205	110L	1ATESTI*	24	200 x 200	2500	40	1.70	0.850	-	-
205	110L	4D218.0*	24	200 x 200	2500	79	2.00	1.000	-	-
205	110L	2B086.8*	24	200 x 200	2500	44	2.20	1.100	-	-
205	110L	3C033.2*	24	200 x 200	2500	76	2.20	1.100	-	-
205	111L	E200X250	37	200 x 250	2000	69	2.00	0.649	-	-
205	111L	E200X300	37	200 x 300	1666	81	2.10	0.681	-	-
205	111L	E150X200	37	150 x 200	3333	77	2.20	0.714	-	-
205	111L	E200X200	37	200 x 200	2500	93	2.30	0.746	-	-
205	111L	E300X300	37	300 x 300	1111	93	2.40	0.778	-	-
205	111L	E300X400	37	300 x 400	833	88	2.40	0.778	-	-
205	111L	E150X150	37	150 x 150	4444	93	2.60	0.843	-	-
604	130L	CREC. 002	12	300 x 300	1111	72	1.30	1.300	-	-
604	130L	CREC. 001	12	300 x 300	1111	83	1.70	1.700	-	-

En los experimentos sobre la especie utilizados en este estudio y relacionándolo a los tres rangos de IMA ALTOT (Cuadro 4); se puede notar que un gran número de parcelas medidas, se ubican en la calidad de sitio medio (1.1 a 2.0 m/año) y bajos (<1 m/año), en crecimiento medio anual y pocas parcelas en sitios altos (>2.1 m/año).

Cuadro 4. Clase de sitios y su relación con el incremento medio anual en altura dominante para *Acacia mangium* en Panamá.

CLASE DE SITIO	IMA ALTOT (m/año)
Alto	> 2.1
Medio	1.1 - 2.0
Bajo	< 1

Esto muestra que para llevar a cabo un plan exitoso de reforestación, en los sitios medios, se requiere de un manejo apropiado al momento de la plantación.

No menos importantes son los sitios bajos, porque si se logra identificar el factor limitante en estos sitios por ejemplo, un determinado nutriente o la necesidad de preparación del suelo, podría suceder que el sitio aumente su potencial.

Otro aspecto por resaltar es que los sitios como Las Tablas, Río Hato Antón - Coclé, Calabacito y Llano de La Cruz, Santiago, presentan precipitaciones por debajo del rango de requerimiento de la especie que es de 1,300 hasta 2,500 mm.

Diámetro

Para el diámetro los datos son insuficientes, con base en lo anteriormente mencionado sobre las edades juveniles de las parcela, que no van más allá de los 50 meses de edad (4 años). Lo cual indica que algunos están saliendo de su primer raleo. La clasificación para el incremento medio anual en diámetro se puede apreciar en el Cuadro 5, que presenta los rangos de incremento medio anual.

Cuadro 5. Clase de sitios y su relación con el incremento medio anual en diámetro para *Acacia mangium* en Panamá.

CLASE DE SITIO	IMADCM (cm/año)
Alto	> 2.6
Medio	1.8 - 2.5
Bajo	< 1.7

Para la clasificación del incremento en diámetro, en el cuadro 5, se puede apreciar que la gran mayoría de las parcelas medidas de los experimentos analizados, se ubican en los rangos medios (1.8 a 2.5) y los altos (>2.6). Esto representa los promedios de cinco parcelas de un total de 141 que corresponden a los 21 experimentos analizados; indican que los resultados de las parcelas están en un 4% del total, por lo que volvemos al punto original; la edad de las parcelas no da un rango amplio para determinar su comportamiento con base en el incremento.

Esto no significa que pueda tenerse una idea del posible comportamiento de incrementos en diámetro y altura de la especie en Panamá, pero no debe ser tomado como resultados que definen un proyecto de reforestación, en tal caso es conveniente tomar como base los incrementos medios anuales en altura. Por otro lado, conociendo que la especie es raleada en los tres primeros años, su incremento en diámetro reacciona a las intervenciones, como se ha comentado anteriormente. Este es otro limitante en la selección del sitio, tomando como base el diámetro; esto no quiere decir que no se utilice, pero lo ideal es analizar la variable después del cuarto año, o en su defecto, un año después de la primera intervención.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los experimentos analizados, *Acacia mangium* ha tenido una adaptación aceptable; los niveles de supervivencia resultantes indican que la especie se adapta bien en diferentes sitios de Panamá, tomando como base los dos primeros años de crecimiento.
2. Los bajos niveles de sobrevivencia en algunos sitios no deben ser el único parámetro para la evaluación de la especie, ya que en algunos casos son debido a factores ajenos al suelo y clima, tales como el ataque de insectos y problemas de manejo.
3. El pobre crecimiento en altura de la especie en algunos sitios podría deberse a suelos de media a baja fertilidad o a suelos que han sido sobrepastoreados, como por ejemplo el área de Los Santos. También podría deberse a la ocurrencia de déficit hídrico en algunos meses.
4. Los indicativos de incremento medio anual en la altura que se ubican en el rango más bajo, se deben considerar como que se presentan en suelos de media o baja fertilidad, o son suelos que en lo general son sobrepastoreados, por ejemplo el área de Los Santos. En muchos casos la precipitación está por debajo del rango; aún con bajos crecimientos se pueden considerar acordes con las condiciones del sitio.
5. Los valores de los rangos de la clasificación en términos de incrementos, específicamente en el de diámetro, nos da una idea inicial de que la especie tiene potencial en Panamá, a pesar de que los datos están compactados en 5 parcelas, se concluye que es posible esperar estos incrementos después de los 4 años de edad.

RECOMENDACIONES

1. Los resultados de los ensayos de procedencia realizados por Madeleña muestran que para Panamá la procedencia Oriomo River, nativa de Papúa, Nueva Guinea, podría estar dando buenos resultados.
2. Determinada la mejor procedencia se recomienda establecer parcelas de crecimiento inicial en otras áreas, donde las condiciones de clima y suelos son favorables para la especie, estas áreas podría ser la parte suroeste de Coclé, Norte de Herrera, en la Cuenca del Canal de Panamá, la parte Central de la Comarca de San Blas y la parte central de la Provincia de Darién.
3. Debemos considerar la clasificación en rangos de crecimientos e incrementos como preliminar. Es recomendable ajustar la clasificación con el establecimiento de parcelas en otros sitios, donde no fue plantada ampliamente la especie.
4. Es conveniente establecer parcelas con mayor dimensión, partiendo de 1/10 hectárea, que estén recibiendo manejo apropiado de raleo, con el propósito de determinar de manera más precisa la

clasificación de los rangos; estos proporcionarán una mejor opinión sobre los incrementos y rendimientos de *A. mangium* en Panamá.

5. Tomando en cuenta lo anterior, clasificar los rendimientos, especialmente en área basal resulta importante para el manejo posterior de la especie, ya que permite estimar el número de árboles y el tamaño máximo que se puede esperar al final del turno, para diferentes sitios.
6. Es importante establecer ensayos con espaciamiento más amplios, poniendo énfasis en los manejos, utilizando la guía de manejo de plantaciones forestales elaborada por Madeleña. Con esto se tendrá mayor información sobre estos aspectos que, en la actualidad, en Panamá, se han desarrollado muy poco por los años juveniles de las plantaciones.

BIBLIOGRAFIA

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. *Mangium, Acacia mangium* Willd. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 56 p.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. *Silvicultura de Especies Promisorias para Producción de Leña en América Central*. 189 p.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1994. Fuentes promisorias de germoplasma de *Acacia mangium* para América Central. *Silvoenergía* No. 50. 4 p.

Galloway, G. 1993. *Manejo de plantaciones forestales; Guía técnica para el extensionista forestal*. CATIE, Serie Técnica. Manual Técnico No. 7. Turrialba, C.R. 59 p.

Geilfus, F. 1989. *El Arbol al Servicio del Agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural*. V. 2: Guía de especies. Turrialba, Costa Rica. ENDA-CARIBE/CATIE. 778 p.

PROYECTO MADELEÑA-3/PANAMA. 1994. Seminario Técnico. Memoria. *Acacia mangium: Comportamiento y Potencial en Panamá*. 158 p.

Especie: *Tectona grandis*.

Redactor: Francisco Montenegro.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Tectona grandis* L.f.

Nombres comunes: Teca (en América), Sagun, sagon, sagan, skhu, toak, shilp tru, Indian oak en la India (Benthall, 1993).

Familia: Verbenacea.

Origen y distribución

En su distribución natural, es originaria de la mayor parte de Myanmar (antiguamente Birmania), la Península de la India, al oeste de Tailandia e Indonesia, entre las latitudes 25° a 12° N y Longitud de 104° a 73° E. También se le ha encontrado al sur de la línea ecuatorial, en Java y algunas pequeñas islas del Archipiélago de Indonesia (Steets, 1962; Mahapol, 1954, citados en CATIE, 1991c). Se encuentra en bosques monzónicos, en bosque seco tropical y en bosque húmedo tropical. Usualmente asociados con otras especies en el dosel superior como: *Xylia dolabriformis*, *X. kerrii*, *Largeostremia caluculata*, *L. balasoe*, *Bombax insigne*, *Terminalia tomentosa*. En el dosel inferior *Croton oblongifolius* (Mahaphol, 1954; Streets 1962, citados en CATIE, 1991).

La especie fue introducida en Trinidad en 1913, con semillas procedentes de Tenaserrin en Birmania (Beard 1943, citado en CATIE, 1991). Esta procedencia ha sido ampliamente distribuida, exportándose semilla de Trinidad a Belice, Antigua, República Dominicana, Jamaica, Costa Rica, Cuba, Colombia, Venezuela, Haití, Puerto Rico, Ecuador, Guyana Francesa y México (Keogh, 1980, citado en CATIE, 1991c). La otra procedencia es Sri Lanka, Panamá, introducida en el año 1926, traída a los Jardines Botánicos de Summit. De allí entre los años 1936 a 1948 se envió a otros lugares tales como: Hawaii, Ecuador, Brasil, Florida y Liberia; según Gutiérrez y Cordovez (1978), citados en CATIE, 1991c. Migbee (1944) menciona a Guatemala y Costa Rica, como solicitantes de semillas de esta procedencia.

Wadsworth (1960), hace una identificación muy importante de tres fuentes de semillas, en Panamá: la primera en 1934 en el lugar denominado Huertos de Mangos, la segunda en 1947 en la Finca Olivo, Plantación Malagueto y la tercera se hizo en 1949, Finca Caraná, los dos últimos lugares en Puerto Armuelles, Chiriquí (CATIE, 1991c).

Se menciona que la importación a Panamá de semillas de Tailandia, en marzo de 1967, se usó para propósitos experimentales y que fueron recolectadas en 1965 en Lampang en el Norte de Tailandia (Kim, 1966; citado en CATIE, 1991c).

Entre los años 1988 y 1992, el Proyecto Madeleña estableció dos rodales semilleros, uno en Quebrada Culebra, Panamá y otro en Macaracas, Los Santos. Se detectaron también otras áreas con potencial de desarrollo en Chiriquí, Veraguas, Colón y Panamá.

Descripción de la especie

En su lugar de origen es un árbol grande, deciduo, que puede alcanzar una altura de más de 50 m y diámetro de 2 m (Benthall, 1933, citado en CATIE, 1991c). En América Central se han alcanzado altura de más de 30 m.

Es un árbol de fuste recto, con corteza áspera y delgada (12 mm), fisurada, de color café claro que se desprende en placas grandes y delgadas, sin olor o sabor característico. Sus hojas son opuestas, grandes de 11 a 85 cm de largo y de 6 a 50 cm de ancho, con pecíolos gruesos, limbos membranáceos o subcoráceos, nervios prominentes en ambas caras (López, 1977; Aristeguieta, 1973; citados en CATIE, 1991c).

La floración se da en los meses de junio a septiembre y la producción de frutos al inicio del verano, de febrero a abril. En la región de origen la producción de semillas fértiles se presenta entre los 15 y 20 años; sin embargo, en algunos casos se ha visto floración temprana entre los cinco y ocho años (FAO, 1975; citado en CATIE, 1991c). En Panamá, se ha observado que la especie tiene floración entre los meses de junio a diciembre, también se ha podido ver floración temprana en Teca (4 años). En cuanto a la producción de semillas, va desde diciembre hasta marzo, período en el que se incrementan las semillas fértiles.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

En su distribución natural la especie crece en sitios con temperaturas entre 13°C y 35°C (Mahaphol, 1954; citado en CATIE, 1991c). Sin embargo, varios autores sugieren una temperatura media de 25°C, para un óptimo desarrollo (Flinta 1960, citado en CATIE, 1991c). En Panamá ha crecido en sitios con temperatura de 26.6 hasta 27.9°C.

Precipitación

Para el mejor desarrollo de la especie, la precipitación va de 1000 a 1800 mm/año (Flinta 1960; citado en CATIE, 1991c); sin embargo, la experiencia indica un rango entre 1250 y 2500 mm/año, con una estación seca bien definida entre tres a cinco meses (CATIE, 1986). Las precipitaciones donde la teca ha sido establecida, están entre 1145 y 1975 mm.

Elevación

En su área de distribución natural, se presenta desde el nivel del mar hasta los 900 msnm. En América Central se ha sembrado desde el nivel del mar hasta los 600 msnm. Las elevaciones en Panamá para la especie van desde 16 hasta los 100 msnm.

Suelos

Normalmente prefiere suelos franco arenoso o ligeramente fértiles y profundos, sin impedimentos en el drenaje con reacción neutra o ligeramente ácida (CATIE, 1986). Se adapta a un amplio rango de texturas, desde arcilloso, franco arcilloso, arcilloso limoso hasta franco arcilloso limoso, aunque con crecimientos variados. Con base en la información de dos sitios (uno en Llano de la Cruz, Veraguas y el otro en las Lajas, Macaracas, Los Santos), se han podido determinar en los suelos, las siguientes propiedades: los suelos de los experimentos en Panamá, muestran sitios con pH ácido, que consideramos sitios bajos y sitios con pH básicos que consideramos sitios altos. En cuanto a materia orgánica, es baja en estos sitios. Los elementos menores como el calcio (Ca) y magnesio (Mg), se consideran óptimos en los diferentes sitios. El elemento potasio (K) es para algunos sitios bajo y para otros sitios, clasifica como óptimos.

Factores limitantes

Entre los factores limitantes para el desarrollo de la especie se encuentran: presencia de maleza en los primeros años de plantación, se refleja con árboles de mala forma. Suelos compactados, que contribuyen también a que la especie no desarrolle bien; es susceptible a incendios forestales. En cuanto a plagas y enfermedades en general, la especie es noble en este aspecto, ya que son pocas la que lo afectan, pero no están exentas de ellas. En el Cuadro 1 se hace referencia a algunas de las que se han dado en el país:

Cuadro 1. Principales plagas y enfermedades que afectan el desarrollo de la teca en Panamá.

Patógenos	Nombre común	Daño ocasionado
<i>Fusarium</i> sp.	Mal de almácigo	Tallo - raíz
<i>Phyllophaga</i> sp.	Gallina ciega	Raíces
Insectos		
<i>Atta</i> sp.	Arrieras	Defoliación
<i>Difaulaca panamensis</i>	(Chinilla)	Defoliación
<i>Neoclytus cacicus</i>	Barrenador	Xilema
Animales Vertebrados		
<i>Orthogeomys underwoodi</i>	Taltusa	Ataca plantas jóvenes

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Leña

Debido al alto valor calórico de la madera (5000 kcl/kg), la teca se puede utilizar para leña. En este sentido, en la finca del Sr. Rafael Rojas, en Soná, Veraguas, el material sobrante de los raleos se utiliza para leña.

Madera

La madera de teca es fina y dura, cualidad muy apreciada para diversos usos, es una madera que contiene sílice, con una densidad de 0.61 a 0.69; fácil de trabajar, secar y preservar; su durabilidad natural es buena y tiene buena estabilidad dimensional. No se corroe fácilmente, tiene resistencia a las termitas, los hongos y a la intemperie. Es una de las especies más valiosas del mundo (Webb, 1980; Littlely y Dixon, 1969; Torres y Siverbong, 1972; Keogh, 1979; Universidad de Costa Rica, 1979; Grupo de Tecnología Apropriada, 1984; González, 1991, citados en CATIE, 1991c).

La madera de teca es usada en construcciones navales, puentes, muebles y carpintería en general. En Panamá comenzó a utilizarse en la década del 80, en la elaboración de muebles de acabados finos, difundándose su uso en todo el país. Países como Japón y Estados Unidos, han demostrado interés por la teca producida en el Arco Seco de la República (San Carlos, Coclé, Herrera, Los Santos y Veraguas).

SILVICULTURA

Regeneración natural

La especie produce regeneración natural, si los frutos caen en lugares libres de competencia de maleza y libres de sombra. Es común observar regeneración en terrenos aledaños a plantaciones.

Recolección de semillas

La experiencia que se tiene en el país está basada en la del Banco de Semillas Forestal de INRENARE. Informan que la recolección se inicia a partir de febrero; los sitios para recoger esta semilla son Quebrada Culebra, Alajuela y Boquerón.

En el presente año se contó con el apoyo de PROSEFOR (Proyecto Semillas Forestales, CATIE), el cual dio un apoyo económico para poder recoger esta semilla. El resultado fue que del rodal de Quebrada Culebra se recogieron 400 kg de semillas limpias. Estas semillas recogidas a tiempo fueron de suma importancia, ya que según información recibida en los viveros en que se distribuyó arrojan un porcentaje de 80% de germinación. También informaron que el número de semillas por kilogramo es de 1.855. (Referencia Personal. M. Sc. Carlos Ramírez. Director del Banco de Semillas Forestales de INRENARE).

Producción en viveros

En nuestro país se han utilizado varios sistemas para la producción en viveros:

1. Bolsas forestales: Fue el primer sistema utilizado en la producción de plántulas. Se usa una mezcla a proporción de tierra y arena de 2 a 1. El cual con el tiempo demostró ciertos problemas mecánicos de la raíz.

2. Raíz desnuda: Para la década del 80, el Proyecto Madeleña, impulsó la producción a través de este sistema, el cual consiste en la producción de plantas en camas de crecimiento, con espaciamento de 25 cm x 25 cm entre plantas. Bajo este sistema se comienza a establecer la producción de un año para otro; al llevar la planta al campo está lignificada y con buen desarrollo.

3. Sistema raíz dirigida: Empresas reforestadoras como Oro Verde y Geo-Tec, ubicadas en Coclé, están trabajando la producción de teca, bajo este sistema,

También se han presentado innovaciones para la germinación de semillas, ya que la semilla de teca presenta letargo y falta de postmaduración, producto de los líquidos concentrados en la cubierta de la semilla. Se ha usado el sistema de sumergirla por un período de 14 horas en agua, donde la corriente sea continua para evitar fermentación o daños por enfermedad y luego colocarlas 10 horas al sol; este proceso puede durar de 8 a 12 días. El mismo acelerará la germinación de la teca al cabo de 20 días.

Establecimiento de plantaciones

El método más común para preparar el sitio de plantación, es la limpieza total de la vegetación. Para el establecimiento de estas plantaciones se usa el sistema de plantaciones puras.

En general se ha utilizado en el país la preparación mecánica del sitio y, en donde no se pueda usar maquinaria, utilizar hoyos con diámetro de aproximadamente 20 cm y profundidad de 30 cm, especialmente en suelos compactados, principalmente con el establecimiento por pseudoestaca.

Con el sistema de pseudoestaca se han bajado los costos de establecimiento, aunque se requiere de un buen control de malezas al inicio. El espaciamento con mayor utilización ha sido el de 3m x 3m.

Control de malezas

El estricto cuidado y control de la maleza es de mucha importancia en las primeras etapas del desarrollo de la plantación. Las limpiezas realizadas de manera irregular han traído como consecuencia la supresión de la especie, dando como resultado poco desarrollo. En áreas donde la maleza es agresiva, el sistema de chapeo en rodajas con diámetro de aproximadamente 0.5 m, ha sido de gran utilidad a los productores para bajar los costos de las plantaciones.

Fertilización

Algunos estudios demuestran que el nitrógeno (N) cuando se aplica acompañado de fósforo (P), provoca un aumento en el crecimiento. En general, se consideran estos dos elementos, como los más importantes (Ohureshi y Gadav, 1967; Ojo y Jackson, 1974; Laurie, 1975; Rodríguez *et al*, 1985, citados en CATIE, 1991c). Aparentemente parece ser sensible a la deficiencia de calcio (Ca), se ha reportado que con el aprovechamiento, grandes cantidades de este elemento son removidas del

sitio y que difícilmente puede ser restituido por la mineralización del mismo (Lurie, 1975; Mase y Foelster, 1985, citados en CATIE, 1991c).

Sistemas agroforestales

En el país, no se ha tenido experiencia de la especie en sistemas agroforestales, pero en Centro y Sur América se ha cultivado asociada con bananos, hasta cultivos alimenticios básicos (Moore, Sf; Raets, 1964; Chable, 1967; Cozzo, 1976, citados en CATIE, 1991c).

Podas

Es poca la experiencia con que cuenta el país en la actividad de poda para esta especie. Dentro de esta experiencia, podemos tomar la de la Finca Demostrativa en Soná, donde se han realizado seminarios y demostraciones de manejo de poda, en la selección de ejes o poda de formación y podas de ramas para obtener fuste de mejor calidad.

Raleos

La experiencia en los raleos de teca ha sido poca; se obtuvieron resultados en parcelas establecidas en Cemento Panamá y la Finca Demostrativa de Soná. En la Plantación de Teca en Cemento Panamá se hicieron raleos a los 9.5 años y diferentes densidades de raleo, obteniendo del mismo 20.2 m³/ha y 27.1 m³/ha. En la Finca del Sr. Rojas, en Soná, se realizó un raleo a los cuatro años, obteniéndose 15 m³/ha. Este sitio es excelente para el desarrollo de la teca.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Estos resultados están basados en la información de la matriz de investigación silvicultural en Panamá. Esta matriz, para la especie de teca, nos indica que se realizaron mediciones de 47 parcelas en 8 experimentos establecidos en el país. Los datos climáticos y las características físicas y químicas de los suelos donde se establecieron los ensayos se presentan en los cuadros 2 y 3.

Sobrevivencia

Para la variable sobrevivencia, en los sitios donde se estableció teca, los datos muestran que en los dos primeros años se adapta bien, bajo las condiciones de suelo y clima del sitio. De los ensayos establecidos, un 90% presenta sobrevivencia alta en los dos primeros años y solamente un 10% presenta baja sobrevivencia; estos sitios se ubican en Chupa, Macaracas, y en tres lugares conocidos como Los Santos (Cuadro 3).

IMA Altura Total

Para esta variable se tomó en consideración toda la información correspondiente al total de las parcelas establecidas con su última medición. Con esta información se obtuvieron valores mínimos de 0.18 m y máximos de 3.4 m.

Para clasificar estos valores se utilizó una escala con rango el siguiente rango:

Baja:	<1.0 m/año
Medio	1.1 y 2.0 m/año
Alto	2.1 y 3.0 m/año
Excelente	≥ 3.1 m/año

El crecimiento en estos sitios ha sido variable desde sitios bajos entre 0.1 m hasta 1 m; medios entre 1.3 m y 2.0 m, altos entre 2.4 m y excelentes entre 3.1 m a 3.4 m/año.

Cuadro 2. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Tectona grandis* en Panamá.

Sitio Nombre	No. No.	No. Exp.	Altitud (Msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Zona de Vida
Macaracas, Los Santos	801	002L	80	0.0	1810	bs T
Los Santos, Los Santos	802	004L	0	27.3	1210	bs T
3 km, Macaracas, Los Santos	814	041L	0	27.5	1149	-
3 km Calabacito	205	076L	100	27.5	1149	bh T
9 km este, Pesé, Herrera	303	087L	60	27.2	1382	bs T
Cemento Panamá, Colón	601	096L	0	27.5	1149	-
Sabana Grande, Los Santos	826	109L	50	26.6	1162	bs T
1 km, Las Tablas, Los Santos	800	123L	50	26.9	1145	bs T
Macaracas, Los Santos	801	124L	80	n.d	1810	bs T

Cuadro 3. Características químicas y físicas de los suelos donde se ha establecido *T. grandis* en Panamá.

Expto.	Sitio	No. de Perfil	No. de horiz.	Textura	PH	M.O. %	Ca (l)	Mg (l)	K (l)	CIC	Prof. Super.	Prof. Infer.
015L	200	28	1	AL	6.4	2.0	9.5	12.1	0.1	24.6	0	16
015L	200	28	2	FAL	6.6	0.5	10.0	13.7	0.0	24.3	16	55
015L	200	28	3	FA	6.7	0.2	12.5	14.0	0.0	24.1	55	97
041L	814	8	1	AL	5.3	4.0	17.5	9.6	0.3	39.6	0	12
041L	814	8	2	A	5.0	2.0	11.0	6.3	0.3	40.7	12	36
041L	814	8	3	FA	5.1	2.0	12.0	7.8	0.4	46.7	36	64
041L	814	8	4	Fa F	5.0	0.2	20.0	10.1	0.3	52.4	64	+64

(1) Extractables (meq/100 g de suelo).

Cuadro 4. Datos de crecimiento de los experimentos de *Tectona grandis* establecidos por el Proyecto MADELEÑA en Panamá.

No. Sitio	No. Exp.	Cotrat.	Edad (meses)	Espac. Inicial (cm x cm)	Densidad (árbs/ha)	Superv. (%)	Altura (m)		DAP (cm)	
							X	IMA	X	IMA
814	041L	CREC.001	61	200 x 200	2500	96	-	-	-	-
200	015L	CREC.008	13	200 x 200	2500	80	0.20	0.185	-	-
205	076L	CREC.009	47	200 x 200	2500	70	1.60	0.409	-	-
312	107L	CREC.001	25	300 x 300	1111	96	1.20	0.576	-	-
801	124L	CREC.001	270	-	-	87	20.80	0.924	29.00	1.28
801	124L	CREC.002	270	-	-	92	21.90	0.973	29.50	1.31
814	041L	CREC.002	61	200 x 200	2500	100	5.20	1.023	6.10	1.20
807	123L	CREC.001	192	300 x 300	1111	72	16.90	1.056	16.00	1.00
801	002L	BST1C169	198	250 x 250	1600	52	22.20	1.345	18.40	1.11
802	004L	CREC.001	199	300 x 400	833	48	22.80	1.375	23.00	1.38
312	107L	CREC.003	25	300 x 300	1111	89	2.90	1.392	3.10	1.48
312	107L	CREC.002	25	300 x 300	1111	89	2.90	1.392	4.10	1.96
303	087L	CREC.001	29	300 x 300	1111	96	4.50	1.862	5.90	2.44
312	107L	CREC.004	25	300 x 300	1111	91	4.20	2.016	4.80	2.30
819	070L	CREC.008	42	200 x 200	2500	72	8.40	2.400	9.00	2.57
826	109L	C2.8ONZA	29	300 x 300	1111	63	7.50	3.103	7.80	3.22
826	109L	ATESTIGO	29	300 x 300	1111	71	7.60	3.145	7.30	3.02
826	109L	B1.4ONZA	29	300 x 300	1111	77	7.70	3.186	7.90	3.26
826	109L	D4.2ONZA	29	300 x 300	1111	69	8.30	3.434	7.80	3.22

Diámetro

Los resultados obtenidos ofrecen para la variable DCM, valores entre 1.2 cm y 3.2 cm. Se utilizó para la clasificación la escala siguiente:

Bajo	≤ 1 cm
Medio	1.1 y 2.0 cm
Alto	2.1 y 3 cm
Excelente	≥ 3.1 cm.

Los crecimientos anuales para esta variable en los diferentes sitios son: bajo (=1), medio entre 1.2 cm hasta 1.9 cm; alto 2.4 cm hasta 3.0 cm y excelente 3.2 cm en adelante.

CONCLUSIONES

1. El rango de información registrada es muy poco para la especie.
2. La información dada para los sitios es de suma importancia, ya que los técnicos y productores pueden tener una relación de parámetros que sirvan para tomar decisiones.
3. Los sitios en donde se estableció la especie, dan un rango para asumir que en sitios con iguales características, tanto de suelo como de clima, se puede establecer teca.

RECOMENDACIONES

1. Debido al potencial de la teca, se recomienda establecer ensayos con nuevas procedencias y también probar la procedencia local. Esto se debe en parte al poco conocimiento de las procedencias introducidas en Panamá.
2. Es prioritario para el país, buscar también nuevas áreas con potencial, para el establecimiento de rodales semilleros.
3. Establecer en parcelas, unidades evaluativas para actividades del manejo forestal, tan importantes como: La poda, raleo y el aprovechamiento, esto debido a la poca información que se tiene.

BIBLIOGRAFIA

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Resultados de cinco años de Investigación. CATIE Serie Técnica. Informe Técnico No. 86. 220 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1993. Catálogo de Plagas y Enfermedades Forestales en Costa Rica.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991a. Plagas y Enfermedades Forestales en América Central. Guía de Campo. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Manual Técnico No. 4. 260 p..
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991b. Descripción Anatómica de 11 Especies forestales de Uso Industrial en Panamá. Serie Técnica. 61 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991c. *Tectona grandis* L.f., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico. 47 p.

Especie: *Pinus caribaea*.

Redactor: Regino Martínez.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

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

Nombres comunes: Pitch pine, yellow pine, white pine, pino de la costa, ocote blanco, pino caribe, pino caribeño, caribbean pine.

Familia: Pinaceae.

Origen y distribución

Se encuentra distribuido naturalmente desde el Sur de México hasta el Norte de Nicaragua en el litoral Atlántico, en climas Subhúmedo y Perhúmedo. En altitudes de 0 a 850 msnm, temperaturas de 20.0 a 27.0 °C, precipitación de 950 a 3500 mm y suelos ácidos con pH de 4.0 a 6.5. (Barret y Golfari, 1962, citados por Rojas y Ortiz, 1991).

El árbol puede alcanzar hasta 45 m de altura y 100 cm de diámetro. Presenta corteza grisácea cuando joven; rugosa, resquebrajada en surcos longitudinales y de color oscuro, en árboles adultos.

Las hojas son aciculares de 1.0 a 1.5 mm de espesor y de 13 a 33 cm de largo, con dos a cinco canales resiníferos internos. Estas vienen agrupadas en fascículos de tres agujas y en ocasiones excepcionales en dos o cuatro. Las vainas de los fascículos son de 10 a 16 mm de largo, de color castaño claro a pardusco 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, asimétrica de 6 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 de 6.5 mm de largo y 3.5 mm de ancho, con 2 mm de grosor. 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. (Barret y Golfari, 1962, citados en Rojas y Ortiz, 1991).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

La especie requiere un clima cálido, uniforme y sin heladas. En su hábitat nativo, las temperaturas medias oscilan entre 22 y 28 °C, con máximas de 37 °C y mínimas esporádicas de 5 °C. En Panamá se ha plantado en sitios con temperatura media anual de 22.4 a 26.5 °C. Crece

naturalmente con precipitación entre 1 000 y 1 800 mm anuales, aunque se le puede encontrar en sitios con hasta 3 900 mm, además, algunos rodales se desarrollan en sitios donde la precipitación puede ser de apenas 660 mm. En Panamá, la precipitación media anual, en la cual se ha plantado varía de 2110 a 4603 mm.

Se ha plantado en elevaciones que van desde 80 a 1 350 msnm. Los grupos de suelos en los cuales se ha plantado el *Pinus caribaea*, con base en la clasificación de la taxonomía de suelos del USDA son Inceptisols, Ultisols y Entisols (FAO, 1984; Lao, 1985; citados en Rojas y Ortiz, 1991).

Factores limitantes

Aparentemente, es una especie que se adapta a condiciones de suelos difíciles, baja fertilidad, suelos erosionados y compactados, no se han identificado factores limitantes para el crecimiento. En Panamá la especie se ha plantado en suelos marginales, con crecimiento medio anual de 0.6 a 2.27 m en altura y sobrevivencia de 93% (Vásquez, 1987).

CARACTERISTICAS Y USOS 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 oscuro a café rojizo en el duramen.

Leña

En las comunidades rurales donde se ha plantado la especie se está utilizando como leña doméstica.

Madera

La madera aserrada producto de raleos, es utilizada en la construcción de viviendas y confección de muebles (Cooperativa Agroforestal La Yeguada Alejandro López R.L.). En los proyectos forestales establecidos en Buenos Aires de las Palmas, los Valles de Cañazas, Alto Guarumo en Santa Fe y la Yeguada de Calobre, en la Provincia de Veraguas, la madera en rollo correspondiente a diámetros menores (< de 10 cm), es utilizada para la construcción de viviendas rurales.

Otros usos

La madera es de gran versatilidad, se utiliza como varas para la confección de viviendas rurales y postes para cerca, pero también se puede utilizar para la producción de carbón, postes para tendido de redes telefónicas o eléctricas, pulpa para papel, parquet para pisos, lámina para contrachapados y la resina puede utilizarse en la elaboración de desinfectantes y pinturas. (Rojas y Ortiz, 1991).

SILVICULTURA

Regeneración natural

La formación de bosques de *Pinus caribaea* var *hondurensis* es factible por medio de la regeneración natural en aquellos sitios donde la especie produce grandes cantidades de semilla (regeneración inicial entre 2.400 a 24.400 plántulas por hectárea, 13.250 en promedio) (Wolffsohn, 1983). En la Yeguada, Panamá, Ugalde (1982) estableció en forma experimental, parcelas de regeneración natural; los datos iniciales muestran que existe potencial para utilizar y manejar la regeneración. Además, encontró que los sitios donde se presentaba mayor regeneración correspondían a plantaciones con edades mayores de ocho años.

En las plantaciones realizadas en La Yeguada, Alto Guarumo, Los Valles de Cañazas y Buenos Aires de Las Palmas, existe regeneración natural de pino, producto de las plantaciones forestales.

Recolección de semillas

En Panamá se realizó la recolección de semillas en forma experimental, en la reserva forestal de La Yeguada, para determinar la producción de la misma. Este estudio preliminar, demostró que la semilla es fértil y que existen sitios potenciales para su recolección, como La Flor en La Yeguada (Ugalde, 1982).

Producción de plantas en vivero

Las plantaciones establecidas en Panamá se han realizado en su mayoría con plantas producidas en bolsas de polietileno. No obstante, se tiene información de que bajo condiciones controladas, es factible la producción de plantas a raíz desnuda, para el desarrollo de proyectos de reforestación en Los Llanos de Venezuela (Rojas y Ortiz, 1991).

Establecimiento de la plantación

Las plantaciones de *Pinus caribaea* se han establecido en densidades desde 1.5 x 1.5 m a 3.5 x 3.5 m (816 a 4444 a plantas/ha.) (Vásquez, 1987).

Control de malezas

Las plantaciones de *Pinus caribaea* se han establecido en Panamá, en suelos marginales (ácidos), donde existe una vegetación con árboles dispersos de nance (*Byrsonima crassifolia*), chumico (*Curatella americana*), gramíneas bajas (*Andropogon bicornis*) y juncos (*Bulbostylis paradoxa*), por lo que es necesario el control de malezas en plantaciones de pino bajo estas condiciones; se deben realizar limpiezas en rodajas alrededor del árbol y luego limpieza general cada tres meses, hasta el cierre del dosel de la plantación, especialmente durante la época lluviosa.

Preparación del suelo

Se realiza eliminando los árboles de nance y chumico y haciendo limpieza, mediante quemas prescritas. Dependiendo de los suelos, se recomienda confeccionar hoyos de 20 a 30 cm de diámetro y de 30 cm de profundidad, para luego establecer la plantación (Rojas y Ortiz, 1991).

Fertilización

En un ensayo de fertilización con elementos mayores y boro (Howell 1972; Dyson 1981), se encontró que el *Pinus caribaea* responde a tratamientos de fertilización con abono completo. Además, Bognetteau 1984b, investigó que con la fórmula (N-P-K-S-B-Mg-Zn) en dosis de 50 gr/planta, aplicado en el fondo del hoyo al momento de la plantación, se obtienen buenos resultados en crecimiento inicial.

En Centroamérica se han realizado fertilizaciones, aplicando 50 a 75 gr/planta de fertilizante 12-24-12 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 Superfosfato triple en dosis de 30 a 100 gr por árbol, 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 (Wolffsohn, 1983).

Podas

Las podas se realizan con el objetivo de mejorar la calidad de la madera aserrable (sin nudos), reducir los efectos negativos de los incendios forestales y mejorar la accesibilidad del terreno, para efectos de raleo.

La poda varía de 2 a 11 m de altura, tomando como base realizarla hasta un tercio de la altura del árbol. Esta actividad se realiza con una sierra podadora.

Raleos

Los raleos se realizan para mejorar la calidad de la plantación remanente, concentrar la producción de madera en los árboles con mejores características, control fitosanitario y obtención de ingresos de la comercialización de productos de raleo. Con esta finalidad se ha desarrollado una guía para el manejo de plantaciones de *Pino caribaea* en La Yeguada, Panamá, en la cual se recomienda efectuar el primer aclareo después que el incremento corriente anual empieza a decrecer.

En esta guía se establecen cuatro clases de sitios. Para las tres clases de sitio más altas, la intensidad del primer raleo, se fijó en un 25% del área basal por hectárea; el segundo raleo, se fijó en un 20% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Propuesta de aclareo para *P. caribaea* var. *hondurensis* en la Reserva Forestal La Yeguada, Panamá.

Materiales en pie después del aclareo								Material aclareado					Incremento tot.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Edad años	N/ha	hdom (m)	S%	H (m)	Dg (cm)	G (m ²)	Vsc10 (m ³)	N/ha	H (m)	Dg (cm)	G (m ²)	Vsc10 (m ³)	G (m ²)	Vsc10 (m ³)
Clase de sitio I														
0	1100													
14	556	21.2	20	22.0	27.6	33.47	226.41	417	16.8	17.4	11.16	36.87	44.63	263.28
20	308	28.5	10	28.0	41.6	41.98	285.84	248	19.9	23.2	10.51	53.37	63.71	376.08
24	308	32.9	17	30.4	47.6	54.74	365.60						76.47	445.84
Clase de sitio II														
0	1100													
16	509	20.6	20	17.5	27.0	33.82	167.99	434	13.2	18.2	11.28	29.96	45.10	194.95
22	353	26.6	20	22.5	38.2	40.50	204.17	236	15.8	23.4	10.12	36.90	61.90	268.03
26	353	30.4	18	24.6	43.2	51.74	255.61						73.14	319.47
Clase de sitio III														
0	1100													
18	678	19.2	20	14.6	24.9	33.13	132.52	345	12.3	20.2	11.04	25.34	44.17	157.86
24	430	24.1	20	18.6	33.6	38.12	158.25	248	13.3	22.1	9.53	25.87	58.69	209.46
28	430	27.2	18	20.3	37.6	47.86	194.29						68.45	245.50

N/ha = número de árboles por hectárea.

Dg = diámetro a 1,3 m del árbol de área basal media.

hdom = altura dominante.

G = área basal por hectárea.

S% = índice de Hart.

Vsc10 = volumen sin corteza hasta 10 cm de diámetro superior.

H = altura total promedio.

Es importante señalar que el raleo se realiza en el momento oportuno para mantener una tasa de crecimiento adecuada.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Clima

En Panamá los experimentos y parcelas de medición se han plantado en altitudes que van desde 80 a 1 350 msnm, temperatura media anual desde 22.4 a 26.5 °C, precipitación media anual de 2 110 a 4 603 mm en la zona de vida de bh-T y bmh-P (Cuadro 2).

Cuadro 2. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Pinus caribaea* en Panamá.

Nombre/Sitio	No.	No. Exp.	Altitud msnm	TMA °C	No. Meses secos	PMA mm	Zona vida Holdridge
Cemento Panamá, Colón	601	096L	80	26.5	5	4603	bh T
5 Km Los Valles de Cañazas, Veraguas	209	118L	550	24.6	5	2712	Bh T
5 Km Los Valles de Cañazas, Veraguas	209	119L	550	24.6	5	2712	Bh T
5 Km B. Aires Las Palmas, Veraguas	210	120L	600	22.4	5	3056	Bh T
3 Km San José, San Francisco, Veraguas	211	121L	380	26.3	5	2220	Bh T
Vivero La Yeguada-INRENARE	208	122L	640	25.4	4	3679	Bmh P
Parque Summit-Ancón, Panamá	706	133L	100	26.0	5	2110	Bh T

Suelos

Seis experimentos analizados carecen de información sobre suelos; sin embargo, en las plantaciones de *Pinus caribaea* realizadas en la Reserva Forestal la Yeguada, Calobre, se ha realizado un estudio detallado para cuatro clases de sitios para determinar los suelos más aptos para el cultivo del Pino (Vásquez, 1987), (Cuadro 3). En este estudio el pH varió de 4,5 a 4,9 teniendo valores bajos de los elementos Ca, Mg, K, P, Zn y óptimos para los elementos como el Mn y el Cu. Textura (Mg/q) Arcilla (120 a 410), limo de (200 a 380), arcilla (340 a 610) y M.O (0,34 a 4,42) (Romero *et. al.* 1980).

Cuadro 3. Características químicas promedio por clase de sitio para 222 parcelas permanentes de *P. caribaea* var. *hondurensis* en La Yeguada, Panamá.

Clase sitio	No Par	Prof Inf.	pH	Cmol+/l de suelo						Satur. acidez	ug/ml					N	Ca/Mg	Mg/ K	Textura (mg/g)		
				Ca	Mg	K	Acidez	CIE	P		Fe	Mn	Zn	Cu	A				L	Ac	
I	3	15	4.97	2.01	0.54	0.17	3.43	6.46	0.94	2.83	116.8	10.4	2.10	2.43	0.6	3.40	3.13	410	250	340	
		30	4.80	1.18	0.34	0.11	5.30	8.13	0.96	1.16	66.9	4.3	1.83	2.16	0.4	3.03	3.87	350	250	400	
		50	4.97	0.65	0.23	0.14	6.20	9.43	0.95	0.60	30.6	6.2	1.80	1.90	0.3	2.60	3.60	390	200	410	
II	3	15	4.37	0.21	0.11	0.03	2.97	3.32	0.89	1.83	226.3	52.1	1.53	2.63	1.1	1.97	3.20	160	250	590	
		30	4.60	0.21	0.10	0.02	2.50	2.83	0.87	0.83	112.0	27.6	1.33	2.63	0.8	2.10	5.00	120	240	610	
		50	4.80	0.20	0.09	0.02	2.60	2.91	0.86	0.17	49.1	25.6	1.40	2.73	0.1	2.37	5.50	150	240	610	
III	7	15	4.50	0.21	0.12	0.12	3.87	4.25	0.90	1.14	322.8	3.9	1.33	1.48	1.3	1.79	5.10	230	330	450	
		30	4.71	0.18	0.09	0.03	3.96	4.26	0.91	0.92	138.7	5.7	1.21	1.41	0.7	1.87	6.90	210	330	460	
		50	4.76	0.19	0.10	0.03	3.99	4.42	0.90	0.29	85.5	6.0	1.33	1.48	0.5	1.97	7.49	230	330	430	
IV	9	15	4.59	0.25	0.15	0.05	4.15	4.61	0.90	1.61	281.7	4.3	1.32	1.76	1.2	1.70	13.68	230	350	420	
		30	4.74	0.24	0.13	0.05	4.52	4.96	0.91	0.78	74.3	2.9	1.22	1.58	0.5	1.82	11.01	220	380	400	
		50	4.87	0.24	0.13	0.04	5.10	5.52	0.92	1.11	43.0	2.6	1.23	1.47	0.4	2.32	28.43	220	370	410	

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Cuadro 4. Datos de crecimientos de los experimentos de *Pinus caribaea* establecidos por el Proyecto Madeleña en Panamá.

No. Sitio	No. Exp.	Cotrat	Edad meses	Espac. Inic. (cm x cm)	Densid. Inic. (árb/Ha)	Sobr ev %	Altura (m)		DAP(cm)	
							\bar{x}	IMA	\bar{x}	IMA
208	122L	4424.008	13	220 x 200	2270	89	0.60	0.554	-	-
208	122L	4421.005	13	220 x 200	2270	87	0.70	0.646	-	-
706	133L	4419.001	14	220 x 200	2270	85	0.80	0.686	-	-
208	122L	4418.002	13	220 x 200	2270	89	0.80	0.738	-	-
208	122L	4419.003	13	220 x 200	2270	93	0.80	0.738	-	-
208	122L	4423.007	13	220 x 200	2270	81	0.80	0.738	-	-
208	122L	4422.006	13	220 x 200	2270	92	0.80	0.738	-	-
706	133L	4422.003	14	220 x 200	2270	85	0.90	0.771	-	-
706	133L	4420.002	14	220 x 200	2270	100	0.90	0.771	-	-
706	133L	4423.004	14	220 x 200	2270	95	0.90	0.771	-	-
208	122L	4417.001	13	220 x 200	2270	98	0.90	0.831	-	-
208	122L	4420.004	13	220 x 200	2270	89	0.90	0.831	-	-
209	119L	CREC.001	154	300 x 300	1111	98	12.40	0.966	20.100	1.566
211	121L	CREC.001	157	300 x 300	1111	81	14.00	1.070	23.300	1.781
209	118L	RALE.001	137	220 x 200	2270	51	12.90	1.130	21.200	1.857
210	120L	CREC.001	120	260 x 260	1479	67	11.70	1.170	19.900	1.990
601	096L	ACLA.001	86	300 x 300	1111	63	16.30	2.273	17.90	2.249

Sobrevivencia

En los experimentos analizados, la sobrevivencia varió desde 51 a 100% (Cuadro 4); sin embargo, Vásquez (1987) reporta que la sobrevivencia promedio es de 93%, presentando en la mayoría de los sitios valores altos.

Altura total

En los experimentos realizados (Cuadro 4), la altura total varió de 0.6 a 16.3 m a los 1.08 y 7.17 años respectivamente. Sin embargo, en La Yeguada los crecimientos obtenidos varían de 11.4 a 27.1 m a los 15 años de edad (Vásquez, 1987), presentando valores altos del crecimiento en altura.

Diámetro

En los sitios analizados la especie creció de 1.5 a 2.2 cm/año (Cuadro 4) y en los estudios realizados en La Yeguada varía de 1.2 a 1.6 cm/año (Vásquez, 1987). También se refleja la productividad y calidad de sitio en variables como área basal, volumen e índice de sitio (Cuadro 1).

Limitación para el crecimiento

Estudios realizados por Lamb (1993), Wolffsonhn (1983), Teoh (1981), Vicent (1970), citados por Rojas (1991), en Malasia, Suriname, Venezuela, Jamaica, Costa Rica y Panamá, indican que el drenaje, la textura, la profundidad hasta la cual pueden penetrar las raíces y la interacción de otras variables como el nivel freático, la acidez alta $\text{pH} < 5.2$, baja fertilidad, característica fisiográfica, como la posición topográfica y el contenido de limo de 30 a 50 cm, son factores relacionados y que ayudan a explicar el crecimiento de *Pinus caribaea*.

OTRAS EXPERIENCIAS DE REFORESTACION

Los crecimientos observados en proyectos de reforestación con *Pinus caribaea* (Buenos Aires de Las Palmas, Los Valles de Cañazas, Alto Guarumo en Santa Fe, Chepo de Las Minas en la Provincia de Herrera, los bosques comunales de Coclé) muestran características similares.

CONCLUSIONES

1. La especie ha demostrado buena adaptación en suelos marginales. Se ha plantado en La Yeguada y en otros sitios del país desde 1969, con semillas procedentes de Poptum (Guatemala) y ESNACIFOR (Honduras C.A.). Hasta el presente, existen más de 6,000 hectáreas reforestadas con esta especie en Panamá.
2. Los experimentos analizados y los estudios realizados en La Yeguada han demostrado que existen cuatro clases de sitios (I, II, III y IV), los que indican que las clases I, corresponden a los sitios más productivos y la clase IV a los de más baja producción. El estudio también demostró que la especie crece en altura de 11.25 a 27.1 m a los 15 años de edad, obteniéndose un rendimiento en volumen sin corteza hasta un diámetro mínimo de diez cm de 245,50 a 445,84m³/ha los 28 y 24 años de edad respectivamente (Cuadro 1).
3. Es una especie con potencial para establecer proyectos de reforestación a gran escala, desde la provincia de Coclé hasta Chiriquí en la Vertiente del Pacífico, debido al potencial industrial y a la vocación forestal de los suelos en esta región (pobres y quebrados).

Con base en el trabajo realizado por Vásquez (1987) sobre el desarrollo del índice de sitio y la selección de un modelo preliminar de rendimientos para *P. caribaea* en la Reserva Forestal La Yeguada, se pudo concluir que:

1. El índice de sitio a la edad de 15 años indicó que los terrenos de la reserva pueden clasificarse como poco productivos. Para esta edad, la altura dominante correspondiente a las clases de sitio I; II, III y IV fue de 22.5, 19.5, 16.5 y 13.5 m, con incrementos medios anuales en volumen total con corteza que varían desde 20.6, 13.5, 9.4 hasta 6.3 m³/ha/año, a la edad de 14 años, para las mismas clases de sitio.
2. Mediante el análisis de regresión múltiple por pasos, se pudo determinar que la variación en el índice de sitio está explicada en más de un 90% por la acidez alta ($\text{pH} \leq 5.2$ y acidez extraíble mayor del 56%), la fertilidad baja, la posición topográfica, el drenaje interno y la variación en el contenido de limo entre los 30 y 50 cm de profundidad.
3. Se construyó una tabla de rendimiento implícita por clase de sitio, que incluye el detalle de la distribución de la biomasa por clase diamétrica y edad, para lo cual se utilizaron las ecuaciones de rendimientos que fueron generadas para diferentes características del rodal y la función de densidad de probabilidad Weibull.
4. Las áreas basales máximas alcanzadas por diferentes parcelas de la clase de sitio I a la IV, fueron 56, 53, 48 y 40 m²/ha, respectivamente, debido quizás a la gran tolerancia a la luz que presenta esta especie, a la falta de aclareos y a la baja mortalidad encontrada (menor del 16%).
5. Los rendimientos promedios actuales del bosque variaron desde 394 m³/ha a los 14 años en la clase de sitio más alta, hasta 73 m³/ha a los 11 años en la clase más baja.
6. Independientemente de la clase de sitio y para el ámbito de edades evaluado, se encontró que la fase de competencia fuerte aún no ha sido alcanzada en ningún sitio, debido a la baja densidad de plantación y al lento crecimiento observado.
7. Por último, al validar el modelo para predicción del rendimiento, se encontró que a nivel de rodal las estimaciones son bastante precisas ($R^2 > 86\%$), y a nivel de clase diamétrica, el modelo brinda una idea clara de la distribución de la biomasa ($R^2 = 57 \pm 23\%$).

RECOMENDACIONES

1. Tomando en consideración que existen sitios de rendimientos altos con árboles de buenas características fenotípicas en La Yeguada, es importante finalizar el establecimiento del rodal semillero del Flor, El Guarumito, Cerro Verde, El plan del Guarumo en San Francisco y otros rodales semilleros en diferentes sitios del país, donde la especie está creciendo bien. Esto con el fin de lograr el abastecimiento de semillas a nivel nacional.
2. Establecer ensayos de fertilización en *Pinus caribaea* incluyendo cal agrícola, con el fin de determinar costos y el tratamiento de fertilización más adecuado para mejorar el rendimiento de la especie en suelos marginales. Para esto se deben tomar como base los estudios realizados por Howell, 1992, Dyson, 1981 y Ugalde, 1981.
3. Establecer más parcelas de crecimiento y aprovechamiento y recopilar información a nivel nacional para obtener mejor estimación del rendimiento de la especie en Panamá.
4. Establecer ensayos de preservación de la madera de pino para aumentar su durabilidad y aumentar la comercialización de productos de *Pinus caribaea*.
5. Establecer parcelas de crecimiento en sitios de Bosque Seco Tropical para determinar su comportamiento en esta zona de vida.
6. Realizar investigación sobre el control de plagas y enfermedades que afectan a la especie.
7. Realizar estudios para determinar la posibilidad de regenerar el bosque a través de la regeneración natural de pinares, ya que se ha demostrado en los proyectos establecidos, que existe regeneración natural.

Recomendaciones de la investigación realizada por Vásquez (1987):

1. Realizar un inventario forestal de la reserva y elaborar el mapa de calidades de sitio, como primer paso en el reordenamiento de estas plantaciones.
2. Los nuevos programas de reforestación en áreas recién aprovechadas o en áreas aún sin plantar deben considerar la posibilidad de aumentar la densidad de plantación inicial en los sitios más productivos.
3. Realizar estudios sobre el efecto de la fertilización en el crecimiento, dirigidos a determinar la influencia del Mn, Cu y Zn, así como la tolerancia de la especie a la acidez.
4. Una vez que se cuente con el mapeo de clases de sitio y los análisis financieros, es recomendable actualizar y mejorar el plan de manejo existente y obtener financiamiento para el manejo y la conservación de los recursos naturales, y para hacer de la Reserva Forestal La Yeguada un proyecto de manejo modelo.

BIBLIOGRAFIA

- Bognetteau, E. 1984a. Plan de manejo de las plantaciones de la reserva forestal de La Yeguada. 116 p.
- Bognetteau, E. 1984b. Fertilización inicial de *Pinus caribaea* var *hondurensis*. 11 p.
- Dyson, W.G. 1981. Fertilización de plantaciones forestales en la reserva forestal La Yeguada, Panamá. 14 p.
- Howell, J. H. 1972. "REFORESTATION" - Informe preparado para el Gobierno de Panamá. FD: SF/PAN 6, Informe Técnico No.11, FAO, Roma; 132 p. + apéndice.
- Mesén, F. 1995. Informe de viaje CATIE Panamá. 12 p.
- Palmberg, C. 1980. Abastecimiento de semillas y mejoramientos genéticos de *Pinus caribaea*, 49 p.
- Rojas, F.; Ortiz, E. 1991. *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Barret y Golfari), especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE, 59 p.
- Romero, A. *et al.* 1980. Evaluación de ensayos y selección de especies para reforestación en Panamá. 50 p.
- Ugalde, L. 1982. Recolección de semillas de *Pinus caribaea* en La Yeguada, Panamá 11 p.
- Vásquez, W. 1987. Desarrollo de índice de sitio y selección de un modelo preliminar de rendimientos para *Pinus caribaea* var *hondurensis* en la reserva forestal La Yeguada, Panamá. 87 p.
- Vásquez, W; Salazar, R. 1989. Guía para el manejo de las plantaciones de pino caribe en La Yeguada Panamá. 37 p.
- Wolffsonhn, A. 1983. *Pinus caribaea* var. *hondurensis*: estudios sobre su manejo y sitios nativos. ESNACIFOR (Hond). Serie Miscelánea No.3. 66 p.

Especie: *Guazuma ulmifolia* Lam.

Redactor: Feliciano Escobar

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Guazuma ulmifolia* Lam.

Nombres comunes: Guácimo, negrito y garani.

Familia: Sterculiaceae.

Origen y distribución natural

Es nativo y su distribución natural es desde México hasta Ecuador, Perú, Norte de Argentina, Paraguay, Bolivia y las partes meridionales del Brasil. También, las Antillas (excepto las Bahamas).

La especie presenta ramas largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes, con hojas alternas en dos hileras, arreglados en un plano. Los árboles son siempre verdes generalmente de tamaño pequeño a mediano, de 10 a 20 m de altura y hasta 60 cm de diámetro en el tronco, con copa redondeada y extendida; la forma del árbol varía según la región donde se encuentre, en zonas de elevada precipitación, los árboles alcanzan mayor altura y menor ramificación.

La corteza exterior es de color gris o pardo, agrietado o acanaladas ásperas en tiras. La corteza interior es de color café (claro, castaño, o marrón). Las hojas son alternas cortamente pecioladas, de ovada a oblongo lanceoladas, de borde aserrado, de 6 a 12 cm de largo, de 2.5 a 6 cm de ancho, de punta larga y acuminadas.

Los racimos florales (panículas) son ramificados en pedúnculos con vellosidades, de 3 a 5 cm de largo en la base, flores pequeñas ligeramente fragantes de 1 cm de largo y 0.5 cm de ancho. El fruto es una cápsula subglobulosa, elipsoide, de 1.5 a 4 cm de largo y de 1 a 1.5 cm de ancho, de aspecto verrugoso y de color negro púrpura en su madurez. Conteniendo una pulpa dulce. Se abre por el ápice y contiene muchas semillas duras de 3 mm de largo. La floración empieza con el inicio del invierno que generalmente en Panamá es de abril a mayo. Tiene buena capacidad de rebrotes.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

De acuerdo con la distribución natural y experiencia acumulada, se han identificado algunos requerimientos ambientales para cultivar la especie. En lo que respecta a la temperatura, es una especie propia de las zonas bajas cálidas con temperatura media anual superior a 24 °C, aunque ocasionalmente aparece en zonas de hasta 20°C. En lo referente a precipitación, el árbol crece bien cuando la precipitación es de 700 a 1500 mm, también se ha encontrado en zonas con más 2500 mm anuales. Se adapta tanto a condiciones secas como húmedas.

Crece desde el nivel del mar hasta cerca de los ríos a 1200 msnm en Costa Rica. Se observa con mayor frecuencia por abajo de los 500 msnm, igual ocurre en Panamá. También se adapta a varias clases de suelos, desde texturas livianas hasta suelos pesados; es más frecuente con suelo de pH superior a 5,5.

Factores limitantes

La especie es susceptible a la competencia con malezas y no se desarrolla bien en suelos muy compactados; es de alto contenido de arcilla; no compete con maleza, las semillas son afectadas por larvas cuando los frutos caen. Por su alto valor nutricional, los animales comen hojas y frutas.

A continuación se presenta el cuadro de insectos que atacan al guácimo y los daños que causan.

Cuadro 1. Insectos que atacan a *G. ulmifolia*, los diferentes daños que causan, edad de la planta en que sucede el ataque, la gravedad de cada ataque y parte de la planta que daña, en América Central.

Insectos	Tipo daño causado	Edad	Gravedad	Parte planta c/problem
<i>Aepytus</i> sp. (Lepidóptera, Hepialidae)	Barrenamiento de xilema y Médula	J, M	E	Xilema y médula
<i>Arsenura armida</i> (Lepidóptera, Saturniidae)	Defoliación	M	E	Follaje
<i>Automaris rubescens</i> (Lepidóptera, Saturnidae)	Defoliación	M	R	Follaje
<i>Epitragus</i> sp. (Coleóptera, Tenebrionidae)	Defoliación	M	E	Follaje
<i>Aylesia lineata</i> (Lepidóptera, Saturniidae)	Defoliación	M	R	Follaje
<i>Lirimis truncata</i> (Lepidóptera, Notondicae)	Defoliación	M	R	Follaje
<i>Periphoba arcaeii</i> (Lepidóptera, Saturniidae)	Defoliación	M	R	Follaje
<i>Phelypera distigma</i> (Coleóptera, Curculionidae)	Defoliación	J, M	C	Follaje
Abejón serruchador (Coleóptera, Curculionidae)	Anillamiento fuste (masticación)	J, M	E	Corteza
Chicharra	Oviposición	J, M	R	Follaje
Vaquita (Coleóptera, Chrysomelidae)	Defoliación	J, M	R	Follaje

J = árboles jóvenes menores de tres años.

M = árboles mayores de cuatro años.

C = Problema crónico, casi siempre presente.

E = Problema esporádico, que ha demandado al menos una vez, esfuerzos de combate.

R = Problema registrado, observado al menos una vez.

Fuente: Hilje, Araya y Scorza (1990).

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Leña

El principal uso del Guácimo en Panamá es leña para uso doméstico y pequeñas industrias rurales como panaderías, ladrilleras, artesanías domésticas en la producción de artículos de arcillas, cocción de alimentos, producción de miel de caña. En fondas, fiestas patronales, de acuerdo con las especies más usadas y preferidas en tres categorías, el guácimo está en el primer lugar.

Primera prioridad 30.4%

Segunda prioridad 23.0%

Tercera prioridad 18.5%

En el diagnóstico socio-económico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas en la península de Azuero, Panamá, el guácimo es una de las especies más preferidas y usadas en los lugares que cocinan con leña.

Madera

La madera de guácimo es fácil de trabajar, en estado seco es de color gris anaranjado, de grano recto, textura media homogénea, lustre sin olor y sabor y su peso específico es de 0.51 g/cm³. Es usada en carpintería en general y construcción de cajas de embalaje.

Sombra

La sombra del guácimo es uno de los mayores beneficios en áreas ganaderas. sea en árboles aislados en grupos de árboles. Estos árboles sirven de refugio al ganado.

Otros usos

Por su alto valor nutricional es usado como forraje para el ganado durante la época seca. Se registra que las hojas tiernas tienen 17% de proteínas o hasta 71% en el fruto siendo este uso de gran importancia para la ganadería en Panamá. Postes temporales para cercas, tutores de hortalizas utilizando en la península de Azuero (Agua Buena, Tres Quebradas, Los Angeles, La Espigadilla, Las Guabas de Los Santos y otras áreas).

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

El cuadro 2 presenta datos sobre el clima de los sitios en donde se establecieron los experimentos con *G ulmifolia* en total fueron 16 sitios, 6 en el bosque húmedo tropical con temperatura media entre 26.6 °C y 27.5 °C altitud de 20 a 650 msnm, precipitación media entre 1145 y 1975 mm. En el bosque seco tropical (bs-T), 10 sitios con temperatura media de 26.9 a 27.5 °C, altitud de 20 a 80 msnm y precipitación media de 1149 a 1810 mm.

Cuadro 2. Localización y caracterización de los sitios donde se ha establecido *Guazuma ulmifolia* en Panamá.

Nombre/Sitio	No.	No. Exp.	Altitud. msnm	TM A °C	PMA mm	Zona vida Holdridge
1 Km. Los Santos, Los Santos	803	009L	20	27.3	1210	bs T
Los Santos, Los Santos	806	014L	16	27.3	1210	bs T
9 Km. Este, Pesé, Herrera	303	018L	60	27.2	1382	bs T
4 Km. Noroeste, Antón, Pueblo Nuevo, Antón, Coclé	401	020L	50	27.5	1463	bs T
Los Santos, La Lima, Los Santos	808	030L	50	27.3	1810	bs T
Los Santos, Los Santos	809	032L	16	27.5	1149	bs T
1 Km. Las Tablas, Los Santos	807	036L	50	26.9	1145	bs T
4 Km. Macaracas, La Arena, Los Pozos, Herrera	306	042L	100	26.6	1637	bh T
Ocú, Herrera	307	043L	130	27.5	1149	bh T
5 Km. Villa Lourdes, Macaracas, Corozal, Los Santos	815	046L	80	27.5	1149	bs T
2 Km. Las Tablas, Los Santos	817	051L	30	26.9	1145	bs T
1 Km Este, Chepo	700	068L	30	27.5	1149	bh T
Los Angeles, Los Santos, Los Santos	804	071L	25	27.3	1210	bs T
Pozo Azul, Coclé	413	073L	650	27.5	1149	bmh T
La Colorada, Veraguas, 7 Km de Santiago	206	093L	80	26.5	1149	bh T
Llano de La Cruz, Veraguas	200	015L	50	27.5	1975	bh T

Suelos

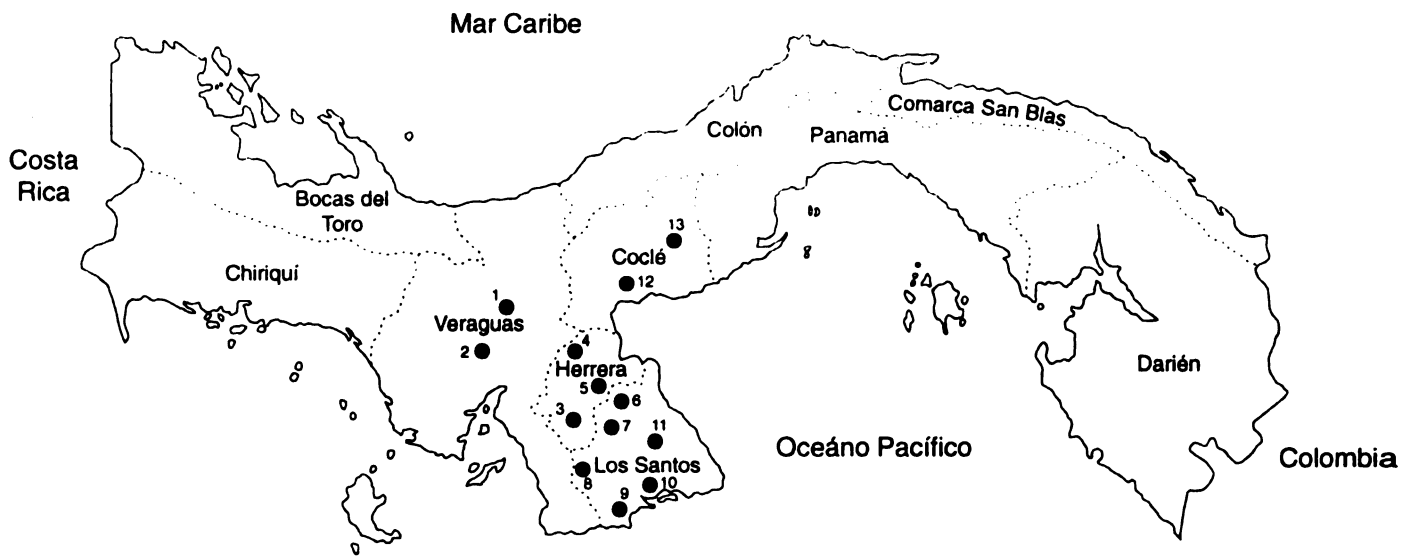
Los sitios en la zona de bosque seco (bs-T), donde se establecieron los experimentos con *G. ulmifolia*, son de textura francos arcillo limosos, arcillo arenoso y franco arcillosos, con pH de 3.0 a 6.4. El contenido del calcio va de 1.5 a 9.5, se considera que de 4 a 20 es óptimo y menos de 4 es bajo, el magnesio esta entre 0.9 a 13.0, siendo óptimo de 0.2 a 15 y el potasio de 0.1 a 1.0 lo cual esta bajo en comparación con los resultados de los análisis de suelo realizados utilizando la guía para interpretación de análisis de suelo utilizada por el CATIE (1982). Las principales características físicas y químicas de los suelos donde se estableció la especie se presentan en el cuadro 3.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Los resultados son producto de la información de la matriz de la investigación silvicultural en Panamá. Esta matriz, para la especie *G. ulmifolia* indica que se establecieron un total de 16 experimentos con 44 parcelas en donde se efectuaron 174 mediciones.

Cuadro 3. Características químicas y físicas de los suelos donde se ha establecido *G. ulmifolia* en Panamá.

Cod. país	Cod. Exper	Ns. sitio	Ns. perfil	Ns. Hor	Textura	pH	MO %	CaE	MgE	KE	CIC	Altitud	Código exp.	Prof. sup.	Prof. infr.	Ubicación
PA	009L	803	10	1	FAa	4.6	1.5	1.5	0.4	0.1	13.4	20	GuazUL	0	13	Hospital Regional
PA	009L	803	10	2	A	5.1	1.0	4.5	1.0	0.0	16.1	20	GuazUL	13	50	Hospital Regional
PA	009L	803	10	3	A	5.2	0.5	5.0	0.8	0.1	20.3	20	GuazUL	50	88	Hospital Regional
PA	009L	803	10	4	FA	5.3	0.5	6.0	1.0	0.0	18.7	20	GuazUL	88	135	Hospital Regional
PA	009L	803	10	5	-	-	-	-	-	-	-	20	GuazUL	-	-	Hospital Regional
PA	015L	200	28	1	AL	6.4	2.0	9.5	12.1	0.1	24.6	50	GuazUL	0	16	Llano La Cruz
PA	015L	200	28	2	FAL	6.6	0.5	10.0	13.7	0.0	24.3	50	GuazUL	16	55	Llano La Cruz
PA	015L	200	28	3	FA	6.7	0.2	12.5	14.0	0.0	24.1	50	GuazUL	55	97	Llano La Cruz
PA	018L	303	14	1	FA	5.7	4.5	9.5	7.1	0.4	30.0	60	GuazUL	0	18	Ingenio Las Cabras
PA	018L	303	14	2	FA	6.2	1.0	9.5	9.3	0.3	31.0	60	GuazUL	18	36	Ingenio Las Cabras
PA	018L	303	14	3	FA	6.4	0.5	13.0	13.3	0.2	44.4	60	GuazUL	36	83	Ingenio Las Cabras
PA	020L	401	23	1	F	5.4	2.0	3.5	0.9	0.2	9.6	26	GuazUL	0	13	Natalia Murillo
PA	020L	401	23	2	A	5.3	0.5	7.0	1.7	0.0	12.8	26	GuazUL	13	43	Natalia Murillo
PA	020L	401	23	3	A	5.0	0.5	11.5	2.3	0.0	20.9	26	GuazUL	43	75	Natalia Murillo
PA	020L	401	23	4	A	5.8	0.2	11.0	2.3	0.0	18.2	26	GuazUL	75	140	Natalia Murillo
PA	032L	809	13	1	F	5.4	3.0	4.5	1.3	0.2	10.7	16	GuazUL	0	14	El Matadero
PA	032L	809	13	2	A	5.4	1.5	3.5	0.7	0.0	17.1	16	GuazUL	14	39	El Matadero
PA	032L	809	13	3	A	5.6	1.0	3.0	0.5	0.1	18.7	16	GuazUL	39	64	El Matadero
PA	032L	809	13	4	A	5.7	0.5	3.0	0.5	0.0	19.3	16	GuazUL	64	95	El Matadero
PA	032L	809	13	5	A	5.5	0.2	4.0	0.7	0.0	22.5	16	GuazUL	95	140	El Matadero
PA	036L	807	1	1	A	6.3	2.5	30.0	10.0	0.1	51.9	50	GuazUL	0	18	Hacienda RENARE
PA	036L	807	1	2	A	7.0	2.0	36.0	12.6	0.1	49.8	50	GuazUL	18	58	Hacienda RENARE
PA	036L	807	1	3	A	8.1	1.5	36.5	12.9	0.0	48.7	50	GuazUL	58	103	Hacienda RENARE
PA	036L	807	1	4	A	8.2	1.0	32.5	10.5	0.0	46.0	50	GuazUL	103	150	Hacienda RENARE
PA	042L	306	7	1	FA	6.4	5.0	14.0	4.9	0.3	32.1	100	GuazUL	0	10	La Arena
PA	042L	306	7	2	FA FAL	6.1	2.5	17.5	6.2	0.2	32.6	100	GuazUL	10	26	La Arena
PA	042L	306	7	3	Fa	6.6	0.2	20.0	6.4	0.3	34.2	100	GuazUL	26	-	La Arena
PA	043L	307	25	1	FAL	6.2	3.4	18.0	13.9	0.3	40.7	133	GuazUL	0	14	Las Animas
PA	043L	307	25	2	FAL	6.2	2.0	23.5	14.0	0.1	50.8	133	GuazUL	14	26	Las Animas
PA	043L	307	25	3	FFA	6.5	1.5	28.5	12.0	0.1	50.8	133	GuazUL	26	45	Las Animas
PA	043L	307	25	4	F	6.5	1.0	24.5	14.0	0.1	53.0	133	GuazUL	45	58	Las Animas
PA	046L	815	3	1	FFA	6.3	2.5	33.0	13.1	1.0	61.0	170	GuazUL	0	19	El Corozal
PA	046L	815	3	2	Fa	6.3	0.5	28.5	10.4	0.5	60.5	170	GuazUL	19	40	El Corozal
PA	046L	815	3	3	aF Fa	6.7	0.5	32.5	12.9	0.1	62.6	170	GuazUL	40	93	El Corozal
PA	071L	804	11	1	FAa	5.1	2.0	4.0	1.0	0.1	13.4	25	GuazUL	0	13	Loma Larga
PA	071L	804	11	2	A	5.2	1.5	5.0	1.1	0.1	19.8	25	GuazUL	13	40	Loma Larga
PA	071L	804	11	3	A	5.1	0.5	7.0	1.0	0.1	20.3	25	GuazUL	40	89	Loma Larga
PA	071L	804	11	4	A	5.2	0.5	8.0	1.3	0.2	19.3	25	GuazUL	89	150	Loma Larga



1. La Colorada
2. Llano de la Cruz
3. La Arena, Los Pozos
4. Las Animas
5. Pesé
6. El Colosal, Macaracas
7. La Mina, Los Santos
8. Las Tablas
9. Hospital Regional
10. Los Santos
11. Loma Larga, Los Santos
12. Pozo Azul
13. Pueblo Nuevo

Figura 1. Sitios de investigación con *G. ulmifolia*, del Proyecto Madeleña en Panamá.

Cuadro 4. Datos de crecimiento de los experimentos de *G. Ulmifolia* establecidos por el Proyecto Madeleña en Panamá.

No. Sitio	No. Exper.	Cotrat	Edad meses	Espac. inic (cm x cm)	Densid. árb/ha	Superv. %	Altura (m)		DAP (cm)	
							\bar{x}	IMA	\bar{x}	IMA
303	018L	CREC.001	54	220 x200	2270	90	-	-	-	-
803	009L	SPRO.003	38	220 x200	2270	100	-	-	-	-
200	015L	CREC.006	13	220 x200	2270	98	0.30	0.277	-	-
413	073L	CREC.001	18	220 x200	2270	67	0.50	0.333	-	-
307	043L	CREC.002	39	220 x200	2270	100	1.10	0.338	-	-
817	051L	CREC.002	7	220 x200	2270	99	0.40	0.686	-	-
700	068L	CREC.001	23	220 x200	2270	97	1.50	0.783	-	-
807	036L	CREC.001	62	220 x200	2270	100	4.20	0.813	3.80	0.735
815	046L	CREC.002	61	220 x200	2270	100	4.90	0.964	5.70	1.121
803	009L	APRO.002	38	220 x200	2270	94	3.10	0.979	5.30	1.674
815	046L	CREC.001	61	220 x200	2270	92	5.70	1.121	6.90	1.357
809	032L	CREC.001	77	220 x200	2270	100	7.30	1.138	6.50	1.013
808	030L	CREC.002	62	220 x200	2270	100	6.00	1.161	6.90	1.335
808	030L	CREC.001	62	220 x200	2270	100	6.00	1.161	6.80	1.316
809	032L	CREC.002	77	220 x200	2270	100	7.50	1.169	6.80	1.060
806	014L	CREC.005	51	220 x200	2270	89	5.00	1.176	6.00	1.412
401	020L	CREC.001	34	220 x200	2270	100	3.90	1.376	5.70	2.012
206	093L	CREC.001	37	220 x200	2270	80	5.30	1.719	5.20	1.686
306	042L	CREC.001	52	220 x200	2270	100	7.80	1.800	7.80	1.800
206	093L	CREC.002	37	220 x200	2270	96	6.60	2.141	6.20	2.011
804	071L	CREC.001	22	-	-	94	4.00	2.182	3.00	1.636
804	071L	CREC.004	22	-	-	92	4.10	2.236	2.50	1.364
804	071L	CREC.002	22	-	-	100	4.40	2.400	3.60	1.964
804	071L	CREC.003	22	-	-	100	5.60	3.055	5.50	3.000

Sobrevivencia

La especie *G. ulmifolia* mostró alta sobrevivencia en los sitios evaluados en Panamá. El único sitio que registró un 67% fue en Pozo Azul de Coclé, ubicado en la zona de vida bosque muy húmedo Tropical Bmh-T.

Tablas de rango de sobrevivencia:

Alto > 66%.
Bajo < 65%.

Se corrobora que la mayor incidencia natural de *G. ulmifolia*, se da en la zona de vida bosque seco Tropical (bs-T) y húmedo Tropical (bh-T).

Crecimiento en altura total

Para clasificar el crecimiento IMA de la altura total se utilizó la tabla elaborada por Ugalde, del sistema MIRA, donde se establecieron los siguientes rangos:

Alto > 2m,
Medio de 1.2 m a 1.9 m
Bajo < 1 m.

Siguiendo este rango de valores el guácimo tuvo alto crecimiento en los sitios de Loma Larga de Los Santos con 3.055 de IMA total en altura, el cual está ubicado en bs-T temperatura media de 27.3 °C, precipitación de 1210 mm, altitud 25 msnm, suelo de textura franco arcillo arenosa, ácido (5.1 de pH), 2.0% de materia orgánica, 4.0 de calcio (Ca); 1.0 de magnesio (Mg), 0.1 de potasio (K), 13.4 de capacidad de intercambio catiónico. El otro sitio de La Colorada de Santiago en el (bh-T) con temperatura media de 27.5, precipitación de 1149 mm y 89 msnm. El suelo pertenece al orden oxisoles de acuerdo con las clasificaciones taxonómicas de los proyectos de árboles de uso múltiples en Panamá.

Los crecimientos medios se registran en los sitios La Arena de Los Pozos, en la zona de (bhT) con temperatura media de 26.6, precipitación de 1637 mm, altitud de 100 msnm, suelo de textura franco arcillosa, pH de 6.4, con 5.0% de materia orgánica (MO), potasio 0.3 y capacidad de intercambio catiónico de 32.1. Los otros sitios se ubican en Llano de La Cruz, Veraguas bh-T; en Los Santos en La Mina de Los Santos, Pueblo Nuevo de Antón, el bs-T con características climáticas y edáficas similares.

En el rango de crecimiento bajo están los siguientes sitios: Pesé, Herrera; Hospital Regional de Los Santos en bs-T, con características de clima, suelo muy similares. Los otros sitios son el bh-T por ejemplo Pozo Azul en Chiriquí, en Penonomé, Chepo en Panamá, con suelos marginados.

Crecimiento en diámetro

Existe una estrecha relación con los sitios donde se obtuvieron los mejores crecimientos en altura total con el IMA del diámetro. Igual se manifiesta para los crecimientos medios y bajos.

La referencia para determinar los crecimientos en diámetro fue la siguiente:

Alto: > 2.1
Medio Entre 1.0 y 2.0
Bajo: < 1.0

En los suelos muy arcillosos y compactados se manifiestan bajos crecimientos. Ver cuadro de promedio de crecimiento (Cuadro 4).

Limitaciones para el crecimiento

1. El alto contenido de arcillas y los suelos compactados son factores que interfieren en el crecimiento inicial del guácimo.
2. La poca capacidad de competir con las malezas en la fase inicial de crecimiento y la poca resistencia al fuego (quemadas).
3. El ataque de insectos en las épocas iniciales, juvenil y en plantaciones con árboles mayores de cuatro años de edad.

CONCLUSIONES

1. Los Proyectos Leña y Fuentes Alternas de Energía y Madeleña (Cultivo de árboles de usos múltiples), establecieron 16 experimentos con *Guazuma ulmifolia* en 14 sitios en Panamá, en las zonas de vida del bosque húmedo (bh-T) y seco Tropical (bs-T). De los 16 experimentos, once (11) son parcelas de crecimientos y cinco (5) son con diseño estadístico, en donde se evaluó el crecimiento en altura, diámetro y supervivencia y algunos aspectos cualitativos y cuantitativos (efecto de plagas) que pueden incidir en el desarrollo de los árboles.
2. Los mejores crecimientos se obtuvieron en los sitios: La Colorada de Santiago de Veraguas, perteneciente a la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T), Loma Larga de Los Santos en bosque tropical seco.
3. Los crecimientos medios se registran en los sitios de la Arena de Los Pozos, que pertenece a la zona de vida bosque húmedo tropical (bht). Los otros sitios donde se registraron crecimiento medio se ubican en Llano de La Cruz, Veraguas bh-T; en Los Santos en La Mina de Los Santos, Pueblo Nuevo de Antón.
4. Los bajos crecimientos se registran en los sitios: Pesé de Herrera, Hospital Regional en Los Santos, Llano de la Cruz, Las Ánimas de Ocú, pertenecientes al bosque seco tropical. En la zona del bosque húmedo tropical, los sitios Chepo de Panamá y Pozo Azul en Coclé.
5. Los resultados obtenidos de la investigación por los Proyectos Leña y Madeleña reflejan que la especie *G. ulmifolia* crece bien en suelos de textura franca arcillosa, buen contenido en base, ligeramente ácidos y poco compactados, en las zonas de vida de bosque seco y húmedo tropical.
6. La especie *G. ulmifolia* es de gran importancia para el sector rural, se puede considerar una de las especies más preferidas para leña, para uso domésticos, pequeñas industrias, fuente de alimento para el ganado y tutores para hortalizas. Esto amerita continuar la investigación de especies.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar la investigación en las zonas del bosque seco tropical y húmedo tropical, debido a que en estas zonas se encuentra gran parte de la población panameña, que necesita leña para uso doméstico. Así también se puede decir que son zonas que poseen grandes extensiones de suelos disponibles para la reforestación.
2. La investigación debe ser dirigida al mejoramiento de suelos, tanto de textura como fertilidad.
3. Establecer ensayos en suelos compactados y ácidos, haciendo subsolado y encalado del suelo.
4. Establecer ensayos en suelos compactados abriendo hoyos de 50 a 60 cm de profundidad y ancho; aplicar materia orgánica y luego plantar.
5. Ensayo de aprovechamiento, bajo diferentes niveles de intensidad parcial o total, tomando en cuenta las características de densidad por hectárea, altura y diámetro.
6. Sistema de preservación del follaje. Método para la fabricación de concentrados para la alimentación animal.
7. Desarrollar un sistema de promoción (extensión) para difundir las bondades del *Guazuma ulmifolia* y su uso en Panamá.

BIBLIOGRAFIA

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; National Academy of Sciences, 1984. Especies para Leña, árboles y arbustos para la producción de energía. Trad de la versión inglesa por Vera Fernández de Argüello y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica. 343 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Informe Técnico No.86. Turrialba, Costa Rica. 189 p.
- Escobar, F.; Salazar, R., 1990. Producción de un bosque natural del *G. ulmifolia* Lam, en Azuero, Panamá. Turrialba, Costa Rica. 10 p. (documento preliminar).
- Escobar, F.; Sutherland, S., 1986. Comportamiento de *G. ulmifolia* Lam, en plantaciones jóvenes en la zona seca de Panamá. Silvoenergía No.16. Turrialba, Costa Rica. 4 p.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyectos Leña y Fuentes Alternas de Energía y Madeleña. Resultado de la investigación en 16 experimentos con *G. ulmifolia* en Panamá.



Arboles de *G. ulmifolia* en potreros. El ganadero sabe que esta especie es una fuente de proteína para sus animales, por eso lo deja crecer y lo maneja.



Características de *G. ulmifolia* plantada a lo largo de vías y carreteras.



Crecimiento característico de *G. ulmifolia* en asocio con ganado en fincas ganaderas típicas

Especie: *Gliricidia sepium*.

Redactor: Feliciano Escobar.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Gliricidia sepium*.

Nombres comunes: Bala, balo, madero negro, madre cacao, piñón cubano.

Familia: Leguminosae

Origen y distribución natural

Es nativa de las zonas bajas de México y América Central, caracterizadas por una estación seca bien definida. En Panamá se localiza con mayor frecuencia en las zonas de vida del bosque seco Tropical, muy seco tropical y húmedo tropical. Es una especie que se encuentra en áreas bajo los 1500 metros sobre el nivel del mar. Se presenta en rodales naturales en Panamá en el Pacífico (Pedasí), Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala.

Es un árbol de porte pequeño a mediano, alcanza de 10 a 15 m de altura y generalmente 40 cm de diámetro, la corteza delgada lisa y blancuzca, 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 en la base es recto, de fuste normalmente torcido, con tallos múltiples y posee autopoda. Sus hojas son compuestas imparipinnadas, alternas y decíduas, las flores son zigomorfas, papilionadas en forma de guisantes, de 2 a 2.5 cm de largo, con cinco pétalos rosado blancuzcos o matizadas de púrpura. El fruto es una vaina dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas de color amarillo; en un kilogramo hay 8000 semillas aproximadamente, con alto porcentaje de germinación, la cual inicia a los tres días después de la siembra.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

En su ámbito de distribución natural prevalece un clima subhúmedo relativamente uniforme y estación seca bien definida de hasta cinco meses secos.

Precipitación

En el área de origen se encuentra en zonas bajas con precipitación de 500 a 1500 mm. Fuera de ámbito natural, la *G. sepium* ha sido plantada exitosamente en clima con precipitaciones entre 785 y 3500 mm anuales.

Elevación

En los lugares de origen crece bien desde el nivel del mar hasta 1400 m de altitud. En Panamá se ha plantado en sitios con altitud a partir de 25 msnm.

Suelos

Se adapta bien a una gran variedad de suelos, incluyendo los calcáreos, pero confronta problemas en suelo con mal drenaje interno. Las variedades de suelos incluyen arenosos, arcillosos y profundos. Se han encontrado áreas extensas de plantación en dunas costeras ligeramente salina, en donde los árboles crecen vigorosamente. La fertilidad natural no es un factor limitante para esta especie. En Panamá los agricultores y ganaderos la plantan en las cercas de sus fincas, registrando buenos crecimientos.

Factores limitantes

Las principales limitaciones para el crecimiento de la especie son: suelos con mal drenaje interno, la competencia con malezas y es afectada por insectos, animales y patógenos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Insectos, animales vertebrados y patógenos que atacan a *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en América Central, según el tipo de ataque y el estado de desarrollo.

Plaga/enfermedad	Tipo daño causado	Etapas	Intensidad problema	Parte de la Planta dañada
INSECTOS				
<i>Erynnis</i> sp. (LEP., Shingidae)	Defoliación	J, M	R	Follaje
<i>Hylesia lineata</i> (LEP., Saturniidae)	Defoliación	M	R	Follaje
<i>Spodoptera</i> sp. (LEP., Noctuidae)	Defoliación	J, M	R	Follaje
Gusano defoliador (LEP., Noctuidae)	Defoliación	J, M	R	Follaje
Gusano defoliador (LEP., Pyralidae)	Defoliación	J, M	R	Follaje
Gusano cabezón (LEP., Hesperidae)	Defoliación	J, M	R	Follaje
Gusano peludo (LEP., Aretiidae)	Defoliación	J, M	R	Follaje
Pulgón (HOM, cercopidae)	Punción-Succión	J, M	R	Follaje
Salivazo (HOM., Cercopidae)	Punción-Succión	V, J,M	R	Follaje
<i>Azeta versicolor</i> * (LEP., Noctuidae)	Defoliación	J,M	E	Follaje
ANIMALES VERTEBRADOS				
<i>Orthogeomys cherriei</i> (ROD., Geomyidae) (Taltuza)	Destrucción raíces	J, M	C	Raíces
PATOGENOS				
<i>Colletotrichum</i> sp.	Necrosis	M	E	Follaje
<i>Cylindrocladium</i> sp.	Necrosis	M	E	Follaje
<i>Fusarium oxysporum</i>	Necrosis	M	E	Rafz, tallo, ramas
<i>Pestalotia</i> sp.	Necrosis	M	R	Follaje
<i>Phoma</i> sp.	Necrosis	M	R	Follaje

V = árboles en vivero.

M = árboles mayores de cuatro años.

E = problema esporádico, que demanda esfuerzo de combate.

* = Yael's Camacho. Comunicación personal (1990).

Fuente: CATIE, 1991.

J = árboles de menos de tres años.

R = problema registrado, observado al menos una vez.

C = problema crónico, casi siempre presente.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

Cercas vivas

Es uno de los usos más tradicionales y comunes de la especie. En Panamá los ganaderos y agricultores la utilizan para cercas vivas de sus fincas por su buena adaptación y fácil manejo.

Madera

En Panamá se utiliza desde varias décadas en soporte para horcones y horquetas de vivienda rurales. También horcones para galeras de ordeño y otros, por su gran durabilidad en el suelo. La madera aserrada presenta color amarillo a café oscuro, es muy pesada y fuerte, altamente resistente a las termitas y la pudrición.

Leña

El balo o madreado, es apreciado para leña porque se quema lentamente, libre de chispas y olores desagradables, produce poco humo, abundantes brasas y alto poder calórico (4500 kcal/kg), la madera seca al horno y raja fácilmente. También se puede hacer carbón.

Sombra

Su copa ancha de follaje fino, permite que la luz penetre o filtre, lo que es aprovechado para utilizarlo en sombra de los cafetales, además que contribuye a la conservación y mejoramiento del suelo.

Otros usos

Se utiliza para la producción de forraje, pues el contenido nutricional del follaje de la gliricidia es excelente; permite tener un banco de proteína para el ganado. El follaje puede ser proporcionado fresco. También se puede utilizar en la alimentación de gallinas ponedoras, a una ración de harina de maíz blanco con 4,5 % de harina de gliricidia secada al sol. Se obtuvieron resultados similares al uso del 100% de alfalfa en lo que respecta a pigmentación, producción y peso de huevos, suministrándolo a una etapa temprana (Montilla *et al.* 1974, citado en CATIE, 1991). Se ha usado como soporte vivo para trepadoras (vainilla, ñame, frijol, pimienta u otros), con buena adaptación y aceptación.

SILVICULTURA

Regeneración natural

En su hábitat *G. sepium* se regenera en terrenos pobres, libres de maleza o con poca competencia, debido a la alta producción de semillas y a la capacidad de germinación de las semillas; soporta períodos prolongados de sequías y germina en suelos desnudos y pobres, al inicio de las lluvias.

Recolección de semillas

La producción de semillas se inicia a finales de enero, hasta el mes de abril. Debido a la dehiscencia característica de la especie, los frutos deben colectarse cuando presentan una coloración amarillo parduzca o cuando inicia la dehiscencia de los primeros frutos. Las semillas pueden ser recolectadas directamente del suelo, antes que se inicien las lluvias. Las vainas colectadas se ponen a secar al sol hasta que se abran, las semillas se pueden almacenar hasta por un año en sitios frescos en recipientes herméticos para evitar ataques de insectos. También se almacenan en cámaras frías por períodos prolongados.

Producción en viveros

Las semillas frescas tienen un porcentaje alto de germinación sin tratamiento pregerminativo; si se desea acelerar la germinación, deben colocarse las semillas en agua a temperatura ambiente durante 12 horas. Cuando las semillas tienen un año o más de la recolección, se recomienda efectuar un tratamiento pregerminativo, colocando las semillas en agua a temperatura ambiente durante tres días.

La producción puede ser por siembra directa en la bolsa o por medio de semilleros en arena desinfectada. Posteriormente, se repican antes que se desarrollen las hojas verdaderas (4 a 5 días después de la germinación). También la producción puede ser por pseudoestacas. Las semillas se siembran directamente al bancal a distancia de 15 x 15 cm entre posturas. Las plantas requieren tres a cinco meses para alcanzar el diámetro adecuado (pseudoestaca para ser llevada al campo).

La producción en bolsa sólo requiere de 45 a 60 días para obtener las condiciones adecuadas de plantación (25 a 30 cm de altura). El manejo en vivero es sencillo, igual que otras especies forestales latifoliadas de rápido crecimiento. Es importante señalar que las plantas deben pasar por un período de endurecimiento o lignificación antes de llevarlas al campo de reforestación. Para lograr esta condición se les reduce el riego en las últimas semanas.

Preparación del suelo

La preparación del suelo depende directamente de la topografía, capacidad económica del productor, sistema de producción y el grado de compactación del suelo. Puede ser manual con machete, eliminando toda la vegetación existente. Mecánica, arando el terreno con dos pases de rastra; luego hacer la demarcación al espaciamiento seleccionado.

Hacer los hoyos dos veces el tamaño de la bolsa y aplicar fertilizantes en el fondo del hoyo, con una capa de tierra para separar el fertilizante de las raíces de la planta, evitándose así pérdida por efecto del abono. Esta condición es igual para las pseudoestacas. Cuando la plantación es por material vegetativo (estaca), deben hacerse los hoyos a una profundidad de 10 a 15 cm y un ancho acorde con el diámetro de la base de la estaca. Este tipo de plantación se hace generalmente en el mes de abril o al inicio de las lluvias.

Control de malezas

Es necesario un buen control de malezas antes de establecer la plantación; puede realizarse utilizando diferentes métodos. En el estado inicial, se recomienda el control de malezas, para evitar competencia, principalmente cuando se establece por semilla.

Fertilización

No existe suficiente experiencia sobre dosis, épocas y método de aplicación, pero se puede aplicar de dos a tres onzas de abono completo al fondo del hoyo al momento del establecimiento de la plantación.

Establecimiento de la plantación

Uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta antes de iniciar el establecimiento de la plantación, es el objetivo de producción propuesto. En general los espaciamientos menores se utilizan para la mayor producción de biomasa de menor dimensión y en el menor tiempo. Los espaciamientos amplios se utilizan para la producción de leña, postes para cercas, construcción, sombra de café y madera.

Sistemas agroforestales

La especie se puede plantar en asocio con el maíz, frijol y otros granos, bajo el sistema taungya o en cultivo en callejones. También como sombra para café y cacao, en cercas vivas y asociados con pastos.

Manejo

La especie se caracteriza por tener autopoda, pero es necesario hacer poda de formación durante el primer y segundo año, con el objetivo de proporcionar espacio (penetración de la luz solar) a los rebrotes más rectos y vigorosos.

En Panamá, las técnicas de manejo de esta especie en cercas vivas son: eliminación de los rebrotes que desarrollan hacia abajo y torcidos o de forma horizontal. Esto se hace durante los dos primeros años; entre el cuarto y quinto año se efectúa el corte, cosecha o aprovechamiento total o parcial de las estacas que serán utilizadas en cercas. En otras palabras, el manejo de la especie es orientado a la obtención de estacas de diámetro adecuado que va de cinco a ocho cm y buena

producción que generalmente es de cuatro a siete estacas por tocón, los cuales son cortados a una longitud de 2.5 m.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En los Cuadros 2 y 3, se presentan los datos de ubicación y clima donde se establecieron los experimentos con *Gliricidia* en Panamá, principalmente en la zona central del país (Loma Larga de Los Santos) con temperatura de 27.3 °C y precipitación de 1210 mm; elevación de 25 msnm, con período seco de cinco meses.

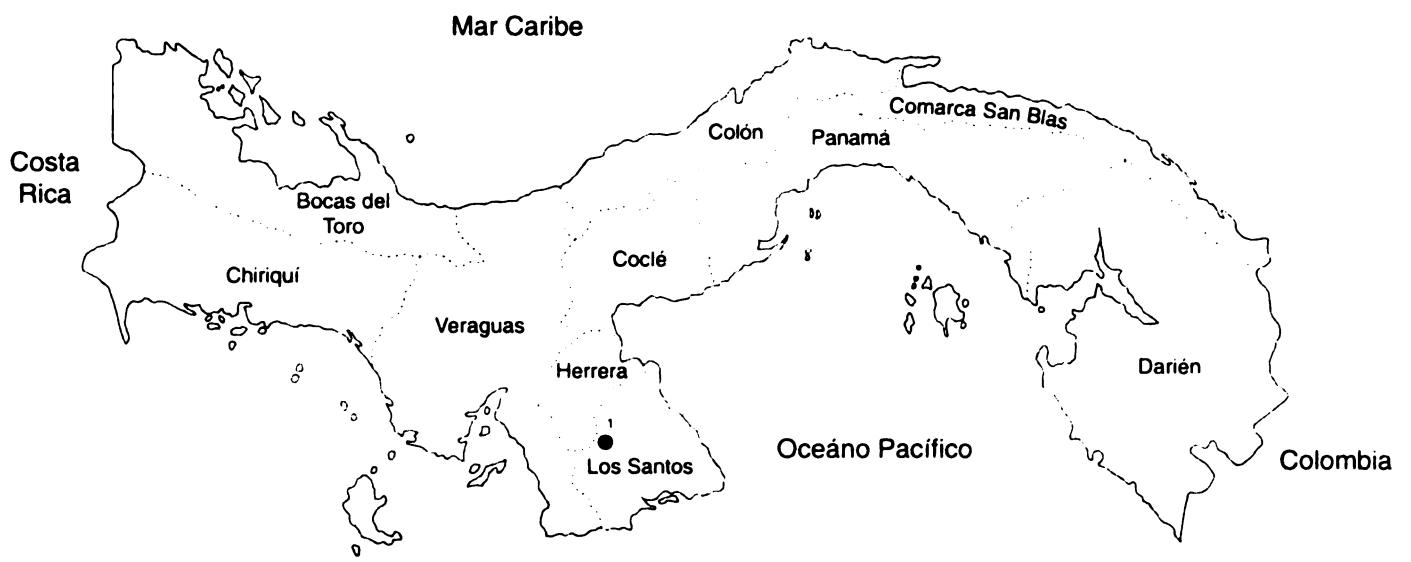
Cuadro 2. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Gliricidia sepium* en Panamá.

Sitio/Nombre	No.	No. Exp.	Altitud msnm	TMA °C	PMA mm	Zona de vida Holdridge
Los Angeles, Los Santos Los Santos	804	049L	25	27.3	1210	bs - T
Los Angeles, Los Santos Los Santos	804	072L	25	27.3	1210	bs - T

El suelo donde se establecieron los experimentos es de textura arcillosa, ácidos, bajo en materia orgánica, óptimo en calcio, bajo en magnesio y potasio, moderado en capacidad de intercambio catiónico.

Cuadro 3. Características químicas de los suelos donde se establecieron parcelas experimentales con *G. sepium* en Panamá

Ubicación	Sitio	Exp	Perfil	Horizonte	pH	Mo %	Ca-e	Mg-e	K-e	Cic	Alt	Prof up	Prof inf
Loma Larga Los Santos	804	071	11	2A	5.2	1.5	5.0	1.1	0.1	19.8	25	13	40
Loma Larga Los Santos	804	071	11	3A	5.1	0.5	7.0	1.0	0.1	20.3	25	40	89
Loma Larga Los Santos	804	071	11	4A	5.2	0.5	8.0	1.3	0.2	19.3	25	89	150



1. Loma Larga de Los Santos

Figura 1. Sitios de investigación con *G. sepium* del Proyecto Madeña en Panamá.

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Sobrevivencia

La especie mostró alta sobrevivencia, 84% a la edad de 52 meses, en el experimento establecido con plantas producidas en bolsa y a un espaciamiento de 2.0 m x 2.0 m; fue aprovechado totalmente a los 52 meses.

En este mismo sitio se estableció un experimento de manejo de rebrotes, seis meses después de la corta total. Los tratamientos 2, 3 y todos los rebrotes, registraron alta sobrevivencia en un rango de 77 a 84% a la edad de 36 meses, mostrándose así la buena adaptación. Se presentan los valores de rango en supervivencia que se consideraron:

Alto > de 66%
Bajo < de 5%.

Crecimiento en altura total

Para clasificar el crecimiento IMATOTAL, se utilizó la tabla elaborada por el Proyecto Madeña, CATIE, con los siguientes rangos:

Alto > 2 metros.
Medio de 1.6 - 1.9 metros.
Bajo < 1.5 metros.

De acuerdo con los rangos de crecimiento, la *Gliricidia* tuvo crecimiento de medio a alto a la edad de 36 meses en el sitio de Loma Larga de Los Santos, ubicado en la zona de vida del bosque seco Tropical, a una elevación de 25 msnm, con temperatura media de 27.3 °C, 1210 mm de precipitación, suelo de textura arcillosa, ácido 5.4 de pH, 2% de materia orgánica, 4% de calcio (Ca); 1.0 de magnesio, bajo en sales, 13.4 de capacidad de intercambio catiónico.

Cuadro 4. Datos de Crecimiento de los experimentos de *Gliricidia sepium* establecidos por el Proyecto MADELEÑA en Panamá.

No. Sitio	No. Experim	COTRAT	Edad en Meses	Espac. Inicial (cmxcm)	Densidad (árb/ha)	Sobrev %	Altura (m)		DAP (cm)	
							\bar{x}	IMA	\bar{x}	IMA
804	049L	CREC.001	32	200X200	2500	84	4.00	1.500	6.30	2.36
804	072L	2REBROT S	36	200X200	2500	77	6.70	2.233	5.80	1.93
804	072L	TESTIGO	36	200X200	2500	84	6.80	2.267	6.70	2.23
804	072L	3REBROT S	36	200X200	2500	80	7.10	2.367	6.30	2.10

Crecimiento en diámetro

De acuerdo con la tabla del Sistema MIRA, se establecen los rangos de crecimiento en diámetro.

Tablas de rango de crecimientos IMA-DCM.

Alto : > 2.2 cm.
Medio: entre 2.0 y 2.2 cm.
Bajo: < 2 cm.

Estos rangos se dieron tanto en el experimento inicial establecido con plantas producidas en bolsas, como en el experimento de manejo de rebrotes.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la matriz de investigación silvicultural, en Panamá se establecieron dos experimentos con *G. sepium*, uno de crecimiento y el otro con diseño estadístico para un total de 10 parcelas; se efectuaron 48 mediciones, siguiendo la norma del CATIE. Los datos obtenidos en los experimentos son indicadores de que la especie se desarrolla bien en el bosque seco Tropical, pero se considera que el número de experimentos fue muy limitado.
2. La especie *G. sepium* en Panamá es utilizada ampliamente en las fincas ganaderas y agrícolas para cercas vivas, lo que amerita que esta especie sea más investigada.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar la investigación en la zona de vida bosque seco tropical (bs-t) y en los diferentes tipos de suelos, también en las otras zonas de vida donde *G. sepium* se adapta.
2. La investigación debe ser orientada en evaluar el comportamiento (crecimiento, manejo y rendimiento). Es necesario estudiar métodos factibles para el procesamiento y aprovechamiento del follaje, el cual es un excelente forraje o complemento para ración animal y todos los años se pierden grandes cantidades de este material.
3. El potencial de la especie amerita que se inicie un programa de mejoramiento genético.

BIBLIOGRAFIA

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. Silvicultura de especie promisoría para la producción de leña en América Central. Informe técnico No. 86, resultados de 5 años de investigación. 220 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1991. *Gliricidia sepium* especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de Guías Silviculturales No.4. 79 p.
- Picado, W.; Salazar, R. 1984. Producción de Biomasa y Leña en Cercas Vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) de dos años de edad en Costa Rica. Silvoenergía No.1. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía CATIE. Turrialba, Costa Rica. 4 p.



Cercas vivas de *G. sepium*, uno de los usos más comunes de la especie. El Corozo de Parrita.



Material listo para cosechar. Estacas de *G. sepium*, que servirán para establecer nuevas cercas



Manejo de rebrotes de *G. sepium*, una opción de manejo muy usual entre los campesinos.

Especie: *Bombacopsis quinatum*.

Redactor: Regino Martínez.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand.

Nombres comunes: Cedro espino, pochote, cedro espinoso, ceiba, ceiba colorado, ceiba tolúa, ceiba espinosa y saqui - saqui.

Familia: Bombacaceae.

Origen y distribución

Se distribuye en forma natural desde Honduras hasta Venezuela, desde el nivel del mar hasta 900 m, en lugares con precipitación media anual entre 800 y 2200 mm, con una estación seca definida de tres a cinco meses y una temperatura de 20 a 27 °C. Presenta un mejor desarrollo en sitios planos con suelos profundos, de textura franco a franco arcillosa, con buen drenaje.

Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand, es una especie monoica, latifoliada, decidua, que puede alcanzar más de 30 m de altura y de 100 a 300 cm de diámetro. La madera es de gran calidad y de alta estabilidad dimensional. El fuste es recto con grandes gambas y numerosos agujijones, aunque existen variaciones de troncos casi lisos; tiene copa ancha y redondeada, con ramas más o menos horizontales (Robyns, 1964; Chaves y Chinchilla, 1988; Lamprecht, 1954, citados en CATIE, 1991).

La corteza externa es de color grisáceo, internamente es rojiza o blancuzca. Comúnmente presenta una corteza de 10 a 18 mm de grosor y rimosa (Robyns, 1964, citados por CATIE, 1991). Las hojas son alternas, con estípulas digitadamente compuestas; generalmente con cinco folíolos glabros; lámina abovada u oblonga abovada, de 4 a 17 cm de largo y de 1,5 a 7,2 cm de ancho, subcoriáceas o cartáceas, con los bordes ligeramente curvados y nervios poco prominentes en ambos lados. Los pecíolos son largos de 4 a 15 cm (Robyns, 1964, citados en CATIE, 1991).

Las flores aparecen con inflorescencias, hasta en flores solitarias de 7 a 11 cm de largo, el receptáculo generalmente es pentaglandular, cáliz campanulado o tubiforme, pétalos lineales subobtusos o subagudos de 7 a 11 cm de largo y de 6 a 10 mm de ancho, de color blanco a rosado, densamente pubescentes; estambres numerosos (más de 100) color blanco; el estigma sobresale ligeramente de las anteras. Esta estructura de la flor aparece adaptada para evitar la autopolinización (Quijada, 1982, citados en CATIE, 1991). Las flores abren generalmente entre 8 y 10 de la noche, cuando la temperatura baja a menos de 25°C; a la mañana siguiente, las flores tiran los pétalos y estambres, persistiendo el estilo, aún después de formado el fruto. La polinización la realizan murciélagos y mariposas nocturnas (Quijada, 1980; Araya, 1983, citados en CATIE, 1991).

El fruto es una cápsula oblongo ovoide, pentágona, truncado en el ápice, recto o ligeramente arqueado, aristas presentes pero romas dehiscentes, de color café o marrón, semillas numerosas, de

4 a 5 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho, cubiertas por fascículos lanosos color pardo. La viabilidad de la semilla se pierde rápidamente si no se le da el manejo adecuado (Robyns, 1964; Finol, 1964; Lemckert, 1978; Quijada, 1980, citados en CATIE, 1991).

Presenta una raíz central bien definida (pivotante), de forma cónica, que alcanza entre 1,10 a 2,20 m de profundidad. Se ramifica en dos o tres raíces al llegar al extremo inferior. Cuando el horizonte superior es arcilloso, la raíz central presenta deformaciones, pero recupera su forma si encuentra condiciones favorables. Las raíces laterales son superficiales, se encuentran entre 10 a 30 cm de profundidad, con diámetro entre 1 y 11 cm (Saldarriaga, 1979, citados en CATIE, 1991).

La madera no posee olor ni sabor característicos, es difícil de secar, liviana, fácil de trabajar y presenta propiedades mecánicas muy favorables (Tuk, 1975; Silverbog *et al.*, 1970; Record y Hess, 1943, citados en CATIE, 1991). Presenta color pardo muy claro, posee grano recto y textura suave. Es moderadamente resistente a los hongos de la pudrición.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

El pochote se encuentra en forma natural desde Honduras hasta Venezuela, entre las latitudes 6 °N y 14 °N (Robyns, 1964; Pihier, 1926; Dugand, 1943, citados en CATIE, 1991). En Honduras, Nicaragua y Costa Rica crece en la vertiente del Pacífico en regiones con marcada estacionalidad; en Panamá se distribuye en las vertientes atlántica y pacífica. En Colombia se presenta en forma natural en zonas húmedas y secas de la Costa Caribe y en Venezuela en la Costa Atlántica y los Llanos Centro-Occidentales (Robyns, 1964; Record y Hess, 1943, citados en CATIE, 1991).

La especie se encuentra en bosques mezcaldos, en asociaciones con especies como: *Cedrela mexicana*, *Tabebuia* sp, *Enterolobium cyclocarpum*, *Bursera simarouba*, *calycophyllum candidissimum*, *Lysiloma semanii*, *Acacia costarricensis*, *A. fornesiana*, *Guazuma ulmifolia*, *Caesalpinia eriostachys* y muchas otras más (Chang, 1984; Morales y Whitmore, 1975, citados en CATIE, 1991).

En condiciones naturales se encuentra en sitios que van desde el nivel del mar hasta los 900 m de altitud, con temperatura media anual de 20 a 27 °C y una precipitación que varía entre los 800 y 2200 mm por año, con estación seca bien definida de tres a cinco meses (Saborío y Porras, 1979; Webb, 1980; Navarro, 1987, citados en CATIE, 1991). En forma natural se encuentra en suelos de textura arenosa, franco arenosa o arcillosa, de buen drenaje; los mayores crecimientos ocurren en suelos con alto contenido de arena en el horizonte superficial y con pH neutros o ácidos (Webb, 1980; Ladrach, 1984; Fivol, 1964; Morales y Whitmore, 1975; Navarro y Martínez, 1989; Chang, 1984; Lamprecht, 1954, citados en CATIE, 1991).

El cedro espino se desarrolla mejor en suelos poco compactados, profundos con fertilidad natural alta y en sitios planos (Navarro y Martínez, 1989; Camacho, 1981; Balbuena, 1980, citados por CATIE, 1991).

Con base en el sistema de clasificación de Holdridge, crece en el bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo Tropical y bosque seco Premontano (Saborío y Porras, 1979; Quijada, 1988; Morales y Whitmore, 1975; CATIE, 1986, citados en CATIE, 1991).

Las características ambientales donde se ha plantado la especie en Panamá son las siguientes: en sitios con temperatura media anual de aproximadamente 26°C, con precipitación media anual entre 1325 y 4603 mm, en elevaciones que van desde 20 a 80 msnm. En lo que respecta a suelos y con base en la clasificación taxonómica de suelos del USDA, son suelos Alfisoles en la Sabaneta de Soná, Axisoles en Cemento Panamá e Inceptisoles en Playa del Toro, Pedasí, Los Santos (Clasificación Taxonómica de Suelos, Proyecto de Arboles de Uso Múltiple).

Factores limitantes

La pendiente es un factor limitante para el crecimiento de la especie en zonas secas y de lluvias estacionales fuertes, en donde ésta favorece el escurrimiento; en consecuencia, hay poca infiltración para promover una reserva de humedad para las plantas. Los suelos arcillosos en los dos primeros horizontes, con alta pendiente y pH bajo, producen los menores incrementos (Navarro y Martínez, 1992).

La falta de humedad en el suelo se considera como el principal factor limitante de la especie, de ahí que los mayores crecimientos se presentan en sitios planos (Navarro y Martínez, 1989; Kane, 1989 b, 1992c, citados en CATIE, 1991). La falta de luz también se considera como un factor limitante, a partir de los dos años de edad.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La madera del cedro espino presenta un color blanco a amarillo pálido en condición verde, en condición seca el color es pardo muy claro. Presenta anillos de crecimiento diferenciados, sus límites están marcados por bandas oscuras regulares. Tiene grano recto y textura suave, posee una densidad de 0,38 a 0,43 g/cm³ es fácil de trabajar, difícil de secar, tiene buena estabilidad dimensional y durabilidad natural.

La madera se emplea en la construcción de muebles, molduras, forros y construcción en general (puertas y ventanas) (Vargas, 1972; Saborío y Porras, 1979; Weeb, 1980; González *et al.*, 1971; Tuk, 1975, citados en CATIE, 1991). Asimismo, Delgado, 1977 (citado en CATIE, 1991), reporta el uso de las ramas de cedro espino en la elaboración de tableros de excelente calidad. En Panamá se le utiliza también en la construcción de cercas vivas.

SILVICULTURA

Regeneración natural

La especie requiere mucha luz después de la germinación de la semilla; esto indica que bajo condiciones naturales la germinación puede ser mayor, pero si el dosel no es abierto en los primeros dos años, la regeneración muere. Quizás esto explica la pobre representación del cedro

espino en el bosque natural (Morales y Whitmore, 1975; Lamprecht, 1954; Petit, 1969, citados en CATIE, 1991).

Los estudios realizados en el bosque natural, han demostrado que la especie se encuentra representada por árboles adultos, explotables que acumulan un volumen superior a los 5 m³/ha y por árboles jóvenes, pero existe un reducido o nulo número de individuos de regeneración natural en el estrato inferior, que garantice la permanencia de la especie (Lamprecht, 1954; Finol, 1971; Párraga, 1974, citados en CATIE, 1991).

Recolección de semillas

Para extraer la semilla, los frutos deben ser colocados al sol o a la sombra, para que pierdan humedad y se abran; posteriormente, en forma manual, se quita el algodón que las cubre. La viabilidad natural de las semillas dura cuatro meses, almacenadas con un 20% de humedad y a 5°C puede conservarse por años (Chavarría y Quirós, 1986; Musálem, 1989; León, 1955, citados en CATIE, 1991).

B. quinatum produce abundante cosecha anual de semillas. El número de semillas varía entre 12000 y 32000/kg. Se logra una germinación entre 70-80% sin tratamiento pregerminativo. La germinación es epígea y ocurre entre una y cuatro semanas después de la siembra. A los ocho o 15 días después de la germinación, las plantitas deben ser transplantadas del germinador al bancal, protegiéndolas con sombra durante los primeros 15 días.

Producción de plantas en vivero

La planta se desarrolla muy rápido en el vivero y posee una raíz principal muy robusta y pocas raíces secundarias (Morales y Whitmore, 1975; Weeb, 1980; Lemckert, 1978; Chang, 1984; Richmond, 1984; Chavarría y Quirós, 1986; Musálem, 1989; Ricardi *et al.*, 1979, citados en CATIE, 1991). En la fase de vivero puede utilizarse la siembra directa, depositando dos semillas por postura a un centímetro de profundidad y sin el uso de sombra temporal; esta práctica se ha venido utilizando con éxito en Guanacaste, Costa Rica.

Para la producción en pseudoestacas de seis meses o más, con un tamaño de 20 cm de raíz y 20 cm de tallo, la densidad varía entre 42 y 60 plantas/m² (15 x 15 cm a 13 x 13 cm), (Finol, 1964; Morales y Whitmore, 1975; Kane, 1989; Weeb, 1980; Lemckert, 1978, citados en CATIE, 1991).

Establecimiento de la plantación

El cedro espino puede ser plantado por pseudoestaca, hasta tres semanas antes del inicio de las lluvias, obteniéndose una sobrevivencia excelente. La plantación temprana reduce la competencia con malezas durante la época inicial del establecimiento, facilita el cumplimiento temprano del programa de reforestación con especies que deben plantarse en época lluviosa; además permite planificar adecuadamente el control de malezas (Kane, 1989, citado en CATIE, 1991).

Para establecer la plantación se utilizan pseudoestacas de 20 cm de raíz y 20 cm de tallo, plántones deshojados o estacas enraizadas, utilizando espaciamentos desde 2m x 2m hasta 5m x 5m con combinaciones intermedias. El espaciamento más recomendado es el de 3m x 3m (Luján, 1968; Navarro y Martínez, 1989; CATIE, 1986, citados en CATIE, 1991).

Control de malezas

Se recomienda realizar limpiezas con machetes (manual) en hileras de los árboles y con rastrillo (mecanizado) entre hileras, haciendo un promedio de 5 a 10 limpiezas manuales y 3 a 6 limpiezas mecanizadas durante el primer año y de 2 a 7 limpiezas manuales y de 2 a 4 mecanizadas, el segundo año. El costo del control químico ha resultado ser más del doble que el control manual mecanizado; por lo tanto, se requieren estudios para reducir su valor, con aplicaciones restringidas y programadas.

El uso de herbicidas como Roundup* y Velpor* ha demostrado gran efectividad en la eliminación de un amplio rango de maleza, tanto de gramíneas como especies de hoja ancha (Kane, 1989b; 1989f; Balbuena, 1980, citados en CATIE, 1991).

Preparación del suelo

Para establecer plantaciones puras, se recomienda una preparación intensiva del suelo, eliminando la maleza en forma natural o mecanizada y posteriormente quemarlas; realizar el arado y rastrillado, cuando se considere necesario y las condiciones topográficas lo permitan. También, puede emplearse una preparación química con rodajas o en toda el área (Ladrach, 1984; Navarro y Martínez, 1989; CATIE, 1986, citados en CATIE, 1991).

Fertilización

La información referente a fertilización de plantaciones realizadas con Cedro espino es escasa; sin embargo, en la Finca Demostrativa del Señor Rojas en Soná, se utilizó fertilizante de fórmula química 10-30-10 al momento de la plantación en proporción de 100 g/plantas; mostró buenos resultados en el crecimiento inicial.

Podas

Debido a que esta especie desarrolla ramas grandes, es necesario realizar podas, principalmente cuando se utilizan espaciamentos mayores de 3 x 3 m, aunque con el manejo de la densidad los árboles eliminan las ramas bajas. La primera poda se puede realizar entre el cuarto y quinto año, para facilitar las labores de acceso y mejorar la calidad de la madera. Esta poda no debe ser mayor de un tercio de la altura del árbol. La segunda poda se debe realizar después del aclareo, podando hasta la mitad de la altura del árbol.

* La mención de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

Raleos

Con base en estudios de raleos realizados en Guanacaste, Costa Rica, donde se han probado diferentes intensidades de corta (aclareo fuerte: dejando 14 m²/ha de área basal; aclareo moderado dejando 17 m²/ha; aclareo leve dejando 20 m²/ha) en plantaciones de cinco años de edad, con densidades iniciales de 1600 árboles/ha, indican que se obtiene una mejora en la tasa de crecimiento en diámetro en un 13% cuando se aplica el aclareo fuerte (Chaves y Chinchilla 1986, citados en CATIE, 1991).

Se recomienda realizar el primer raleo entre los seis y siete años, cuando el área basal se encuentre entre los 22 y 35 m²/ha y cortar de 6 a 8 m²/ha. Para los raleos posteriores se sugiere mantener el mismo criterio (Chaves y Chinchilla, en prensa). De acuerdo con estas recomendaciones, en plantaciones con 1600 árboles/ha, en el primer raleo se cortaría entre el 45 y 51% de los árboles, eliminando principalmente los árboles defectuosos y suprimidos. En el segundo raleo se corta un 36% de los árboles; deben ser eliminados aquellos que interfieren con el desarrollo de los árboles escogidos para producción de madera.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

Clima

La especie se ha plantado en zonas de bs-T y bh-T, con temperatura promedio de 26.6 °C, precipitación media anual entre 1325 y 4603 mm y altitud de 20 a 80 msnm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Bombacopsis quinatum* en Panamá.

Sitio/Nombre	No.	No. Exp.	Altitud msnm	TMA °C	No. Meses secos	PMA mm	Zona vida Holdridge
Chupa, Macaracas, Los Santos	801	003L	80	26,6	5	1637	bh T
Quebrada Ancha - Cemento Panamá	801	096L	80	26,5	5	4603	bh T
Playa del Toro - Pedasi, Los Santos	825	096L	20	26,6	6	1325	bs T

Suelos

La especie se ha plantado en suelos oxisoles y alfisoles, según los análisis de suelo realizados por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

En el cuadro 2 se presentan los resultados de crecimiento en parcelas y experimentos establecidos por el Proyecto Madeleña en el país.

Cuadro 2. Datos de crecimiento de los experimentos de *Bombacopsis quinatum* establecidos por el Proyecto Madeleña en Panamá.

No. sitio	No. Exp.	Contrat.	Edad en meses	Espac. Inic. mxm	Densidad Árb/Ha	Superv. %	Altura m		DAP cm	
							\bar{x}	IMA	\bar{x}	IMA
801	003L	BST10268	210	250 X 250	1600	59	16.8	0.96	20.0	1.14
601	096I	TEST002	141	300 X 300	1111	71	12.3	1.5	17.9	1.52
825	099L	CREC002	55	300 X 300	1666	89	4.9	1.7	8.3	1.81

Sobrevivencia

La sobrevivencia en los experimentos analizados, indica que existe una variación de 59 a 89 %, la cual se puede clasificar con valores < 70 % baja y > 70 % alta. Es importante señalar que la sobrevivencia puede estar influenciada por la falta de mantenimiento (limpieza) en la plantación, según información registrada en el historial de las carpetas de los experimentos (Cuadro 2).

Altura total

La altura total para los experimentos analizados, muestran que varió de 4.9 a 16.8 m a los 4.5 y 17.5 años respectivamente y el IMA en altura varió de 0.96 a 1.07 m/año (Cuadro 2).

Diámetro

Los diámetros variaron de 8.08 a 20.5 cm a los 4.5 y 11.7 años respectivamente con IMA de 1.1 a 1.9 cm/año. En la plantación realizada en 1968, en Macaracas creció 16 cm a los 11 años y en Soná 14.5 a los 5 años de edad. Crecimientos medio anuales < de 1 cm, se consideran bajos, de 1 a 1.5 medios y > 1.6 cm altos (Cuadro 2).

Limitaciones para el crecimiento

En función de la información analizada, no existen estudios de factores específicos que afecten el desarrollo de *B. quinatum*. Sin embargo (Navarro, Martínez, Kane 1989), indican que la falta de humedad en el suelo, suelos superficiales de baja fertilidad natural, compactados y arcillosos, con pendientes pronunciadas, son factores limitantes.

OTRAS EXPERIENCIAS DE REFORESTACION

Existe información de una plantación establecida en Macaracas (bs-T, 1968), en la cual la especie creció 11.50 m en los 11 años. (Romero *et al.*, 1980) y en Soná, Provincia de Veraguas, en la Finca del Sr. Rojas la especie creció 11.40 metros en altura y 17.48 cm en diámetro a los 7 años de edad. En el sitio denominado Las Ajuntas en el Distrito de San Francisco a orillas del río Santamaría, la especie creció 19.15 metros en altura y 48.03 cm en diámetro a los 21 años de edad.

CONCLUSIONES

1. El cedro espino se desarrolla en forma natural en suelos de textura arenosa, franco arenosa o arcillosa, de buen drenaje; en suelos con altos contenidos de arena en el horizonte superficial y con pH neutros o ácidos.
2. La especie presenta dificultades en su crecimiento en suelos compactados, suelos arcillosos, con pH bajos y con pendientes, que impiden la infiltración de humedad para las plantas.
3. Aunque la especie se está utilizando ampliamente en proyectos de reforestación, se desconoce sobre el rendimiento de las plantaciones puras. Así también las características físico químicas del suelo en el que se llevan a cabo estas plantaciones en Panamá.

RECOMENDACIONES

1. Es importante indicar a los productores interesados en establecer plantaciones con cedro espino, que deben realizar un estudio de las características físico-químicas del suelo para determinar las condiciones adecuadas requeridas por la especie.
2. Es necesario realizar estudios de fertilización con abonos de fórmulas químicas y orgánicos para determinar las influencias en el desarrollo de la especie.
3. Establecer parcelas de crecimiento en todas las plantaciones realizadas a nivel del país, para determinar el rendimiento de la especie en las diferentes condiciones de sitio.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE, 1991. Pochote: *Bombacopsis quinatum* Jacq Dugand, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico No. 172. 52 p.
- Navarro, C.; Martínez, H. 1992. El pochote (*Bombacopsis quinatum*) en Costa Rica: Guía silvicultural para el establecimiento en plantaciones. Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico No. 142. 44 p.
- Organización de Las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación. 1980. Evaluación de Ensayos y Selección de Especies para Reforestaciones en Panamá.
- Vásquez W.; Ugalde L., 1995. Rendimiento y Calidad de Sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe Técnico No. 256. 38 p.

Especie: *Caesalpinia velutina*.

Redactora: Daysi González.

DESCRIPCION BOTANICA Y ECOLOGICA

Nombre científico: *Caesalpinia velutina* Stand (B.SR).

Nombres comunes: Aripín, palo colorado, chaperno blanco, totoposte, brasitito (Nicaragua).

Familia: Leguminosae (Caesalpinoideae).

Origen y distribución

Se encuentra en forma natural en las zonas secas de Oaxaca, México y Guatemala en las zonas secas de Huehuetenango, cerca de la frontera con México, en el litoral Pacífico y zonas aledañas al río Motagua, en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula.

Se ha plantado en la mayoría de los países de América Central. En Panamá, esta especie se introdujo en 1980-1981, cuando se establecieron las primeras parcelas para investigar el crecimiento y adaptabilidad de la especie a nuestras condiciones climáticas. Los resultados obtenidos en Panamá fueron variables, ya que fue probada en diferentes áreas del país como Coclé, Los Santos, Veraguas y Herrera.

Descripción de la especie

La *Caesalpinia velutina* es una especie arbórea, decidua, de tamaño mediano, con altura que varía desde los 10 a 12 m y alcanza diámetros hasta de 30 cm; la copa es amplia y de fuste recto, que en la mayoría de los casos ramifica a poca altura cuando el espacio está abierto. La corteza es de color gris, desprendible en placas, cuando el árbol es adulto. El sistema radicular es profundo, con raíz pivotante y raíces secundarias laterales. Las hojas son alternas, bipinadas para pinadas, sin espinas, pubescentes, de 20 a 30 cm, con yemas axilares; las hojas jóvenes son aterciopeladas especialmente en el envés. Las flores se producen en racimos más cortos, con numerosas flores. Los frutos son legumbres de 10 a 15 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho, de color verde claro cuando inmaduras y café oscuro (casi negro) cuando maduras.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura

La *Caesalpinia velutina* crece en forma natural en zonas con temperaturas mayores de 21°C. En Panamá se ha plantado en sitios con temperaturas que varían desde los 26.7°C hasta 27.9°C, ubicados en las zonas de vida (sistema Holdridge), bosque seco Tropical (bs-T), bosque húmedo Premontano (bh-P), bosque húmedo Tropical (bh-T) y bosque seco Premontano (bs-P).

Precipitación

Se le encuentra en zonas con precipitaciones entre 450 y 1200 mm. Soporta sequías prolongadas y se desarrolla bien en áreas con más de 600 mm y 7 a 8 meses de déficit hídrico o más. En Guatemala, se ha observado un rápido desarrollo en etapas iniciales de crecimiento en áreas con más de 2 500 mm y tres meses de déficit hídrico.

En Panamá se establecieron ensayos para evaluar esta especie en sitios con precipitaciones que varían entre los 666 mm hasta 2514 mm y con 6 a 7 meses de déficit hídrico, como por ejemplo en Río Hato-Coclé y San Francisco de Veraguas. Cabe señalar que la *C. velutina* en el área de mayor precipitación (Veraguas) alcanza 0.4 m en altura a los seis meses de edad y un 90% de sobrevivencia.

Elevación

La *Caesalpinia velutina* crece en forma natural desde 50 msnm hasta 950 msnm de altitud, aunque los mejores crecimientos se han obtenido en plantaciones en sitios a menos de 500 msnm. En Panamá, esta especie fue probada en sitios desde los 20 msnm en el área de Los Santos (Tonosí) hasta los 180 msnm en Los Santos (Macaracas).

Suelos

Los estudios de adaptación y rendimiento de la especie han mostrado que prefiere suelos bien drenados, de textura liviana, franco arenosos o francos. No se desarrolla sobre suelos arcillosos. Los mejores desarrollos se han observado sobre suelos de los órdenes Alfisol y Multisol de régimen rústico, aunque también se desarrolla sobre suelos de los órdenes Entisol e Inceptisol. (CATIE, 1986).

En Panamá la *Caesalpinia velutina* fue probada en un amplio rango de suelos que varían desde alcalinos, franco alcalino, franco arcilloso, franco-franco arcilloso, franco, franco-franco limoso, arcillosos, franco arcilloso, arenoso y arcilloso-arenoso, en cuanto a su textura. Igualmente fue probada en sitios con pH desde 5.0 hasta 6.7, que se consideran como sitios óptimos (Guía para la interpretación de análisis de suelo utilizado por MAG, 1982). Esta especie fue probada en sitios con materia orgánica, que varía desde 0.2 % hasta 3.4 %. Los elementos menores tales como calcio (Ca), magnesio (Mg) se consideran en la mayoría de los sitios probados en un nivel óptimo. El potasio (K) en los sitios probados se encuentra en un nivel crítico.

CARACTERISTICAS Y USOS DE LA ESPECIE

La *C. velutina* es una especie preferida en las zonas subhúmedas de Guatemala para leña y carbón. La madera es dura con peso específico (0.70 -0.75 g/cm³) es utilizada en mueblería semifina, para vigas y horcones en construcciones rurales, también se le emplea para la fabricación de yugos y arados, mangos de herramientas y carpintería rústica, y para postes de cerca por su resistencia y durabilidad (CATIE, 1986).

Debido a la poca investigación con esta especie, en Panamá no se tienen experiencias concretas en cuanto a los usos que puede tener la madera de *C. velutina*. Cabe señalar que existe una plantación ubicada en Buen Retiro de Antón, en la cual el productor (dueño) la utiliza de forma muy racional para leña, ya que los árboles presentan buena forma y crecimiento; también ha confeccionado algunos muebles rústicos.

SILVICULTURA

Regeneración natural

Es una especie que produce gran regeneración natural, siempre que no exista competencia con maleza. Las semillas permanecen un largo período en los frutos y son atacados por insectos que las destruyen en un gran porcentaje, lo que disminuye la regeneración natural. (CATIE, 1986).

Recolección de semillas

La especie inicia su período de floración entre marzo y mayo y la recolección se realiza, entre noviembre y enero cuando las frutas presentan una coloración café (chocolate). Debe evitarse recoger frutos secos, ya que por lo general están atacados por larvas de coleópteros. Las semillas tratadas previamente con insecticidas pueden almacenarse en recipientes herméticos en lugares frescos. También es almacenada en cámaras frías. Presenta un alto porcentaje de germinación que se inicia a los 3-4 días después de sembradas. Las semillas frescas no necesitan un tratamiento previo; es necesario sumergir las semillas de un año o más en agua caliente (80°C) durante 3 a 5 minutos o en agua fría (temperatura ambiente) durante 24 horas (CATIE, 1986).

Producción en viveros

Debido al alto porcentaje de germinación, es preferible sembrar directamente en bolsas. Cuando la semilla es fresca puede sembrarse una por bolsa, cuando son semillas viejas se colocan de 2 a 3 semillas por bolsa. No se tiene experiencia a raíz desnuda o como seudoestaca. Las plantas alcanzan un tamaño de 40 a 50 cm en 15 semanas aproximadamente.

Establecimiento de la plantación

Antes del inicio de la plantación se requiere una limpieza del área. En Panamá esta especie fue plantada en ensayos para investigación con densidades de 2.0 x 2.0 m no se tienen experiencias con otros distanciamientos.

Control de malezas

Es necesario controlar las malezas en los primeros años de plantación, ya que esta especie es susceptible a la competencia de malezas.

Sistemas agroforestales

En algunos lugares como en Gueté, Guatemala, han tenido algunas experiencias en cuanto al asocio de *C. velutina* con maíz y otros tipos de cultivos. En Panamá no se han tenido experiencias con esta especie en asocio con cultivos debido a las pocas investigaciones realizadas.

Podas y raleos

La literatura no muestra ningún tipo de experiencia en cuanto a podas. Todo indica que esta especie ha sido poco investigada.

SITIOS Y EXPERIMENTOS ANALIZADOS

En los cuadros 1 y 2 se muestra la localización y las características climáticas de los sitios, así como las características químicas de los suelos donde el Proyecto Madeleña ha establecido los experimentos con *C. velutina* en Panamá.

Cuadro 1. Localización y características de los sitios donde se ha establecido *Caesalpinia velutina* en Panamá.

Sitio	Número	No.Exper	Altitud msnm	TMA ° C	PMA (mm)	Zona de vida
9 km este, Pesé, Herrera	303	019L	60	27.2	1382	bs-T
El Chumical, Antón, Coclé	404	024L	0	27.5	1563	-
Río Hato, Antón, Coclé	405	025L	30	27.5	666	bs-T
1 km La Mesa, Macaracas, Los Santos	810	033L	180	27.5	1149	bh-T
2 km Las Tablas, Los Santos	817	051L	0	26.9	1145	bs-T
Agua Dulce, Pocrí, Coclé	410	055L	0	26.7	1725	bh-T
San Francisco, Veraguas	203	057L	0	26.7	2514	bh-T
1 km Este	700	068L	30	27.5	1149	bh-T
3 km Calabacito	205	076L	100	27.5	1149	bh-T
4 km noreste, Antón, Antón Nuevo, Coclé	401	081L	0	27.5	1463	bs-T

RESULTADOS DE CRECIMIENTO

Estos resultados son el producto del análisis silvicultural realizado en Panamá a partir de 1981 hasta 1986 con el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía; en este período se establecieron 59 parcelas y 14 experimentos para determinar el crecimiento y adaptación de *Caesalpinia velutina*.

Sobrevivencia

Los resultados obtenidos muestran que la sobrevivencia de la especie, durante los dos primeros años, fue significativa, ya que el 72% de las parcelas presentan un alto porcentaje de sobrevivencia y sólo el 28% presentó sobrevivencia baja (< del 60%), en ese sentido, cabe señalar que la especie en la mayoría de los sitios se adapta bien a las condiciones de clima y suelo.

Cuadro 2. Características químicas de los suelos donde se ha establecido *C. velutina* en Panamá.

Número de Exper.	Sitio	Número de perfil	Horizonte No.	Textura	pH	MO %	Extractables (meq/100 g)			CIC	Prof. Superior	Prof. Inferior
							Ca	Mg	K			
015L	200	28	1	AL	6.4	2.0	9.5	12.5	0.1	24.6	0	16
015L	200	28	2	FAL	6.6	0.5	10.0	13.7	0.0	24.3	16	55
015L	200	28	3	FA	6.7	0.2	12.5	14.0	0.0	24.1	55	97
019L	303	25	1	FAL	6.2	3.4	18.0	13.9	0.3	40.7	0	14
019L	303	25	2	FAL	6.2	2.0	23.5	14.0	0.1	50.8	14	26
019L	303	25	3	FFA	6.5	1.5	28.5	12.0	0.1	50.8	26	45
019L	303	25	4	F	6.5	1.0	24.5	14.0	0.1	53.0	45	58
024L	404	19	1	F FL	5.5	3.0	2.5	1.2	0.1	13.4	0	8
024L	404	19	2	A	6.1	1.0	2.0	0.4	0.0	9.6	8	23
024L	404	19	3	A	6.0	0.5	2.5	0.6	0.0	9.6	23	55
024L	404	19	4	A	5.8	0.5	2.5	0.5	0.0	9.6	55	98
024L	404	19	5	A	5.5	0.2	2.0	0.4	0.0	9.6	98	140
025L	405	24	1	FA a	6.0	2.4	4.5	1.9	0.2	16.1	0	18
025L	405	24	2	A	5.6	1.5	6.5	3.0	0.1	15.0	18	37
025L	405	24	3	A	5.3	1.0	6.5	4.5	0.0	18.7	37	64
025L	405	24	4	A	5.4	0.5	7.0	5.3	0.0	20.9	64	103
025L	405	24	5	A	5.5	0.5	7.5	5.8	0.1	18.2	103	150
033L	810	4	1	Aa	5.8	2.5	3.5	0.1	0.1	15.0	0	14
033L	810	4	2	FA	5.8	1.0	2.5	0.9	0.0	13.4	14	39
033L	810	4	3	FA	5.7	0.2	1.5	0.6	0.0	12.3	39	66
033L	810	4	4	FA	5.4	0.2	1.5	0.6	0.0	14.5	66	103
033L	810	4	5	FFA	5.4	1.0	2.0	0.5	0.0	10.7	103	150
057L	203	27	1	FA	5.8	2.4	6.5	4.8	0.1	17.1	0	16
057L	203	27	2	A	5.8	1.0	4.0	6.6	0.1	17.1	16	60
057L	203	27	3	A	5.6	0.2	4.0	9.6	0.1	17.7	60	85
057L	203	27	4	A	5.9	0.2	5.0	12.0	0.1	21.4	85	103
081L	401	23	1	F	5.4	2.0	3.5	0.9	0.2	9.6	0	13
081L	401	23	2	A	5.3	0.5	7.0	1.7	0.0	12.8	13	43
081L	401	23	3	A	5.0	0.5	11.5	2.3	0.0	20.9	43	75
081L	401	23	4	A	5.8	0.2	11.0	2.3	0.0	18.2	75	140

Altura total

Para los análisis de esta variante se tomó en cuenta la última medición realizada de las parcelas establecidas en Panamá. Los resultados muestran valores mínimos y máximos en IMA, que varían entre 0.332 y 2.08 respectivamente, donde pueden clasificarse sitios menores de 1.0 como bajos; 1.1 a 2.0 sitios medios; de 2.1 a 3 como alto; en este caso se puede observar que la mayoría de los crecimientos durante los dos primeros años, fueron bajos en los sitios de Llano de la Cruz en Veraguas, Calabacito en Veraguas, La Mesa en Macaracas-Los Santos, El Chumical en Coclé, Parita en Herrera, entre otros. Para esta variante se obtuvo según la clasificación un valor mayor de 2.1 que corresponde al sitio de El Cacao en Tonosí.

Crecimiento en diámetro

De la misma forma en que se establecieron los rangos de crecimiento en altura, se establecieron los que nos permiten seleccionar sitios altos, medios y bajos. Respecto al crecimiento en diámetro, todos los valores menores de 1.1 son clasificados como bajos; medios aquellos mayores de 1.1 y menores de 2.0 y sitios altos desde 2.1 hasta 3.1.

Cabe señalar que debido a las pocas mediciones realizadas, esta variable no debe ser analizada, se considera que para llegar a una conclusión con respecto a ella, deberían realizarse mayores investigaciones en cuanto al diámetro.

Cuadro 3. Datos de crecimiento de los experimentos de *Caesalpinia velutina* establecidos por el Proyecto MADELEÑA en Panamá.

No.Sitio	Exp.No.	COTRAT	Edad (meses)	Esp. inicial (mxm)	Densidad árb/ha	Sobrev %	Altura (m)		DAP (cm)	
							x IMA	x IMA	x IMA	x IMA
410	055L	CREC.008	14	2.0X2.0	2500	62	-	-	-	-
205	076L	CREC.004	47	2.0X2.0	2500	75	1.3	0.332	-	-
200	015L	CREC.004	13	2.0X2.0	2500	56	0.4	0.369	-	-
810	033L	CREC.003	13	2.0X2.0	2500	79	0.4	0.369	-	-
309	065L	CREC.001	12	2.0X2.0	2500	84	0.4	0.400	-	-
700	068L	CREC.003	23	2.0X2.0	2500	40	0.8	0.417	-	-
404	024L	CREC.003	25	2.0X2.0	2500	86	0.9	0.432	-	-
203	057L	CREC.002	6	2.0X2.0	2500	90	0.3	0.600	-	-
405	025L	CREC.003	26	2.0X2.0	2500	66	1.4	0.646	-	-
817	051L	CREC.005	7	2.0X2.0	2500	98	0.4	0.686	-	-
816	050L	CREC.004	27	2.0X2.0	2500	91	3.3	1.467	4.3	1.91
303	019L	CREC.004	24	2.0X2.0	2500	93	3.1	1.550	3.4	1.70
401	081L	CREC.001	54	2.0X2.0	2500	100	8.1	1.800	7.6	1.68
819	070L	CREC.003	42	2.0X2.0	2500	83	7.3	2.086	8.0	2.28

Limitaciones para el crecimiento

Uno de los factores limitantes del crecimiento de *C. velutina* es la competencia de malezas en los primeros años de crecimiento; los suelos compactados por sobrepastoreo y suelos inundados periódicamente, así como suelos del tipo vertisol (CATIE, 1986).

En Panamá los ensayos sufrieron un fuerte enmalezamiento en su primera etapa de crecimiento; otro factor que limitó el crecimiento fue el ataque severo de arrieras (*Atta* sp.) y en algunas áreas la compactación e inundación de los suelos, como en los casos del Chumical en Antón-Coclé y La Mesa en Macaracas-Los Santos, respectivamente.

Otro de los factores que limitaron el crecimiento en Panamá fueron las quemadas, las cuales ocasionaron en algunos sitios un porcentaje significativo de mortalidad (> 70%) lo que indica que la *C. velutina* no resiste quemadas fuertes; eso puede ser un limitante para su crecimiento, por lo menos en las primeras etapas de crecimiento.

CONCLUSIONES

Podría concluirse que esta especie puede tener potencial para Panamá como árbol de uso múltiple, ya que en algunos sitios donde fue plantada alcanzó resultados significativos en cuanto a altura, diámetro y sobrevivencia; igualmente, se considera que puede tener algún potencial para leña, postes y madera de construcción rural, ya que estos productos son necesidades vitales para los productores.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Informe Técnico No. 86. 220 p.
- CATIE. 1992. Aripín (*Caesalpinia velutina*): especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico No. 197. Colección de Guías Silviculturales No. 6. 53 p.

Abreviaturas utilizadas en los cuadros

Variables incluidas en los cuadros sobre crecimiento:

Acopa = Area de la copa del árbol (m²)
Altot.; H; ALT = Altura total promedio de los árboles (m)
Altura Dom.;Hdom.;Altdom = Altura dominante de los árboles (m)
Cod. Trat. = Código de tratamiento de la parcela
CV = Coeficiente de variación
DCM = Diámetro promedio, calculado con base al diámetro cuadrático medio
DAP = Diámetro promedio, calculado con base al diámetro promedio aritmético
Espac.1 = Espaciamiento entre los árboles dentro de la línea de plantación (cm)
Espac.2 = Espaciamiento de los árboles entre las líneas de plantación (cm)
Especie = Código de 4 letras para el género y 2 letras para la especie
Exp. Diseño = Experimentos con diseño estadístico
G; AB = Area basal (m²/ha)
IMA en DCM; id; IMA-DAP = Incremento medio anual en diámetro (cm/año)
IMA en Altura; ih; IMA-H = Incremento medio anual en altura total (m/año)
IMA-HDOM = Incremento medio anual en altura dominante (m/año)
IMA en A.Basal; ig; IMA-G = Incremento medio anual en área basal (m²/ha/año)
IMA-VOL; IMA-VT = Incremento medio anual en volumen (m³/ha/año)
IS = Índice de sitio
IDR = Índice de densidad del rodal
No. de arb. = Número de árboles
NoMes = Edad de la plantación en meses
No. Parc. = Número de parcelas establecidas
No. Ensay. = Número de ensayos establecidos
N1; Dens. Inic. = Número de árboles originales en la plantación; densidad inicial
N2 = Número de árboles actuales en la plantación
R = Número de raleos que ha tenido la plantación
Sobrev.; Superv.; S% = Supervivencia en porcentaje
Vol. Tot. con Cort.; Vol; Vtcc = Volumen total con corteza en metros cúbicos
VCC5= Volumen hasta un diámetro mínimo del fuste de 5 cm

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

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

Variables incluidas en los cuadros sobre características de suelo:

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

CIC = Capacidad de intercambio catiónico en el suelo

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

Mat. Org. = Materia orgánica del suelo en porcentaje

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

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

No. Perfil = Número del perfil del suelo

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

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

Text = Textura del suelo