- PN-ABE-368

Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central

resultados de cinco años de investigación

Serie Técnica
INFORME TECNICO No. 86

SILVICULTURA DE ESPECIES PROMISORIAS PARA PRODUCCION DE LEÑA EN AMERICA CENTRAL

Resultados de cinco años
de investigación

Publicación copatrocinada por los Proyectos
Leña y Fuentes Alternas de Energía
CATIE-ROCAP 596-0089

Cultivo de Arboles de Uso Múltiple
CATIE-ROCAP 596-0117

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica, 1986

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro, autónoma, con carácter científico y educacional, que realiza, promueve y estimula la investigación, la capacitación y la cooperación técnica en la producción agrícola, animal y forestal con el propósito de brindar alternativas a las necesidades del trópico americano, particularmente en los países del Istmo Centroamericano y de Las Antillas. Fue creado en 1973 por el Gobierno de Costa Rica y el IICA. Acompañando a Costa Rica como socio fundador, han ingresado Panamá en 1975, Nicaragua en 1978, Honduras y Guatemala en 1979 y República Dominicana en 1983.

© 1986, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
ISBN 9977-951-92-6

634.9709728
C397 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Recursos Naturales Renovables
Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central : resultados de cinco años de investigación / CATIE. Dpto. de Recursos Naturales Renovables. -- Turrialba, C.R. : CATIE, 1986.
228 p. ; 28 cm. -- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no.86)

ISBN 9977-951-92-6

1. Especies para leña - América Central
2. Silvicultura - América Central I. Título
II. Serie

A la memoria de Nico Jan Gewald, primer coordinador regional del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, quien con su entusiasmo y dedicación dio el impulso necesario para que el Proyecto Leña fuese un éxito en América Central.

PROLOGO

La presente obra constituye el producto de un esfuerzo inter-institucional del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, y de las instituciones forestales nacionales de los países de América Central y Panamá. Representa parte de la respuesta al compromiso que el CATIE ha adquirido con las instituciones de los Países Miembros y corresponsables de su acción, para contribuir al mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de menores recursos de la región.

Este volumen compila la información silvicultural que, sobre el comportamiento de especies para producción de leña, ha colectado el Proyecto "Leña y Fuentes Alternas de Energía" -uno de los más exitosos de nuestra Institución- durante los últimos seis años. Esta publicación pone al alcance de los técnicos de las instituciones públicas, privadas y del sub-sector forestal, y de las instituciones de educación forestal del Itsmo Centroamericano y otras partes de la región tropical, esta valiosa información.

Es satisfactorio para mí, como Director del CATIE, presentar este documento que contribuirá al desarrollo forestal de la región, ya que estoy convencido, que la información generada a través de la investigación es una herramienta muy útil en el desarrollo silvoagropecuario de los pueblos.

Rodrigo Tarté Ponce

Director del CATIE

CONTENIDO

Presentación 17

LA LEÑA Y EL PROYECTO LEÑA EN AMERICA CENTRAL 19

Importancia de la leña en América Central 19

El Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía 20

El clima y los suelos de América Central 26

Clima 26
Zonas de vida 28
Suelos 33

Especies seleccionadas con mayor potencial 35

Selección de las especies 35
Formato de descripción por especie 36
Resumen de características y requerimientos ambientales de las especies seleccionadas 39

ESPECIES SELECCIONADAS

Acacia mangium Willd.

Taxonomía 43
Requerimientos ambientales 44
Silvicultura 45
Factores limitantes 46

Alnus acuminata H.B.K.

Taxonomía 49
Requerimientos ambientales 51
Silvicultura 52
Factores limitantes 53

Azadirachta indica A. Juss.

Taxonomía 55
Requerimientos ambientales 56
Silvicultura 57
Factores limitantes 57

Caesalpinia velutina (B. & R.) Standl.

Taxonomía 59
Requerimientos ambientales 61
Silvicultura 61
Factores limitantes 63

Calliandra calothyrsus Meissn.

Taxonomía 65
Requerimientos ambientales 66
Silvicultura 67
Factores limitantes 73

Cassia siamea Lam.

Taxonomía 75
Requerimientos ambientales 76
Silvicultura 77
Factores limitantes 78

Casuarina cunninghamiana Miq.

Taxonomía 81
Requerimientos ambientales 82
Silvicultura 82
Factores limitantes 83

Casuarina equisetifolia L. ex J.R. & G. Forst.

Taxonomía 85
Requerimientos ambientales 87
Silvicultura 87
Factores limitantes 88

Eucalyptus camaldulensis Dennh.

Taxonomía 91
Requerimientos ambientales 92
Silvicultura 93
Factores limitantes 104

Eucalyptus citriodora Hook.

Taxonomía 107
Requerimientos ambientales 108
Silvicultura 109
Factores limitantes 112

Eucalyptus deglupta Blume

Taxonomía 113
Requerimientos ambientales 115
Silvicultura 116
Factores limitantes 119

Eucalyptus globulus Labill

Taxonomía 121
Requerimientos ambientales 123
Silvicultura 123
Factores limitantes 124

Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid.

Taxonomía 127
Requerimientos ambientales 128
Silvicultura 129
Factores limitantes 132

Eucalyptus saligna Sm.

Taxonomía 133
Requerimientos ambientales 134
Silvicultura 135
Factores limitantes 138

Eucalyptus tereticornis Sm.

Taxonomía 139
Requerimientos ambientales 140
Silvicultura 141
Factores limitantes 144

Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.

Taxonomía 145
Requerimientos ambientales 147
Silvicultura 148
Factores limitantes 152

Gmelina arborea Roxb.

Taxonomía 159
Requerimientos ambientales 161
Silvicultura 161
Factores limitantes 165

Grevillea robusta A. Cunn.

Taxonomía 167
Requerimientos ambientales 168
Silvicultura 169
Factores limitantes 169

Guazuma ulmifolia

Taxonomía 171
Requerimientos ambientales 172
Silvicultura 172
Factores limitantes 175

Leucaena diversifolia (Schlecht.) Benth.

Taxonomía 177
Requerimientos ambientales 179
Silvicultura 179
Factores limitantes 181

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit

Taxonomía 183
Requerimientos ambientales 186
Silvicultura 187
Factores limitantes 200

Melia azedarach L.

Taxonomía 201
Requerimientos ambientales 202
Silvicultura 203
Factores limitantes 204

Mimosa scabrella Benth.

Taxonomía 205
Requerimientos ambientales 206
Silvicultura 207
Factores limitantes 209

Tectona grandis Linn.

Taxonomía 211
Requerimientos ambientales 212
Silvicultura 213
Factores limitantes 215

Referencias 219

Anexo 1 221

Anexo 2 223

Fotos 224

INDICE DE CUADROS

1 Ensayos y parcelas controladas por el Proyecto Leña en América Central hasta finales de 1985 24

2 Número de unidades experimentales y especies ensayadas por el Proyecto Leña en América Central en cada zona de vida principal 25

3 Zonas de vida más extensas en América Central 28

4 Límites climáticos aproximados de las zonas de vida en América Central 30

5 Especies seleccionadas para producción de leña en América Central 35

6 Especies no incluidas pero con potencial en sitios específicos 36

7 Resumen de características de las 24 especies seleccionadas 41

8 Resumen de requerimientos ambientales para las 24 especies seleccionadas 42

9 Crecimiento de Acacia mangium en algunos sitios de América Central 47

10 Efecto del espaciamiento de plantación en el crecimiento de Alnus acuminata a los 32 meses en Los Lotes, Cartago, Costa Rica 53

11 Crecimiento de Alnus acuminata en algunos sitios de América Central 54

12 Crecimiento de Azadirachta indica en algunos sitios de América Central 58

13 Crecimiento de Caesalpinia velutina en algunos sitios de América Central 64

14 Crecimiento de Calliandra calothyrsus en algunos sitios de América Central 70

15 Producción de leña y biomasa aérea total de Calliandra calothyrsus en aprovechamientos a diferentes edades en La Libertad, Hojancha, Costa Rica 71

16 Crecimiento y rendimiento en la primera rotación de cinco procedencias de Calliandra calothyrsus en cuatro sitios de América Central 72

17 Crecimiento de Cassia siamea en algunos sitios de América Central 78

18 Crecimiento de Casuarina cunninghamiana en algunos sitios de América Central 83

19 Crecimiento de Casuarina equisetifolia en algunos sitios de América Central 89

20 Crecimiento a los 6, 15 y 29 meses de edad de Eucalyptus camaldulensis plantado a 2 m x 2 m bajo diferentes sistemas de control inicial de malezas en El Gurú, León, Nicaragua 95

21 Crecimiento de Eucalyptus camaldulensis en cuatro sitios de Nicaragua, bajo diferentes espaciamientos de plantación 96

22 Crecimiento a los 24 meses de Eucalyptus camaldulensis en un ensayo de fertilización plantado a 1,5 m x 2 m en San Pedro Sula, Honduras 97

23 Comportamiento de dos procedencias de Eucalyptus camaldulensis plantado a 2 m x 2 m en Sébaco, Nicaragua 97

24 Comportamiento de tres procedencias de Eucalyptus camaldulensis en Turrialba, Costa Rica 100

25 Crecimiento de Eucalyptus camaldulensis en algunos sitios de América Central 102

26 Crecimiento de rebrotes de Eucalyptus camaldulensis en Mateare, Nicaragua y Las Cañas, Honduras 105

27 Producción de leña y follaje (peso verde) de Eucalyptus camaldulensis en cuatro sitios en Nicaragua y Guatemala 105

28 Crecimiento de Eucalyptus citriodora en algunos sitios de América Central 110

29 Comportamiento de tres procedencias de Eucalytpus citriodora en Turrialba, Costa Rica 112

30 Crecimiento en el primer año de Eucalyptus deglupta plantado en asocio con maíz en Turrialba, Costa Rica 117

31 Crecimiento de Eucalyptus deglupta en algunos sitios de América Central 118

32 Crecimiento de Eucalyptus globulus en algunos sitios de América Central 125

33 Crecimiento de Eucalyptus grandis en algunos sitios de América Central 130

34 Comportamiento de tres procedencias de Eucalyptus grandis en Turrialba, Costa Rica 132

35 Crecimiento de Eucalyptus saligna en algunos sitios de América Central 136

36 Comportamiento de cuatro procedencias de Eucalyptus saligna en Turrialba, Costa Rica 138

37 Crecimiento a los 43 meses de Eucalyptus tereticornis en diferentes densidades de plantación en San Pedro Sula, Honduras 141

38 Crecimiento a los 24 meses de Eucalyptus tereticornis con diferentes dosis de fertilización en San Pedro Sula, Honduras 142

39 Crecimiento de Eucalyptus tereticornis en algunos sitios de América Central 143

40 Comportamiento de tres procedencias de Eucalyptus tereticornis en Turrialba, Costa Rica 144

41 Crecimiento de Gliricidia sepium según tipo de plántula y edad en Deazúcar, Nicaragua 150

42 Crecimiento de Gliricidia sepium bajo diferentes espaciamientos en Deazúcar, Nicaragua 150

43 Crecimiento de Gliricidia sepium en algunos sitios de América Central 153

44 Crecimiento de rebrotes de Gliricidia sepium en diferentes lugares de América Central 155

45 Crecimiento de Gliricidia sepium en cercos vivos establecidos con planta en bolsa, en tres sitios de Guatemala 156

46 Producción de Gliricidia sepium en cercos vivos establecidos por estacas en Costa Rica y Honduras 156

47 Producción proveniente de rebrotes de Gliricidia sepium en vegetación natural en la primera rotación en tres sitios de América Central 157

48 Efecto de cuatro niveles de fertilización con N-P-K (15-15-15) en el incremento en diámetro y altura de Gmelina arborea para un período de cinco meses en una plantación de un año en La Máquina, Guatemala 163

49 Crecimiento de Gmelina arborea en algunos sitios de América Central 164

50 Crecimiento de rebrotes de 34 meses de Gmelina arborea en una plantación de 58 meses a 2,3 m x 2,3 m con un diámetro basal promedio de 9,6 cm en Hojancha, Costa Rica 165

51 Crecimiento de Grevillea robusta en algunos sitios de América Central 169

52 Crecimiento de Guazuma ulmifolia en algunos sitios de América Central 174

53 Producción de leña y biomasa aérea total proveniente de copas de diferentes edades en árboles individuales de Guazuma ulmifolia en Arena de Hojancha, Costa Rica 175

54 Crecimiento de Leucaena diversifolia en algunos sitios de América Central 182

55 Crecimiento de Leucaena leucocephala bajo diferentes espaciamientos en Honduras y Nicaragua 189

56 Crecimiento de Leucaena leucocephala a los 24 meses bajo ocho niveles de fertilización en San Pedro Sula, Honduras 191

57 Crecimiento a los siete meses de Leucaena leucocephala fertilizada con P_2O_5 en Dedazúcar, Nicaragua 191

58 Efecto del control manual de malezas sobre el crecimiento de Leucaena leucocephala a los 12 meses en San Pedro Sula, Honduras 192

59 Crecimiento de Leucaena leucocephala en algunos sitios de América Central 194

60 Crecimiento de variedades de Leucaena leucocephala en América Central 198

61 Crecimiento de rebrotes de Leucaena leucocephala (primera rotación) en cuatro sitios de América Central 198

62 Producción de biomasa proveniente de rebrotes de Leucaena leucocephala en Loma Larga, Panamá 199

63 Crecimiento de Melia azedarach en algunos sitios de América Central 204

64 Crecimiento de Mimosa scabrella bajo diferentes espaciamientos a los 18 meses en Potrerillos, Costa Rica 208

65 Crecimiento de Mimosa scabrella a los 13 meses según dosis y formas de aplicación de N-P-K (10-30-10) en Potrerillos, Costa Rica 209

66 Crecimiento de Mimosa scabrella en algunos sitios de América Central 210

67 Crecimiento de Tectona grandis en algunos sitios de América Central 216

INDICE DE FIGURAS

1 Distribución de ensayos y parcelas del Proyecto Leña en América Central 23

2 Distribución de la estación seca en América Central 29

3 Mapa ecológico de América Central 31

4 Crecimiento de Acacia mangium en algunos sitios de América Central 47

5 Crecimiento en altura de Alnus acuminata en algunos sitios de América Central 54

6 Crecimiento en altura de Azadirachta indica en algunos sitios de América Central 58

7 Crecimiento en altura de Caesalpinia velutina en algunos sitios de América Central 63

8 Crecimiento en altura de Calliandra calothyrsus en algunos sitios de América Central 69

9 Crecimiento en altura de Cassia siamea en algunos sitios de América Central 79

10 Crecimiento en altura de Casuarina cunninghamiana en algunos sitios de América Central 84

11 Crecimiento en altura de Casuarina equisetifolia en algunos sitios de América Central 90

12 Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Eucalyptus camaldulensis en Mateare, Nicaragua 98

13 Efecto de la altitud sobre el crecimiento en altura de Eucalyptus camaldulensis en América Central 98

14 Efecto de la precipitación sobre el crecimiento en altura de Eucalyptus camaldulensis en América Central 99

15 Efecto del tipo de suelos sobre el crecimiento en altura de Eucalyptus camaldulensis en América Central 99

16. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Eucalyptus camaldulensis en algunos sitios de América Central 101

17 Crecimiento en altura de Eucalyptus camaldulensis en algunos sitios de América Central 101

18 Crecimiento en altura de Eucalyptus citriodora en algunos sitios de América Central 111

19 Crecimiento en altura de Eucalyptus deglupta en algunos sitios de América Central 119

20 Crecimiento en altura de Eucalyptus globulus en algunos sitios de América Central 125

21 Crecimiento en altura de Eucalyptus grandis en algunos sitios de América Central 131

22 Crecimiento en altura de Eucalyptus saligna en algunos sitios de América Central 137

23 Crecimiento en altura de Eucalyptus tereticornis en algunos sitios de América Central 143

24 Efecto de la altitud y la precipitación sobre el crecimiento en altura de Gliricidia sepium en América Central 154

25 Efecto del tipo de suelo sobre el crecimiento en altura de Gliricidia sepium en América Central 154

25 Crecimiento en altura de Gliricidia sepium en algunos sitios de América Central 155

27 Crecimiento en altura de Gmelina arborea en algunos sitios de América Central 164

28 Crecimiento en altura de Guazuma ulmifolia en algunos sitios de América Central 175

29 Crecimiento en altura de Leucaena diversifolia en algunos sitios de América Central 181

30 Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Leucaena leucocephala en San Pedro Sula, Honduras 190

31 Efecto de la altitud sobre el crecimiento en altura de Leucaena leucocephala en América Central 196

32 Efecto de la precipitación sobre el crecimiento en altura de Leucaena leucocephala en América Central 196

33 Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Leucaena leucocephala en América Central 197

34 Crecimiento en altura de Leucaena leucocephala en algunos sitios de América Central 197

35 Crecimiento en altura de Melia azedarach en algunos sitios de América Central 204

36 Crecimiento en altura de Mimosa scabrella en algunos sitios de América Central 210

37 Efecto de la altitud y la precipitación sobre el crecimiento en altura de Tectona grandis 217

38 Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Tectona grandis 217

39 Crecimiento en altura de Tectona grandis en algunos sitios de América Central 218

PRESENTACION

El combustible utilizado por la gran mayoría de los hogares de escasos recursos en América Central es la leña, obtenida generalmente de los pocos recursos forestales que aun quedan en la región: bosques naturales, árboles en fincas, en cercos vivos o árboles aislados. Las plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento se presentan como una opción para aliviar la presión sobre estos recursos, o para suministrar leña y otros productos en aquellas zonas donde la cubierta boscosa ha disminuido hasta casi desaparecer.

En este documento se resumen los resultados preliminares de seis años (1980-1985) de investigación silvicultural sobre 24 especies promisorias para la producción de leña y otros fines en diferentes zonas de América Central. El objeto del trabajo es poner al alcance de los técnicos y autoridades del subsector forestal de América Central, y de otros técnicos forestales de la región latinoamericana o fuera de ella, la información obtenida por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del Convenio CATIE-ROCAP (596-0089). Esa información servirá como una herramienta útil para tomar decisiones en programas de plantaciones energéticas. Se incluye además, información general sobre la importancia de la leña en América Central y la investigación realizada por el Proyecto Leña; generalidades sobre clima, zonas de vida y suelos del territorio centroamericano, y en particular sobre las áreas de trabajo del Proyecto. También se ha incluido una descripción breve sobre el proceso de selección realizado entre más de 150 especies probadas por el Proyecto para determinar las 24 especies que hasta el momento se presentan como promisorias.

Para cada una de las 24 especies seleccionadas se da información sobre taxonomía, características sobresalientes, distribución natural, descripción, usos principales de la madera, así como otros usos de la especie. Luego se describe los requerimientos ambientales y aspectos de silvicultura tales como regeneración natural, regeneración artificial, producción en vivero, prácticas de plantación y cuidados de la misma. También se incluye datos sobre crecimiento y manejo, producción de biomasa -en la primera rotación en la mayoría de los casos-, manejo de los rebrotes y otras prácticas silviculturales. La información corresponde a ensayos y parcelas establecidos antes de 1984 incluyendo, para la mayoría de ellos, la información de las mediciones realizadas hasta mediados de 1985.

La información proviene de aproximadamente 660 unidades experimentales entre ensayos y parcelas, la mayoría de ellos con un mínimo de tres mediciones de crecimiento. La ardua tarea de recopilación de la información general sobre las parcelas y la información dasométrica estuvo a cargo del personal del Proyecto Leña en cada país, con responsabilidad directa de los técnicos de contraparte principales de las instituciones forestales nacionales y los coordinadores nacionales del CATIE: ingenieros Wilber Sequeira (1981-1982), Gilbert Canet (1982-1985), José Joaquín Campos (1980-1984) y Walter Picado (1984-1985) en Costa Rica; Humberto Franco y Hugo Zambrana (1983-1985) en El Salvador; Mario Mogollón (1980), Rolando Zanotti (1981-1984), Francisco Padilla (1985), Héctor A. Martínez (1980-1984) y Rudy Herrera (1985) en Guatemala; Róger Cano (1980-1982), Rolando Ordóñez (1982-1985), Conrado Volkart (1980-1982), Johrny Mantilla (1982-1983) y Augusto Otárola (1983-1985)

en Honduras; Humberto Bejarano (1980-1981), Miguel Reyes (1981-1985), Augusto Otárola (1980-1983) y Danilo Gómez (1984-1985) en Nicaragua; Amable Gutiérrez (1980-1985), Arturo Romero (1981-1984) y Blás Morán (1984-1985) en Panamá.

La ordenación, manejo y control de los archivos y datos, en el CATIE estuvo a cargo de los señores Marcelino Montero, Hugo Brenes, Miguel Solano y Walter Zúñiga y el procesamiento a cargo del Ing. Valentín Jiménez con el apoyo de Carlos Jiménez y personal del Centro de Cómputo del CATIE, bajo la supervisión del Dr. Rodolfo Salazar, Biometrista; todos ellos del Departamento de Recursos Naturales Renovables (DRNR) del CATIE.

La recopilación y análisis de la información procesada y la redacción del presente documento estuvo a cargo y bajo la responsabilidad del M.Sc. Héctor A. Martínez H., Silvicultor, con algunas contribuciones del M.Sc. José Joaquín Campos; la revisión y dirección técnica fue responsabilidad del M.Sc. Jan Bauer, Coordinador Regional del Proyecto Leña y Silvicultor, con la colaboración, para la revisión de algunos capítulos, de los M.Sc. John Beer, David Bosnier y Eduardo Somarriba del DRNR. La edición estuvo a cargo de la Lic. Elizabeth Mora y el trabajo dactilográfico bajo la responsabilidad de la señorita Rita Aguilar. A todos ellos y a quienes no se menciona acá, aunque su trabajo fue indispensable para la elaboración de esta obra, se agradece su colaboración.

Ronnie de Camino
Jefe Programa de Silvicultura
Departamento de Recursos
Naturales Renovables, CATIE

LA LEÑA Y EL PROYECTO LEÑA EN AMERICA CENTRAL

IMPORTANCIA DE LA LEÑA EN AMERICA CENTRAL

América Central* se extiende desde el paralelo 7°15' al 18°00' de latitud norte, entre Colombia y México. La extensión aproximada es de 489 000 km^2 (excluyendo los cuerpos de agua) y la población estimada para 1983 era de 23 millones, de los cuales el 53 por ciento vive en zonas urbanas y el 47 por ciento en zonas rurales.

La agricultura es la principal actividad económica del área; se produce cultivos básicos de consumo interno como maíz, frijol, arroz, hortalizas y cultivos de agroexportación como café, algodón, cacao, banano y caña de azúcar. La actividad ganadera es importante, especialmente en Costa Rica, Guatemala y Nicaragua.

Los bosques cubren aproximadamente 18,7 millones de ha (40% del área) con tasas de deforestación que van desde 4000 ha/año en El Salvador (3,2% del territorio) hasta 121 000 ha/año en Nicaragua (2,7% del territorio); en Costa Rica aunque el área deforestada es menor que en Nicaragua, la proporción en relación con el territorio es la mayor de América Central (3,9% anual del área del país). La alta tasa de deforestación puede atribuirse al crecimiento de la población que demanda nuevas tierras para cultivos y ganadería (colonización expontánea o dirigida), la agricultura migratoria y la urbanización. Las explotaciones forestales y la adquisición de madera para leña contribuyen en menor grado a esta deforestación.

En la decada de los setenta el consumo total de energía en América Central se incrementó en un 6,7 por ciento anual. Los datos disponibles indican que actualmente cerca del 59 por ciento del total de energía consumida proviene de la biomasa y la leña contribuye con un 52 por ciento del consumo total. El porcentaje de utilización de biomasa para energía varía desde 67 por ciento en Panamá hasta 92 por ciento en El Salvador. En la pequeña industria, cerca del 47 por ciento del consumo energético proviene de la biomasa: leña y en menor grado, residuos de aserraderos y residuos agrícolas como bagazo y desechos de café. La pequeña industria incluye beneficios de café, salineras, caleras, ladrilleras, panaderías y comedores.

Aproximadamente el 72 por ciento de la población centroamericana usa leña para cocinar. En el medio rural el porcentaje de familias que utilizan leña es mayor, generalmente arriba del 90 por ciento. En la pequeña industria aproximadamente el 31 por ciento de la energía usada proviene de la leña. Las estimaciones del consumo per cápita basadas en las encuestas realizadas por el Proyecto Leña y el Proyecto Energético del Istmo Centroamericano, varían desde 1,8 kg/persona/día hasta 3,1 kg/ persona/día. Este consumo se considera alto y puede explicarse parcialmente por el tipo de fuego utilizado para cocinar. En la mayoría de los países centroamericanos los tipos de fuego utilizados más

---

* En este documento América Central incluye a Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, y Panamá, países en los cuales ha trabajo el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía.

frecuentemente son el "fogón"* y el fuego abierto tradicional**. La tradición y la falta de acceso a otros cumbustibles son otras razones del alto consumo de leña.

En el 38 por ciento del territorio centroamericano el abastecimiento de leña va de crítico a muy crítico; es decir con disponibilidad real entre 0 y 3 m^3/persona/año, lo que no asegura el abastecimiento futuro de este combustible. Estas áreas se localizan especialmente en las zonas altas y en la vertiente pacífica de América Central.

EL PROYECTO LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA

Para estudiar el problema de la leña en América Central y las posibles soluciones se firmó en 1979 el documento para la ejecución del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía (596-0089) entre el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con sede en Turrialba, Costa Rica; el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) en Guatemala, como entidades ejecutoras y la Oficina Regional para Programas Centroamericanos (ROCAP), de la Agencia Internacional para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos de América (USAID) como entidad donante, con contribuciones de contrapartida de las instituciones participantes en los diferentes países.

El objetivo general del Proyecto era mejorar el bienestar y la productividad de grupos de bajos ingresos e incrementar el abastecimiento de energía a bajo costo para la población rural y urbana de escasos recursos. Los objetivos específicos de los dos componentes del Proyecto eran desarrollar, demostrar y preparar para su transferencia:

a. tecnologías eficientes para el uso de leña y fuentes alternas de energía a nivel doméstico y comunal y para la pequeña y mediana industria (componente ejecutado por el ICAITI), y

b. prácticas de cultivo mejoradas para incrementar la producción y el abastecimiento de madera para energía (componente desarrollado por el CATIE).

Para la ejecución del Proyecto Leña (componente CATIE) se firmó acuerdos con las instituciones gubernamentales encargadas del manejo de los recursos naturales renovables, o específicamente del subsector forestal, en cada uno de los países de la región:

---

* Fogón: caja de fuego rudimentaria generalmente de arcilla, con una entrada para leña y una tapa o parrilla de metal, sobre una mesa cubierta de arcilla.

** Fuego abierto tradicional: tres piedras colocadas de manera que permitan apoyar recipientes; las piedras se ponen sobre el suelo o sobre una mesa cubierta de arcilla.

Costa Rica: Dirección General Forestal (DGF)

El Salvador: Centro de Recursos Naturales (CENREN)

Guatemala: Instituto Nacional Forestal (INAFOR)

Honduras: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR)

Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA)

Panamá: Dirección de Recursos Naturales Renovables (RENARE)

Las actividades del Proyecto Leña se iniciaron en la mayoría de los países en el transcurso de 1980. En El Salvador se inició en 1983.

Los objetivos específicos eran:

1. Identificar en cada país áreas críticas y potencialmente críticas en cuanto al abastecimiento de leña

2. Identificar especies y procedencias de rápido crecimiento aptas para la producción de leña

3. Identificar prácticas de manejo adecuadas para la producción de leña con las especies seleccionadas

4. Establecer unidades demostrativas para producción de leña en fincas pequeñas, bosques comunales, aldeas y plantaciones para la industria pequeña

5. Fortalecer la capacidad institucional y profesional en los aspectos de producción de leña, tanto en el CATIE, como en las instituciones nacionales

Para ayudar en la identificación de áreas críticas y potencialmente críticas, prioritarias para la acción del Proyecto, se obtuvo en cada uno de los países datos sobre patrones y niveles de consumo de leña, tanto a nivel doméstico como de industria rural. Entre las áreas prioritarias identificadas se seleccionó algunas para iniciar las otras actividades. Con el tiempo se aumentó el número de áreas de trabajo hasta tres o más por país; en 1985 el total ascendía a más de 25.

El componente de investigación socioeconómica incluyó además varios estudios no previstos originalmente: estudios de caso sobre el abastecimiento de leña a industrias rurales en todos los países, el comercio de leña en Nicaragua y sobre la aceptación de diferentes especies y motivación para plantar en Costa Rica. Una actividad importante fue la recopilación de datos de costos para la producción de plantas en vivero y para el establecimiento y mantenimiento de plantaciones. Estos datos han servido en algunos casos para análisis financieros preliminares.

Entre 1981 y 1984 se establecieron más de 940 unidades demostrativas y algunas unidades adicionales en 1985. Un número muy reducido se encuentra en vegetación natural; las demás son plantaciones: más de 500 para la producción de leña a nivel de finca y más de 350 como sistema agroforestal, principalmente árboles de sombra para cultivos perennes y cercas vivas. El resto de las unidades, menos de 100, son plantaciones mayores de 5 ha para producción de leña para la industria rural o para grupos organizados, tales como cooperativas, comunidades y otros. Las unidades fueron establecidas en su gran mayoría por los dueños de los terrenos con apoyo del Proyecto Leña. El apoyo consistió principalmente en brindar plántulas y asistencia técnica. Este tipo de ayuda ha servido para fomentar a nivel local la producción de plantas y la plantación de más árboles.

LA INVESTIGACION SILVICULTURAL DEL PROYECTO LEÑA

Este componente se inició en 1980 con un inventario en cada país de las plantaciones y parcelas experimentales existentes, para la identificación preliminar de las especies forestales más promisorias, principalmente en las áreas prioritarias. La selección de especies para las unidades demostrativas se basó inicialmente en este inventario. Sin embargo, fue necesario establecer a partir de 1981 ensayos formales (con diseño experimental) no sólo para investigar aspectos de manejo, sino también para completar el conocimiento sobre especies promisorias para una mayor variedad de sitios y sistemas de plantación y manejo. Hasta finales de 1985 se había establecido más de 230 ensayos, los que con sus diversos tratamientos y repeticiones totalizaban unas 7000 parcelas experimentales. Además se plantaron más de 900 parcelas individuales; es decir, parcelas permanentes de medición, casi todas en las unidades demostrativas mencionadas anteriormente (Figura 1). La mayor parte de los ensayos y parcelas se seguirán controlando dentro del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple que desarrollará el CATIE entre 1986 y 1991.

De los ensayos, más de 150 son de eliminación y comportamiento de especies y procedencias y más de 80 enfocan algún aspecto de manejo. En el caso de las parcelas individuales los números son más de 800 y 100 respectivamente. El Cuadro 1 presenta el número de ensayos y parcelas según tipo y por país. La investigación silvícola incluyó 144 especies forestales nativas y exóticas (Anexo 1). De ellas, algunas especies fueron incluidas en los ensayos de manejo.

Las parcelas experimentales, tanto en ensayos como individuales, consisten de 36 árboles, quedando parcelas útiles de 5 x 5 árboles generalmente. Para la determinación de producción de biomasa y rendimiento se han utilizado parcelas de 25 ó 16 árboles. En 1985 las plantaciones analizadas tenían generalmente no más de tres a seis años y pocas veces más de 10 ó 15.

Los ensayos y parcelas se encuentran principalmente en las tierras altas volcánicas y no volcánicas y en zonas adyacentes a las tierras altas ístmicas de América Central. Se ubican en diez zonas de vida principales (según Holdridge), las cuales cubren en total aproximadamente el 95 por ciento del territorio centroamericano.

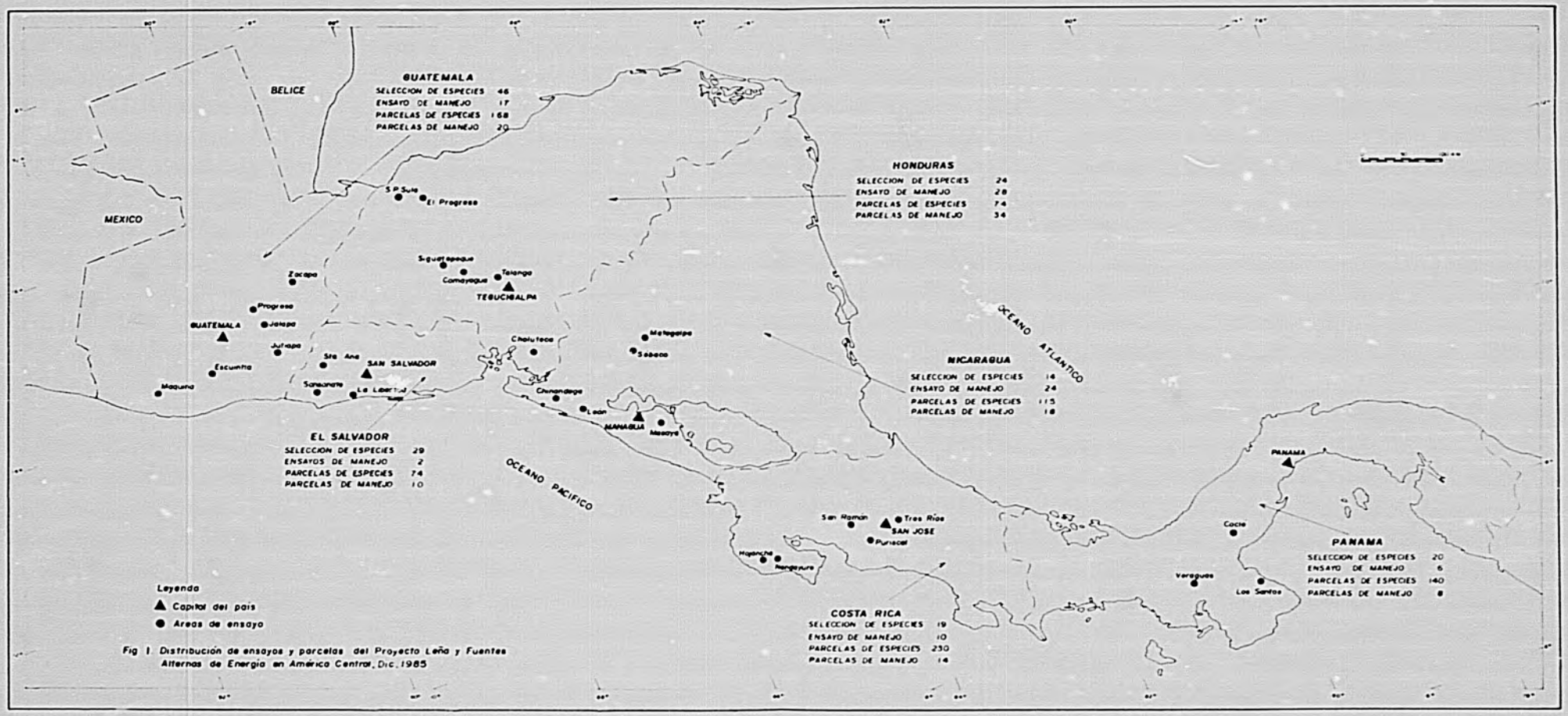


Fig 1 Distribución de ensayos y parcelas del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía en América Central, Dic. 1985

Cuadro 1. **Ensayos y parcelas controladas por el Proyecto Leña en América Central hasta finales de 1985**

		COS	ELS	GUA	HON	NIC	PAN	TOTAL
Ensayos de selección de especies y procedencias	especies	7	29	31	20	14	16	117
	especies y procedencias	3	0	3	0	0	0	6
	procedencias	3	0	6	4	0	4	17
	especies por espaciamiento	6	0	6	0	0	0	12
	Subtotal	19	29	46	24	14	20	152
Ensayos de manejo	preparación de terreno	0	0	0	1	0	0	1
	siembra directa	2	0	3	0	0	0	5
	tipo de planta	0	0	0	5	1	0	6
	espaciamiento	2	0	2	7	16	2	29
	control de malezas	0	0	0	1	2	0	3
	fertilizacion	3	2	6	3	2	2	18
	cosecha en plantaciones	1	0	1	2	0	0	4
	cosecha en vegetación natural	0	0	1	0	0	0	1
	rebrotes en plantaciones	2	0	1	5	1	2	11
	rebrotes en vegetación natural	0	0	3	4	2	0	9
	Subtotal	10	2	17	28	24	6	87
	TOTAL DE ENSAYOS	29	31	63	52	38	26	239

		COS	ELS	GUA	HON	NIC	PAN	TOTAL
Parcelas de especies	especies en plantaciones	226	74	160	73	150	140	823
	especies en vegetación natural	4	0	8	1	5	0	18
	Subtotal	230	74	168	74	155	140	841
Parcelas de manejo	cerca viva	2	0	8	4	0	0	14
	tipo de planta	0	0	0	0	5	0	5
	cosecha en plantaciones	1	4	8	2	7	6	28
	cosecha en vegetación natural	0	0	4	3	0	0	7
	rebrotes en plantaciones	4	6	0	25	0	2	37
	rebrotes en vegetación natural	7	0	0	0	6	0	13
	Subtotal	14	10	20	34	18	8	104
	TOTAL DE PARCELAS	244	84	188	108	173	148	945

El Cuadro 2 indica la distribución según zona de vida del total de unidades experimentales (entre ensayos formales y parcelas individuales) establecidas antes de 1984 y analizadas en este documento.

Cuadro 2. **Número de unidades experimentales y especies ensayadas por el Proyecto Leña en América Central en cada zona de vida principal**

Zona de vida (Holdridge)	Número de unidades experimentales *	Número de especies ensayadas
bh-MB	5	10
bh-P	149	78
bh-T	60	29
bmh-MB	5	15
bmh-P	72	44
bp-M	2	6
bp-P	3	3
bs-P	94	51
bs-T	241	69
me-P	27	55

* Ensayos formales y parcelas individuales establecidos antes de 1984 y analizados para el presente documento.

Para facilitar la transferencia de los datos silviculturales de un área a otra se elaboró un folleto con mapas de áreas climáticas análogas, basados en los mapas de zonas de vida de cada país y los mapas de isosequías (duración de la época seca en las diferentes regiones) 1/. Se escribió además un manual técnico que trata sobre aspectos metodológicos de las mediciones y determinación del rendimiento 2/.

Con los resultados de la investigación silvicultural se establecieron archivos manuales en cada uno de los países y en la sede del Proyecto en Turrialba, Costa Rica. La información también fue almacenada en un banco de datos computarizado y constituye el material básico para el establecimiento de una base de datos forestales y socioeconómicos para la región centroamericana, con posibilidades de ampliación al área tropical de América Latina.

1/ DULIN, P. 1984. Areas climáticas análogas para especies productoras de leña en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No.50. 42 p. + 6 mapas.

2/ CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Serie Técnica. Manual Técnico No.1. 115 p.

La información fue procesada en una computadora IBM 4331 utilizando el Palmer's Statistical Package, paquete estadístico desarrollado por HJPalmer, del Programa de Asistencia Británica al CATIE y los paquetes estadísticos SAS 1984 y 1985.

La capacitación en el Proyecto Leña

La capacitación constituyó un complemento activo de la investigación silvicultural y socioeconómica. Se realizaron numerosos cursos cortos en cada uno de los países, se brindó adiestramiento en servicio en los países y en la sede y se desarrollaron dos seminarios móviles a través de los países de América Central, así como numerosas reuniones técnicas trimestrales, rotativas entre los países. En total las actividades de capacitación contaron con más de 600 participantes, la mayoría personal que formaba parte activa del equipo técnico del Proyecto o que participaba indirectamente en él.

EL CLIMA Y LOS SUELOS DE AMERICA CENTRAL

Clima

El istmo centroamericano consta de tres divisiones climáticas principales, según el sistema de Köeppen: a) climas pluviales tropicales (Af, Am) de la Vertiente Atlántica; b) climas de sabanas tropicales (Aw) de la Vertiente Pacífica, y c) climas no diferenciados de las áreas montañosas (H) de la Cordillera Centroamericana.

La cordillera y sus varias ramificaciones se extiende casi a todo lo largo del istmo, desde la parte occidental de Guatemala hasta la Península de Azuero en Panamá (con una interrupción a la altura del Lago de Nicaragua) y separa los climas de las vertientes Pacífica y Atlántica. Las dos vertientes están casi siempre bajo la influencia de las masas marítimas de aire y los anticiclones subtropicales del Pacífico y el Atlántico.

Los vientos alisios soplan desde el este y noreste y tienen su mayor efecto en la Vertiente Atlántica, llevando humedad del mar Caribe hacia la costa. Por el efecto orográfico, este aire húmedo se convierte en lluvias, especialmente entre junio y diciembre. Además, los "nortes" o tormentas ciclónicas de aire frío traen más lluvias al área entre los meses de diciembre y marzo. La estación de huracanes (ciclones tropicales) puede causar lluvias regionales muy fuertes entre agosto y octubre.

En general la Vertiente Atlántica no experimenta una estación seca claramente definida y cuenta con lluvias casi todo el año. La precipitación disminuye ligeramente entre enero y abril, cuando el anticiclón subtropical baja en latitud hacia el sur y extiende su presión atmosférica alta sobre la región. La precipitación disminuye conforme se avanza de la costa hacia el interior. La precipitación media anual en la Vertiente Atlántica varía entre unos 2400 mm en la costa de Honduras hasta más de 6000 mm en la costa cerca de la frontera entre Nicaragua y Costa Rica y en el Golfo de los Mosquitos de Panamá. La temperatura media anual es alta a lo largo de la llanura costera, superior a 24°C hasta elevaciones de 400 msnm. En los meses de diciembre a

marzo pueden presentarse disminuciones ligeras de la temperatura debido a la influencia de vientos producidos por frentes fríos provenientes de América del Norte.

La Cordillera Centroamericana funciona como una pared que bloquea el paso de la humedad que llevan los vientos alisios. La mayor parte de la lluvia cae en la Vertiente Atlántica dejando poca lluvia en el lado de sotavento del Pacífico. De diciembre hasta abril el anticiclón subtropical del Pacífico Norte está en su ubicación más meridional y afecta la región con alta presión y vientos secantes. En mayo el anticiclón regresa hacia el norte y la presión baja, permitiendo la entrada de la estación de lluvias. Las lluvias vienen en parte de la humedad restante que llevan los vientos alisios que cruzan la cordillera, las tormentas causadas por los ciclones tropicales (agosto a octubre) y por vientos suroestes que llevan humedad del Pacífico ecuatorial (setiembre a noviembre).

La Vertiente Pacífica experimenta una estación seca marcada, generalmente entre noviembre y mayo. También ocurre un período de sequía ("veranillo" o "canícula") a mediados de la estación lluviosa, usualmente en los meses de julio y/o agosto que puede durar desde tres hasta nueve semanas. Esto se atribuye a un fortalecimiento temporal de los anticiclones subtropicales que incrementa la presión atmosférica. La precipitación media anual varía entre 1000 mm cerca de Managua, Nicaragua, hasta 2800 mm en Guatemala y Costa Rica. La precipitación disminuye conforme se avanza de la costa hacia el interior de los países.

En el sur de Costa Rica y el oeste de Panamá existe una zona de lluvias intensas. Aquí los vientos suroestes traen humedad hacia la zona donde, por el efecto orográfico, se convierte en lluvias que pueden sobrepasar los 2000 mm en setiembre, octubre y noviembre. En esta zona la precipitación media anual sobrepasa 7000 mm en las vertientes altas de Costa Rica y Panamá. Al igual que en la Vertiente Atlántica, las temperaturas son superiores a 24°C en las zonas costeras hasta unos 400-500 msnm. Las mayores temperaturas mensuales se presentan entre los meses de abril y junio.

Las áreas montañosas se ubican hacia el interior del istmo y sus climas, muy variables, están influenciados por los mecanismos climáticos de los dos mares y la topografía local, la cual ejerce un fuerte control sobre los factores principales del clima: los vientos alisios y suroestes. En las áreas montañosas, el efecto orográfico determina las áreas de precipitación y sotaventos. Las lluvias caen especialmente en el lado de la vertiente atlántica en las montañas con orientación hacia el este y en la Vertiente Pacífica en las montañas con orientación hacia el suroeste. Avanzando desde las costas hacia el interior del istmo, la topografía causa numerosas zonas de sotavento que son, en comparación con los lados de barlovento, mucho más secas. En el interior, la precipitación generalmente aumenta con la elevación (efecto orográfico), pero factores como los vientos, el aspecto de la ladera en relación al sol, la proximidad a cuerpos de agua (lagos) también ejercen influencia sobre las precipitaciones locales.

Debido a los factores antes mencionados ocurren climas muy diferentes en el interior del istmo, encontrándose zonas semi-áridas en Guatemala y Honduras con menos de 500 mm de precipitación anual y zonas lluviosas en Costa Rica y

Panamá con más de 5000 mm por año, sin una época seca muy definida. La temperatura varía con la altitud sobre el nivel del mar perdiéndose aproximadamente 0,6°C por cada 100 metros de ascenso. La configuración de las líneas de isosequía (Fig. 2) refleja la influencia de los principales factores climáticos. La Vertiente Atlántica a lo largo de la costa no presenta una estación seca marcada, mientras la Vertiente Pacífica tiene una estación seca de 5 a 6 meses. La topografía y la altitud influyen en la temperatura y en la duración de la estación seca en las zonas altas del interior. Las zonas más altas de Guatemala, la parte central de Costa Rica y el oeste de Panamá tienen estación seca corta, mientras que algunos valles protegidos (sotavento) en todos los países experimentan estaciones secas que duran 5 a 6 meses.

Zonas de Vida

Se han elaborado mapas de zonas de vida para cada uno de los países de América Central. Un mapa general de la región con las zonas de vida (según Holdridge) permite tener una idea de las principales formaciones ecológicas (Fig. 3). El Cuadro 3 presenta la distribución de las zonas de vida más extensas y el área que cubren en América Central y el Cuadro 4 indica los límites climáticos aproximados para las mencionadas zonas; el Anexo 1 presenta la distribución por países.

Cuadro 3. **Zonas de vida más extensas en América Central**

Zona de vida	Símbolo	Area	
		km^2	%
Bosque muy húmedo Premontano*	bmh-P	165 751	33,9
Bosque húmedo Premontano*	bh-P	132 003	27,0
Bosque húmedo Tropical	bh-T	75 780	15,5
Bosque muy húmedo Tropical	bmh-T	35 732	7,3
Bosque seco Tropical	bs-T	18 086	3,7
Bosque seco Premontano(Subtropical)	bs-P (S)	14 744	3,0
Bosque húmedo Montano bajo*	bh-MB	14 424	3,0
Bosque pluvial Premontano*	bp-P	13 392	2,7
T O T A L		469 912	96,1

* Incluye áreas localizadas en la zona tropical y subtropical

Es notable que más del 80 por ciento del territorio pertenece a las formaciones húmeda y muy húmeda del Tropical y del Premontano, (Tropical y Subtropical). Los mapas de zonas de vida combinados con los de isosequía permiten definir áreas climáticas análogas.

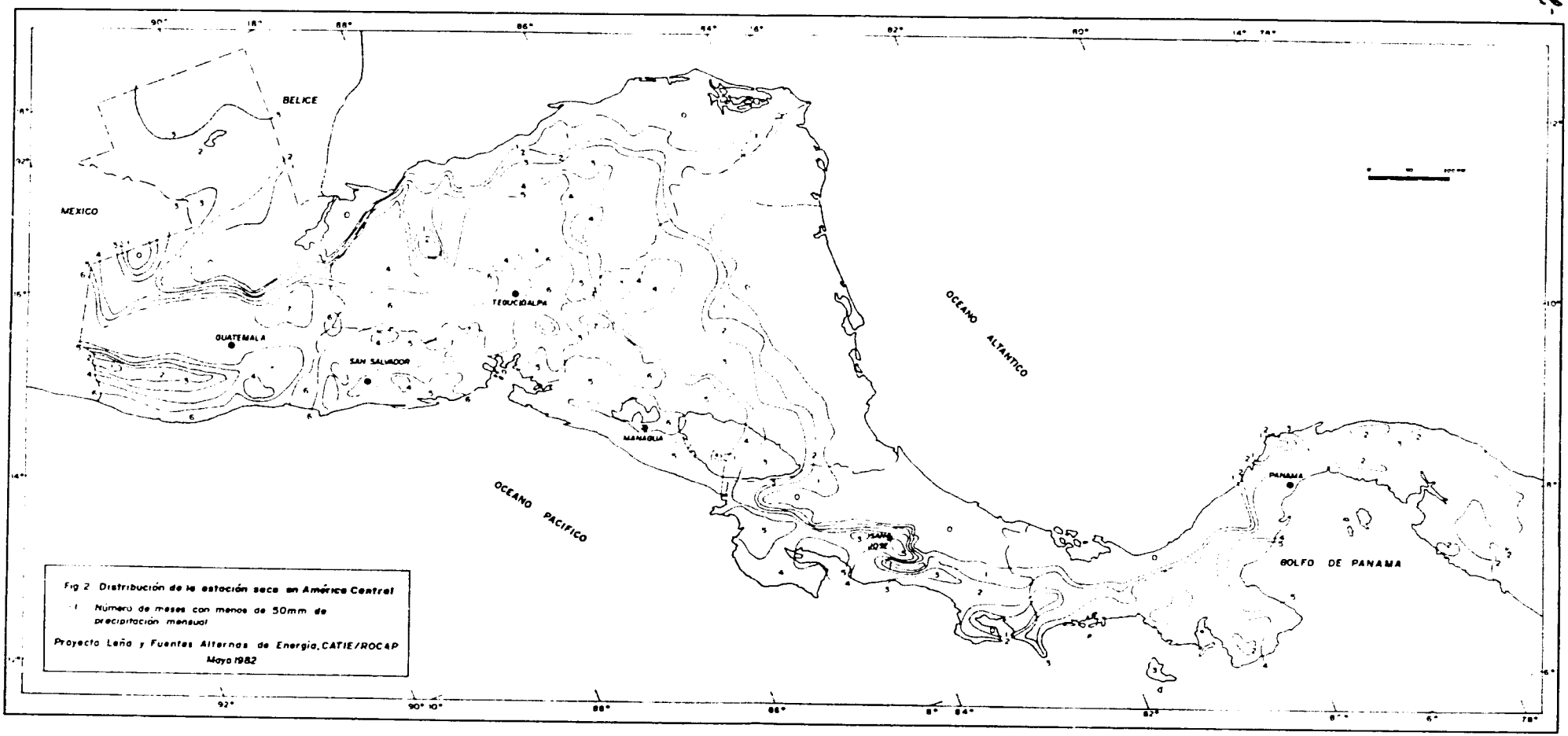


Fig 2 Distribución de la estación seca en América Central

Número de meses con menos de 50mm de precipitación mensual

Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, CATIE/ROCAP
Mayo 1982

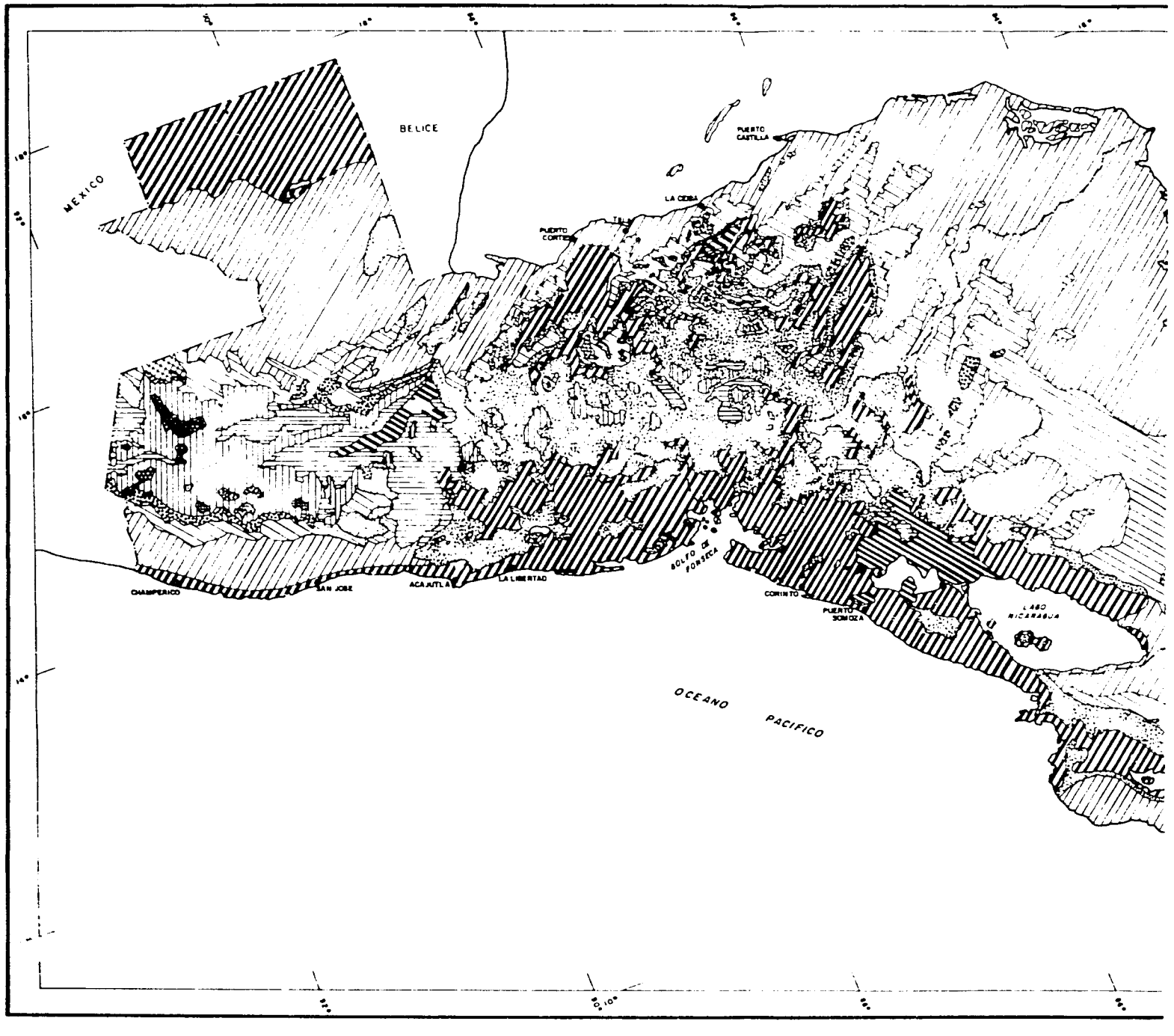
Cuadro 4. **Límites climáticos aproximados de las zonas de vida en América Central**

Biotemperatura media anual* (°C)	Precipitación media anual (mm)**				
	250-500	500-1000	1000-2000	2000-4000	4000-8000
12 - 17		bs-MB bosque seco Montano Bajo	bh-MB bosque húmedo Montano Bajo	bmh-MB bosque muy húmedo Montano Bajo	bp-MB bosque pluvial Montano Bajo
18 - 24	me-P(S) monte espinoso Premontano (Subtropical)	bs-P(S) bosque seco Premontano (Subtropical)	bh-P(S) bosque húmedo Premontano (Subtropical)	bmh-P(S) bosque muy húmedo Premontano (Subtropical)	bp-P(S) bosque pluvial Premontano (Subtropical)
mayor 24	me-T monte espinoso Tropical	bms-T bosque muy seco Tropical	bs-T bosque seco Tropical	bh-T bosque húmedo Tropical	bmh-T bosque muy húmedo Tropical

* Biotemperatura media anual es el promedio anual de las temperaturas entre 0°C y 30°C. El límite exacto de temperaturas entre las fajas Premontano y Montano Bajo aun no se ha determinado.

** La precipitación que caracteriza a una zona de vida varía en relación con la biotemperatura, por lo que las cifras deben tomarse solo como indicativas.

Fuente: Adaptado de: Holdridge, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por H. Jiménez-Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.


BELICE
MEXICO
PUERTO CASTILLA
LA CEIBA
PUERTO CORTES
TELA
CHAMPERICO
SAN JOSE
ACAJUTLA
LA LIBERTAD
GOLFO DE FONSECA
CORINTO
PUERTO SOMOZA
LAGO NICARAGUA
OCEANO PACIFICO

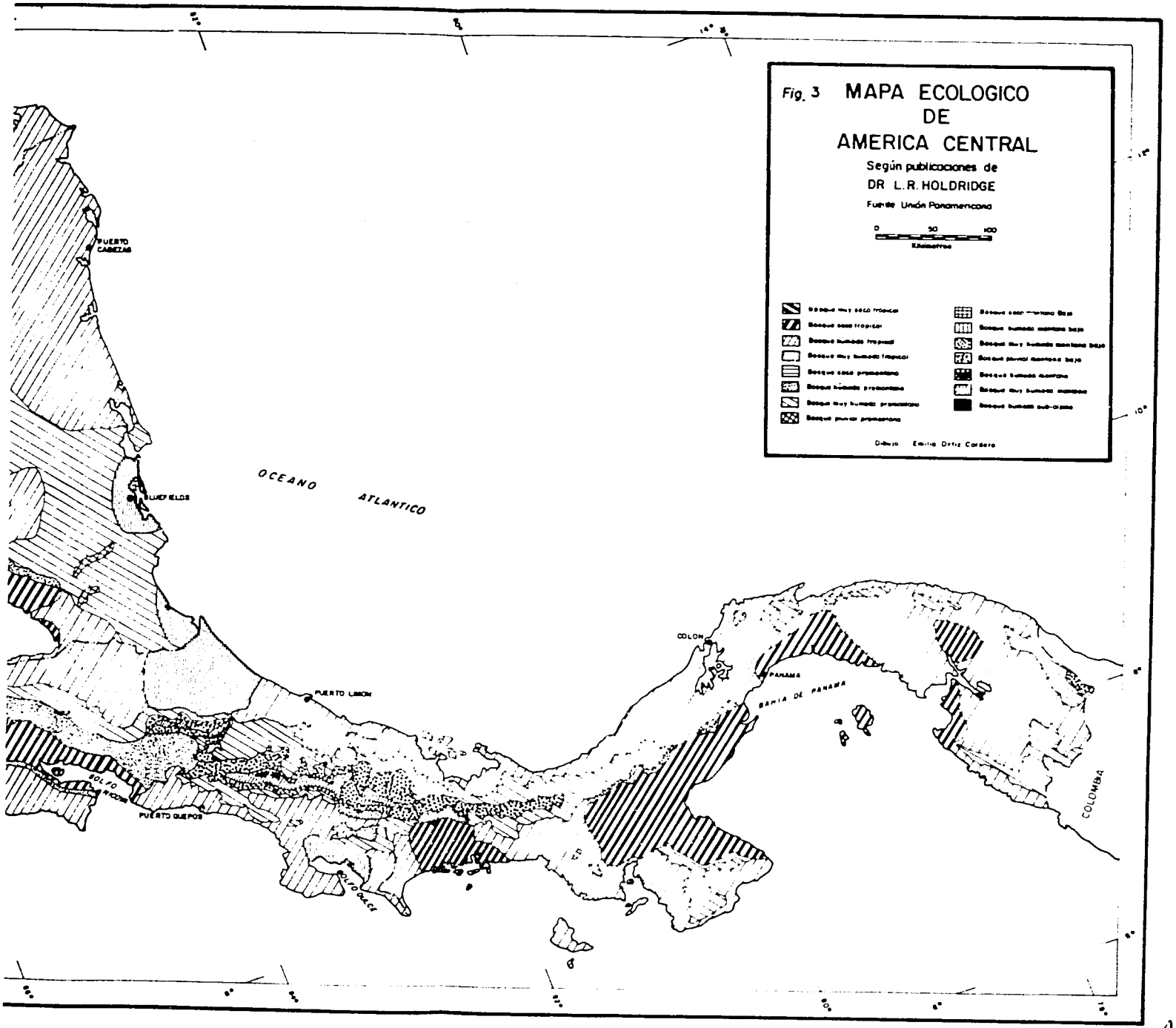


Fig. 3 MAPA ECOLOGICO DE AMERICA CENTRAL
Según publicaciones de
DR L.R. HOLDRIDGE
Fuente Unión Panamericana
0 50 100
Kilómetros
Dibujo Emilia Ortiz Cordero
OCEANO ATLANTICO
PUERTO CABEZAS
BLUEFIELDS
PUERTO LIMON
COLON
PANAMA
BAHIA DE PANAMA
COLOMBIA
GOLFO DULCE
PUERTO QUEPOS

37

Suelos

El mapa mundial de suelos de FAO-UNESCO identifica para la región de América Central más de 200 asociaciones diferentes, compuestas por uno o más suelos que ocupan posiciones características en el paisaje.

Los suelos en América Central se distribuyen en dos grandes regiones: tierras bajas y tierras altas. Las tierras bajas se extienden desde Belice hasta Panamá a lo largo de la costa antillana. Dentro de las tierras altas se distinguen cinco subregiones: 1. las cadenas calizas plegadas y tierras bajas adyacentes a El Petén, Guatemala, 2. las montañas Mayas, 3. las tierras altas no volcánicas, 4. las tierras altas ístmicas y tierras bajas adyacentes, y 5. las tierras altas volcánicas. A continuación se presentan algunos datos sobre los subregiones donde trabajó el Proyecto Leña, incluidas en este documento.

Tierras altas no volcánicas

Constituidas por un altiplano fuertemente socavado, con una altitud máxima de 1500 m en el noroeste, desciende en forma gradual hacia el este y el sureste. Comienza en Guatemala, se ensancha hasta un máximo de 100 km en Honduras y termina en Nicaragua, aproximadamente a 700 msnm.

Los suelos más comunes de las partes montañosas son franco-arcillosos de color gris oscuro que gradualmente se funden con ignimbritas de color gris pálido en proceso de meteorización y con tobas riolíticas ; estos suelos se han clasificado como Cambisoles dístricos (Dystropepts*). En las laderas inferiores de los valles intermontanos se hallan Cambisoles eutricos (Eutropepts) y algunos Cambisoles cálcicos (Inceptisoles). Hacia el sur de Nicaragua, en algunas zonas de tobas terciarias, se presentan suelos del tipo Nitosoles dístricos (Alfisoles o Ultisoles dístricos) junto con Luvisoles órticos (Alfisoles), Cambisoles dístricos líticos (Lithic Dystropepts) y algunos Acrisoles órticos líticos (Litnic Ultisols). En el fondo de los valles se localizan Fluvisoles, Planosoles y Gleysoles (Fluvents, Ultisoles e Inceptisoles).

Tierras altas ístmicas y tierras bajas adyacentes

Esta región se extiende desde la frontera entre Panamá y Colombia hasta la frontera con Costa Rica, para después dirigirse hacia el norte a través de las tierras bajas del litoral antillano de Costa Rica y extenderse hacia el Pacífico a lo largo de la depresión del lago de Nicaragua, para fundirse con el extremo sur de las tierras altas volcánicas en Costa Rica. Las rocas más comunes son tobas volcánicas de la era terciaria, en general más básicas que las rocas comparables de la región de tierras altas no volcánicas.

La región está formada por una cadena montañosa central con escasas planicies y tierras bajas limitadas por las ensenadas del litoral atlántico.

---

* Entre paréntesis se presenta la clasificación aproximada según la Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. En algunos casos se menciona el gran grupo; cuando existe mayor información se presenta hasta el subgrupo.

La región de El Darién posee algunas valles interiores de tamaño considerable con Gleysoles, Fluvisoles y Acrisoles gleicos (Inceptisoles, Fluvents y Ultisoles). En las colinas de menor altura de la zona del Canal de Panamá se presentan Acrisoles líticos órticos y númicos líticos (Ultisoles). Los suelos de las tierras bajas costeras del Pacífico comprenden Planosoles (Alfisoles), Vertisoles, Gleysoles (Inceptisoles) y Regosoles (Entisoles, posiblemente Psaments u Ortnents). En el sector oriental de las tierras bajas del Pacífico (sur de la Península de Nicoya en Costa Rica) se supone existen luvisoles crómicos (Alfisoles).

Tierras altas volcánicas de América Central

Comprenden una cadena montañosa relativamente estrecha en el lado Pacífico desde el límite sur de México a través de Guatemala y El Salvador (donde se funden paulatinamente con las tierras altas no volcánicas), hasta Nicaragua donde se separan de las tierras altas no volcánicas por la depresión de los lagos de Managua y Nicaragua. En Costa Rica forman una cordillera interior con drenajes hacia el Pacífico y el mar de las Antillas. En el oeste de Panamá reaparecen como una porción aislada de las cadenas montañosas centrales. Tanto en Costa Rica como en Panamá, las tierras altas volcánicas están circundadas por tobas básicas y ácidas del terciario en lugar del vulcanismo cuaternario característico de la región.

Pese al predominio de laderas escarpadas, en las cordilleras costeras hay pocos Litosoles (subgrupos líticos) debido a la presencia de capas gruesas de ceniza volcánica en los sitios poco disturbados o erosionados. Los suelos predominantes son Andosoles (Andepts) con abundancia de Andosoles húmicos (Hydrandepts), y Andosoles mólicos (Eutrandepts) en las regiones climáticas más áridas. Los andosoles vítricos (Vitrandepts) son más comunes en las tierras bajas costeras que en las tierras altas.

Los lechos de cenizas volcánicas más antiguos y meteorizados dan origen a Luvisoles crómicos (Alfisoles) rojizos acompañados por Vertisoles. Los conglomerados de corrientes de fango volcánico originan Cambisoles vérticos y Luvisoles vérticos (Inceptisoles y Alfisoles vérticos). En las tierras altas se presentan Regosoles (Psamments) especialmente donde las eyecciones fueron piedra pómez muy gruesa, cenizas o escorias.

En la Vertiente Pacífica se encuentran Cambisoles eutricos líticos (Lithic Tropaquepts), Luvisoles órticos líticos y litosoles (Alfisoles líticos).

Tierras bajas de la costa antillana

Es una franja estrecha a lo largo del litoral antillano de Belice y la costa norte de Honduras que se ensancha considerablemente en la costa oriental de Honduras, Nicaragua y Costa Rica y se estrecha de nuevo a lo largo de la costa de Panamá. Comprende un litoral de aguas poco profundas, una faja intermitente de manglares, terrazas bajas costeras y una masa de estribaciones formada por riolitas y toba volcánica básica del terciario o arenisca y arcilla esquistosa que se funde gradualmente con la región centroamericana de tierras altas.

Los suelos son Acrisoles férricos (Ultisols), Luvisoles (Alfisoles) férricos y órticos en el norte y Acrisoles órticos, férricos y plínticos en el sur, con Planosoles (Alfisoles o Ultisoles) dístricos, Histosoles tiónicos (Histosoles) y posiblemente zonas de Solonetz gleicos (posiblemente Alfisoles).

ESPECIES SELECCIONADAS CON MAYOR POTENCIAL

Selección de las especies

Se seleccionó 24 especies (Cuadro 5): veinte mostraron mejor comportamiento en un rango mayor de sitios y cuatro tuvieron buen crecimiento en condiciones específicas de sitio. Además se seleccionó otras diez especies (Cuadro 6) con potencial para la región, pues aunque había pocas parcelas con información para cada especie, el comportamiento en algunos sitios mostró sus posibilidades.

Cuadro 5. **Especies seleccionadas para producción de leña en América Central**

1.	Acacia mangium	13.	Eucalyptus grandis
2.	Alnus acuminata	14.	Eucalyptus saligna
3.	Azadirachta indica	15.	Eucalyptus tereticornis
4.	Caesalpinia velutina	16.	Gliricidia sepium
5.	Calliandra calothyrsus	17.	Gmelina arborea
6.	Cassia siamea	18.	Grevillea robusta
7.	Casuarina cunninghamiana	19.	Guazuma ulmifolia
8.	Casuarina equisetifolia	20.	Leucaena diversifolia
9.	Eucalyptus camaldulensis	21.	Leucaena leucocephala
10.	Eucalyptus citriodora	22.	Melia azedarach
11.	Eucalyptus deglupta	23.	Mimosa scabrella
12.	Eucalyptus globulus	24.	Tectona grandis

Para la selección de las especies se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

a. Especies con un gran número de ensayos y parcelas permanentes de crecimiento que mostraron un mejor comportamiento en cuanto a crecimiento en altura (y diámetro, en menor grado), con alta sobrevivencia y robustez en un rango amplio de condiciones de sitio.

b. Consulta a todos los técnicos del Proyecto Leña, otros técnicos del Departamento de Recursos Naturales Renovables del CATIE y técnicos de contraparte, a quienes mediante un formulario diseñado para el efecto, se les solicitó indicar las especies que según su experiencia presentaban potencial para la producción de leña, madera y otros productos; se adaptaban a una o más condiciones ecológicas (suelo y ambiente); fueran resistentes a plagas, enfermedades y condiciones adversas (viento, suelos superficiales, mal drenaje, compactación). Los resultados de esta

consulta, contrastados con las especies seleccionadas según el inciso "a" permitieron determinar las especies con mejor comportamiento y potencial para la región.

Cuadro 6. **Especies no incluidas pero con potencial en sitios específicos**

Acacia angustissima	Eucalyptus toreliana
Acacia auriculiformis	Eucalyptus urophylla
Cupressus lusitanica	Inga spp
Dalbergia sissoo	Pinus spp
Eucalyptus robusta	Tabebuia roseae

En la selección se tomó en cuenta características de uso y calidad de leña (aceptabilidad por los usuarios) y rápido crecimiento. Entre los aspectos silviculturales de orden práctico que influyeron en la selección de las especies se consideró la facilidad de manejo en el vivero y el campo y la facilidad de rebrote de cepa. En cinco de los casos (Alnus acuminata, Casuarina equisetifolia, Eucalyptus deglupta, Grevillea robusta y Mimosa scabrella) esta última condición no se da, pero se compensa con la rapidez de crecimiento y facilidad de manejo; o bien, la especie permite un manejo con poda alta para sombrío (G. robusta y M. scabrella).

Originalmente se incluyó en la investigación especies con espinas como Acacia farnesiana, Parkinsonia aculeata y Prosopis juliflora, pero la experiencia mostró que los usuarios aceptan árboles con espinas solo cuando no hay otras opciones.

Es necesario destacar que los resultados presentados en este documento son específicos para América Central y corresponden a la investigación silvicultural realizada por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía durante un período de cinco años (1981-1985). Por lo tanto, para la mayoría de las especies los resultados son de tipo preliminar. La información incluye todas las parcelas y ensayos plantados antes de 1984, aunque los resultados toman en cuenta las mediciones realizadas hasta junio de 1985.

Formato de descripción por especie

En general, las descripciones de las especies siguen el mismo orden:

Taxonomía

Se indica el nombre científico y la familia botánica de la especie, así como los sinónimos de la misma. Además, se presenta un listado de los nombres comunes más utilizados en América Central.

Características sobresalientes

Se describe el uso principal de la especie, algunas características botánicas que permiten distinguir la especie de otras similares, el uso y características de la leña y las limitaciones para algunos usos específicos. Algunas características silviculturales, manejo y cuidados especiales con base en la experiencia generada en América Central.

Distribución

Se indica el área de distribución natural de la especie, así como los lugares donde ha sido introducida; igualmente se mencionan los países de América Central donde se ha plantado.

Descripción de la especie

Tamaño (rango y máximo observado) forma del árbol (o arbusto); diámetro (rango y máximo); tipo de base y forma del fuste, características de la corteza; tipo de copa, características de las hojas; aspectos sobresalientes de las flores, tipo de frutos y semillas, cantidad de semillas por fruto y por kg y algunas características de la madera (albura y duramen).

Usos

Se presentan los principales usos de las especies como: leña, madera de uso comercial y familiar, y otros usos y productos.

Leña: se indica la forma, calidad, poder calórico y contenido de cenizas de la madera; características sobre la forma de quemado, formación de brasas, humo, olor, chispas; forma de secado, facilidad de rajado y almacenamiento y la aceptabilidad en América Central. También se indica la posibilidad de fabricar carbón.

Madera de uso comercial y familiar: para las especies que producen madera de valor comercial (tablas, chapas, contrachapado) se indica las características de la madera, gravedad específica, tipo de grano, trabajabilidad, color y otras características sobresalientes. Se señalan las posibilidades de uso como postes de conducción, postes para cerca, madera para construcciones rurales, varas para horticultura, producción de pulpa y otros usos y productos de la madera.

Otros usos y productos: producción de frutos, hojas y/o aceites comestibles; forraje en forma de hojas, frutos, semillas o corteza; producción de alimento humano (frutos, flores, semillas, condimentos o especias); usos medicinales; producción de aceites y/o resinas esenciales. Usos como sombrío para cultivos anuales o perennes, cortinas rompevientos, cercos o setos vivos; posibilidad de fijación de nitrógeno y formación de barreras vivas para conservación de suelos o posibilidad de asociarse con cultivos; usos como ornamental, en apicultura y otros usos indirectos.

Requerimientos ambientales

Para facilitar la evaluación de la potencialidad de la especie para una localidad específica se presentan las condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo; temperaturas medias anuales (máxima, mínima y media anual), cantidad de precipitación y número de meses secos, rango altitudinal y características de los sitios donde se plantó en América Central. Se describe brevemente los requerimientos edáficos de la especie y las limitaciones para el crecimiento con base en las experiencias obtenidas.

Silvicultura

Regeneración natural

Se describen la forma y posibilidad de regeneración natural y las experiencias para el área centroamericana.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. Se presentan los datos principales de la fenología, tales como épocas de floración, fructificación, recolección de semilla y producción de follaje, si es caducifolia. También se describe las formas de secado y almacenamiento de semilla, según las experiencias en América Central.

Producción en vivero. Se indican los tratamientos de pregerminación, tiempo para la germinación, tiempo de producción en vivero, tipo de planta (bolsa, raíz desnuda, seudoestaca), posibilidades de siembra directa tanto en bolsa como al campo.

Plantación

Actividades previas a la plantación (preparación del sitio). En forma separada, cuando se dispone de información y con análisis de datos de campo, se presentan las principales experiencias obtenidas sobre tipo de planta, efecto de las prácticas de preparación del terreno previas a la plantación, espaciamiento y distancias de plantación, prácticas de fertilización y de control de malezas.

Crecimiento y manejo

Mediante cuadros y figuras se presentan los datos de crecimiento de las parcelas y experimentos realizados en todos los países de América Central. Los cuadros contienen indicación del sitio y experimento (parcela) por país, las condiciones aproximadas del sitio con base en los datos de la estación meteorológica más cercana (altitud sobre el nivel del mar, temperatura media anual, precipitación media anual), los meses con déficit hídrico y la zona de vida según el sistema Holdridge. Igualmente, se presentan datos sobre los suelos: en lo posible se trató de indicar la clasificación del suelo hasta el nivel del subgrupo; en los casos en que no se disponía de esta información se indicó la textura. Para cada parcela (o experimento) se indica la edad (en meses), el espaciamiento y densidad/ha iniciales, la sobrevivencia a la edad indicada, la altura total y el incremento medio anual, el diámetro a 1,3 m y

el incremento medio; en aquellos casos en que se había realizado un aprovechamiento, se indica la producción (tm/ha) de leña y algunas veces, la de follaje.

Se presenta información sobre crecimiento y prácticas de manejo de rebrotes y para algunas especies el crecimiento en cercos vivos.

Factores limitantes

Susceptibilidad a plagas, enfermedades, factores del clima y suelos (inundación, compactación, suelo superficial, textura, otros).

Resumen de características y requerimientos ambientales de las especies seleccionadas

Los Cuadros 7 y 8 presentan resúmenes de las características silviculturales y requerimientos ambientales de las especies seleccionadas de acuerdo con los datos presentados en el texto. Solamente se incluyen experiencias obtenidas en América Central.

En el Cuadro 7 se incluye datos de las principales características silviculturales:

- Espaciamiento de plantación: indica el espaciamiento con el cual se ha obtenido mayor crecimiento en diámetro y altura en plantaciones homogéneas.

- Capacidad de rebrote: rebrote de cepa.

- Rendimiento (tm/ha/año): rendimientos obtenidos en la primera rotación generalmente a edades menores de cinco años (peso seco al horno a 80°C).

- Material para plantación: tipo de plántula con mayor porcentaje de sobrevivencia en el campo definitivo.

- Fija nitrógeno: posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico por Rhizobium o Mycorriza.

- Cercos vivos: factibilidad de usar la especie en cercos vivos.

- Cortinas rompevientos: uso como cortina rompevientos en cualquiera de los estratos.

- Producción de leña: posibilidad de usar como leña y producción de carbón.

- Madera y usos familiares: usos diferentes a la producción de leña, tales como madera para carpintería, construcción, aserrío, postes para cercos y transmisión, madera para producción de pulpa y/o varas para sostén (de hortalizas, banano).

- Madera y usos familiares: usos diferentes a la producción de leña, tales como madera para carpintería, construcción, aserrío, postes para cercos y transmisión, madera para producción de pulpa y/o varas para sostén (de hortalizas, banano).

- Otros productos y servicios que pueden obtenerse de la especie: aceites, alimento humano, conservación de suelos y control de erosión, fertilización, forraje, productos medicinales, producción de miel, ornamentación, sombra.

- Poder calórico: contenido calórico en kilojoules por kilogramo de madera.

En el Cuadro 8 se presentan los principales requerimientos ambientales y factores limitantes.

- Altitud: sobre el nivel del mar donde ha demostrado mejor desarrollo o puede desarrollarse la especie.

- Precipitación: cantidad de precipitación anual que permite el desarrollo de la especie.

- Suelos: características de textura, profundidad y pH necesarias para un buen desarrollo.

- Otros aspectos que limitan el desarrollo de la especie: compactación del suelo por sobrepastoreo u otras prácticas, resistencia a inundaciones, susceptibilidad a competencia de malezas.

Cuadro 7. **Resumen de características de las 24 especies seleccionadas**

Especie	Espaciamiento plantación (m x m)	Capacidad de rebrote	Rendimiento (tm/ha/año)	Material para plantación	Fija nitrógeno	Cercos vivos	Cortina rompe-vientos	Producción leña y características	Madera y usos familiares	Otros productos	Poder calórico (kJ/kg)
Acacia mangium	2,5 x 2,5	?		bolsa	SI	posible	posible	posible	Co,Ma,Pu	Cs,Fo,Or	20 500
Alnus acuminata	2,5 x 2,5 3,0 x 3,0	pobre no cuando adulto	desde 3,5 - 5,3	bolsa raíz desnuda	SI	?	posible	carbón, fácil secado, quema verde, no humo	Ca,Co,Ma, Po, Pu	Cs	19 250
Azadirachta indica	2,0 x 2,0 2,5 x 2,5	si		bolsa seudoestaca				carbón	Ca,Co,Ma, Po	Ac,Fe,Fo, Me	20 000
Caesalpinia velutina	2,0 x 2,0 2,5 x 2,5	media	3,2 - 6,1	bolsa siembra directa	?	posible no de estacas grandes	NO	carbón, fácil secado, quema verde, no humo	Ca,Co,Po	Cs,Mi,Or	
Calliandra calothyrsus	1,0 x 2,0	buena	3,3 - 12,8	bolsa seudoestaca raíz desnuda	SI			pequeñas dimensiones	Vh	Cs,Fe,Fo, Mi,So	18 800
Cassia siamea	2,0 x 2,0	?		bolsa	?	posible	SI	buena leña, mucho humo, carbón	Ca,Co,Ma, Po	Cs,Or,So	
Casuarina cunninghamiana	2,0 x 2,0	?		bolsa	posible	SI	SI	buena leña	Ca,Ma	Cs,Fo,Or	20 000
Casuarina equisetifolia	2,0 x 2,0	pobre a nula		bolsa	SI	SI	SI	buena leña, quema verde, carbón	Co,Po,Pu	Cs,Fo,Or	20 700
Eucalyptus camaldulensis	2,5 x 2,5	muy buena	2,6 - 18,5	bolsa	NO	SI	SI	buena leña y carbón, quema rápido, produce humo	Co,Ma,Po, Vh	Cs,Mi	20 000
Eucalyptus citriodora	2,0 x 2,0	buena		bolsa	NO	posible	NO	buena leña carbón	Co,Ma,Po	Ac,Me,Mi, Or	
Eucalyptus deglupta	2,0 x 2,0 2,5 x 2,5	muy pobre a nula		bolsa	NO	?	?	buena leña	Co,Ma,Po, Pu,Vh	Mi	21 000
Eucalyptus globulus	2,0 x 2,0 2,5 x 2,5	buena		bolsa	NO	SI	SI	buena leña carbón	Co,Po,Pu	Me,Mi	20 700
Eucalyptus grandis	2,0 x 2,0 3,5 x 3,5	muy buena cuando joven		bolsa	NO	SI	SI	posible	Co,Po,Pu	Mi,Or	
Eucalyptus saligna	2,0 x 3,0 3,5 x 3,5	buena		bolsa	NO	posible	posible	posible carbón	Ca,Co,Ma, Pu	Mi,Or,So	
Eucalyptus tereticornis	2,5 x 2,5	buena		bolsa	NO	SI	SI	buena leña carbón	Co,Ma,Po, Pu	Cs,Me,Mi	22 100
Gliricidia sepium	desde 1,5 x 2,0	muy buena	2,3 - 4,5	bolsa seudoestaca siembra directa	SI	SI estacas grandes	posible	buena leña quema verde carbón	Ca,Co,Ma, Po,Vh	Al,Fe,Fo, Me,Mi,So	20 500
Gmelina arborea	2,5 x 2,5	muy buena	10,2 - 15,3	seudoestacas	NO	SI	posible	buena leña abundante ceniza, carbón	Ca,Co,Ma, Po,Pu	Fo,Me,Mi	20 000
Grevillea robusta	desde 2,5 x 2,5	no de cepa		bolsa estacas		SI	posible	buena leña	Ca,Co,Ma, Pu	Mi,So	20 400
Guazuma ulmifolia	2,0 x 2,0	buena		bolsa seudoestaca raíz desnuda		SI	?	buena leña carbón	Ca,Co,Po, Vh	Cs,Fo,Me, Mi	18 400
Leucaena diversifolia	2,0 x 2,0	buena	9 - 15,0	bolsa	SI	posible	?	buena leña carbón	Co,Vh	Al,Cs,Fe, Fo,Mi	20 000
Leucaena leucocephala	desde 1,5 x 2,0	muy buena	3,2 - 15,7	bolsa seudoestaca raíz desnuda siembra directa	SI	SI no se conoce si de estacas grandes	SI	buena leña carbón	Co,Ma,Po, Pu,Vh	Ca,Cs,Fe, Fo,Mi,So	18 600
Melia azedarach	2,0 x 2,0	?		bolsa seudoestaca		SI		buena leña	Co,Ma,Pu	Ac,Fo,Me, Or,So	21 000
Mimosa scabrella	desde 2,0 x 2,0	no de cepa	7,0 - 9,0	bolsa raíz desnuda	SI	posible	SI	buena leña carbón	Co,Po,Pu	Cs,Fo,Mi, Or,So	18 000
Tectona grandis	3,0 x 3,0	buena		seudoestaca	NO	SI	SI	buena leña carbón	Ca,Co,Ma, Po		21 000

Madera y usos familiares:
- Ca: carpintería
- Co: madera para construcción
- Ma: madera para aserrío
- Po: postes (de transmisión y de cercas)
- Pu: madera para pulpa
- Vh: Varas para sostén (de hortalizas, banano)

Otros productos:
- Ac: aceite
- Al: como alimento humano
- Cs: conservación de suelos y control de erosión
- Fe: fertilización (abono verde o 'mulch')
- Fo: producción de forraje
- Me: medicinal
- Mi: producción de miel
- Or: ornamental
- So: sombrío para cultivos agrícolas

Cuadro 8. **Resumen de requerimientos ambientales para las 24 especies seleccionadas**

Especie	ALTITUD (msnm)				PRECIPITACION (mm/año)				Tipo (textura)	Profundidad	pH	Compactación	Inundación	Malezas
	0-500	500-1000	1000-2000	>2000	500-1000*	1000-2000	2000-3000	>3000						
Acacia mangium	++	+			±	+	+	++	arenosos a francos	medianamente profundos	aún suelos ácidos >4,5 con contenidos altos de Al.	hasta en suelos compactados	no acepta	control inicial
Alnus acuminata		..**	+	++	..	±	++	++	arenosos a limosos	profundos	> 5,0 ?	susceptible	no acepta	susceptible
Azadirachta indica	++	++	+	-	++	++			arenosos hasta arcillosos	moderadamente profundos	> 6,0	susceptible	no acepta	susceptible
Caesalpinia velutina	++	±	-	-	±	++	+	+	franco arenosos	poco profundos	> 5,5	susceptible, crece entre piedras	no acepta	susceptible
Calliandra calothyrsus	±	++	+	-	-	+	++	±	hasta arcillosos	poco profundos	> 5,0 con contenidos altos de Al.	susceptible	no acepta	susceptible
Cassia siamea	++	++	±	-	±	++	+		arenosos a franco arenosos	profundos	> 5,0	hasta moderadamente compactados	no acepta	susceptible
Casuarina cunninghamiana	+	++	++	..?	+	++	+		aluviales limosos arenosos	moderadamente profundos	> 4,5 ?	susceptible	acepta	susceptible
Casuarina equisetifolia	++	++	+	±?	±?	++	+	+?	limosos arenosos	moderadamente profundos	> 5,0 ?	susceptible	acepta inundación parcial, corta	susceptible
Eucalyptus camaldulensis	++	+	..		±	++	+	..	arenosos a arcillosos	profundos	> 5,0	muy susceptible	periódicas de corta duración	muy susceptible
Eucalyptus citriodora	+	++	+		±	++	+		arenosos a francos	moderadamente profundos	> 5,0	muy susceptible	no acepta	susceptible
Eucalyptus deglupta	++	+				..?	++	++	arenosos a francos	profundos	> 5,0 ?	susceptible	no acepta	susceptible
Eucalyptus globulus		±	+	++	±?	+	+	..?	arenosos	?	> 5,0	susceptible	no acepta	susceptible
Eucalyptus grandis	+	++	+		-	+	++	+?	arenosos a arcillosos	profundos	> 5,0 ? ácidos ?	susceptible	no acepta	susceptible
Eucalyptus saligna	++	+	..		..	±	++	++	arenosos a arcillosos	moderadamente profundos	> 4,5 ?	susceptible	no acepta	susceptible
Eucalyptus tereticornis	++	+	+		+	++	+		arenosos a limosos	profundos	> 5,0 ?	susceptible	no acepta	susceptible
Gliricidia sepium	++	+	..		±	++	+	..	arenosos francos	hasta poco profundos	preferiblemente > 6,5	muy susceptible	muy susceptible	muy susceptible
Gmelina arborea	++	+	-		±	+	++	+	arenosos francos	profundos	> 4,5 ?	hasta moderadamente compactados	susceptible	muy susceptible
Grevillea robusta	±	++	++	+	±?	++	+	..?	aluviales arenosos francos	profundos	> 5,0 ?	susceptible	muy susceptible	?
Guazuma ulmifolia	++	+	±?		+	++	+		arenosos a muy arcillosos	poco profundos	> 5,5	hasta moderadamente compactados	ocasional	susceptible
Leucaena diversifolia	++	++	+		+	++	+		arenosos a arcillosos	poco profundos	> 6,0	susceptible, crece entre piedras	susceptible	muy susceptible
Leucaena leucocephala	++	±	-		±	++	+	..	arenosos	hasta poco profundos	> 6,5	muy susceptible	muy susceptible	muy susceptible
Melia azedarach	+	++	+	±?	++	+			franco arenosos	profundos	> 6,0 ?	susceptible	susceptible	susceptible
Mimosa scabrella		+	++	+?	±	++	++		franco arenosos	profundos	> 4,8	muy susceptible	susceptible	muy susceptible
Tectona grandis	++	++				++	±	-	franco arenosos	profundos	> 6,5	susceptible	muy susceptible	muy susceptible

* Con mayor dependencia de los suelos
** En formaciones naturales

\+ Desarrollo favorable
++ Desarrollo muy favorable
.. Información actual insuficiente

Acacia mangium

Nombre científico: Acacia mangium Willd.

Familia: Leguminoseae. Mimosoideae

Sinónimos: Acacia glaucescens sensu Kanenira and Hatusima, non Willd

Nombre común: mangium

Características sobresalientes

Es un árbol robusto de fácil establecimiento en plantaciones. En sitios buenos tiene alta sobrevivencia y buen crecimiento inicial, aunque algo inferior a las especies de crecimiento más rápido. Sin embargo, en suelos compactados, degradados, ácidos (pH hasta 4,2) y con contenidos altos de aluminio ha superado a otras especies probadas. Las experiencias en plantaciones con esta especie en América Central son recientes, por lo que no existe suficiente información para el manejo de las plantaciones. Es muy resistente a los vientos y a incendios de poca intensidad.

Distribución

A. mangium es nativa del noreste de Australia, Papua Nueva Guinea, Irian Java y otras islas de Indonesia, entre las latitudes 0°50' S (Indonesia) hasta 19° S (Queensland, Australia). En 1966 fue introducida a Sabah, Malasia, donde actualmente existen las mayores áreas de plantación (más de 15 000 ha). Recientemente se ha introducido en Nepal, Filipinas, Bangladesh, Hawaii y Camerún. En 1979 se introdujo en América Central en dos parcelas experimentales ubicadas en Turrialba, Costa Rica. Posteriormente se plantó en nuevas áreas en Costa Rica, Panamá y Honduras.

Descripción de la especie

Esta especie alcanza generalmente entre 15 y 30 m 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 corteza es gruesa, áspera, surcada longitudinalmente y de color café oscuro. Las hojas de las plántulas recién germinadas son compuestas, pero luego de pocas semanas son sustituidas por los filodios. Estos son los pecíolos aplanados que funcionan como una hoja y tienen apariencia de hojas simples, de 25 cm de longitud por 10 cm de ancho. La inflorescencia es una espiga de hasta 10 cm de largo compuesta por flores pequeñas de color blanco o crema. Las vainas se agrupan en forma espiralada y presentan pocas semillas pequeñas, aplastadas de color negro brillante,

unidas a la vaina por un funículo anaranjado muy llamativo. Hay aproximadamente 80 000 a 110 000 semillas por kg. La madera de A. mangium posee poca albura y un duramen duro y fuerte con una coloración café claro atractiva. Tiene buena durabilidad si no está en contacto con el suelo

Usos

Leña: la madera de A. mangium tiene un poder calórico de 20 000 a 20 500 kJ/kg (4770-4900 kcal/kg), lo que indica bien potencial para ser usada como leña y carbón.

Madera de uso comercial y familiar: la madera de A. mangium es moderadamente pesada; en rodales naturales tiene una gravedad específica de alrededor de 0,6 g/cm^3, mientras que en plantaciones varía entre 0,40 a 0,45 g/cm^3. Las trozas pueden ser aserradas después de tres meses de secado al aire y no presenta problemas serios de reventaduras o torceduras. La madera se trata fácilmente con preservantes. Es de fácil trabajabilidad y presenta una superficie lisa y lustrosa. No presenta problemas para taladrar ni tornear. Puede ser empleada en ebanistería, carpintería, construcciones, y también para laminados y chapas de fibras y partículas.

La madera sirve para pulpa, la cual presenta propiedades similares a las de los eucaliptos comerciales.

De las podas y raleos se obtienen postes para cercas y varas para construcciones rurales, que pueden ser tratados químicamente para aumentar su durabilidad natural.

Otros usos: puede ser plantada como rompevientos, en cercas o caminos y para el control de erosión. El árbol tiene un aspecto atractivo por lo que podría ser empleado como ornamental. Las "hojas" (filodios) pueden ser usadas como forraje.

Requerimientos ambientales

Temperatura: crece en forma natural en zonas de temperaturas medias anuales altas (de 22°C a 26°C). En Queensland, Australia, las temperaturas máximas de los meses más cálidos varían entre 31 y 34°C y en los meses más fríos las temperaturas mínimas van de 12 a 16°C. En Sabah los meses más fríos tienen temperaturas mínimas de 22 a 25°C. En América Central se la ha plantado en sitios con temperaturas medias anuales superiores a 22°C.

Precipitación: en la región de origen la precipitación media varía de 1000 mm hasta más de 4500 mm anuales. La zona de mayor ocurrencia de la especie recibe una precipitación promedio de 4400 mm con una época relativamente seca de cuatro meses. En Sabah se ha obtenido buen crecimiento en sitios húmedos con precipitaciones mayores de 2000 mm anuales. En América Central ha mostrado un buen desarrollo inicial en sitios con 650 mm hasta más de 4000 mm anuales y más de cuatro meses de déficit hídrico. Sin embargo los mayores crecimientos se han presentado en zonas con precipitaciones superiores a 3500 mm.

Altitud: en Australia se encuentra generalmente a elevaciones menores a 100 msnm con algunos rodales entre 450 y 700 msnm. En América Central se ha plantado desde el nivel del mar hasta unos 850 msnm.

Suelos: en Queensland la especie se encuentra generalmente en Ultisoles ácidos y raras veces en suelos derivados de rocas básicas. En Seram, Indonesia, se le encuentra en Ultisoles con un substrato calcáreo. Crece satisfactoriamente en suelos aluviales profundos y con buena humedad disponible. En América Central se le ha plantado con buena respuesta inicial en suelos de los órdenes Ultisol, Alfisol, Entisol, Inceptisol y Andosol con pH de hasta 4,5 o menos, altos contenidos de aluminio (50 por ciento o más de saturación), contenidos bajos de nutrimentos, poca profundidad efectiva y contenidos altos de arcilla (suelos vérticos). También ha mostrado ser una de las pocas especies capaces de crecer bien en suelos compactados por sobrepastoreo.

En suelos Typic Dystrandept derivados de cenizas volcánicas con pH de 4,9, buenas propiedades físicas pero muy pobres en fertilidad natural ha sido, junto con Gmelina arborea, la especie con mayor desarrollo inicial.

Silvicultura

Regeneración Natural

La regeneración natural en rodales naturales es abundante. La corta edad de las plantaciones en América Central no ha permitido conocer el comportamiento de la regeneración natural.

Regeneración Artificial

Recolección de Semillas. La primera floración se produce al año y medio de plantada, aunque no es abundante, es posible obtener semilla viable a los dos años. El período entre la floración y la maduración de la semilla es de aproximadamente seis meses. En América Central la maduración de la semilla ocurre entre mediados y final de la época seca. La vaina es deniscente y al presentarse la deshicencia las semillas salen y quedan colgando del funículo. Pocos días después la semilla cae al suelo con el funículo adherido, el cual por su color vistoso parece atraer a las hormigas y los pájaros. Las vainas deben colectarse cuando presentan una coloración café, se secan durante tres o cuatro días para extraer posteriormente la semilla por vibración. La semilla debe secarse a seis u ocho por ciento de contenido de humedad y se puede almacenar por varios años sin que disminuya su viabilidad (75-80 por ciento de germinación).

Producción en vivero. Se puede producir en germinadores de arena para posterior repique a bolsas o por siembra directa en los recipientes. Debe realizarse un tratamiento previo a la germinación colocando la semilla en agua caliente (80°C) hasta que se enfríe o sumergir la semilla por tres minutos en agua caliente y luego 12 a 24 horas en agua a temperatura ambiente. La germinación se inicia generalmente entre el tercer y cuarto día y se completa entre el octavo y décimo día.

En los sitios de América Central donde se tiene experiencia con esta especie se ha observado nodulación expontánea. Las plantas alcanzan un tamaño adecuado para plantación (30 cm o más) en un período de 14-16 semanas.

En vivero se han observado ataques de hongos (Cylindrocladium spp, Fusarium spp, Phyllosticta spp y Pestalotia spp) los cuales pueden controlarse con fungicidas cúpricos.

Plantación. Al igual que con otras especies es necesario realizar un control de malezas previo a la plantación. En sitios con presencia de jaragua (Hyparrhenia rufa) la preparación del sitio puede limitarse a un plateo de por lo menos un metro de diámetro alrededor de la planta.

La especie ha respondido a aplicaciones de triple superfosfato (aproximadamente 100 g por planta) en el hoyo al momento de la plantación, en Ultisoles con pH cercano a 5,0 y niveles tóxicos de aluminio. Sin embargo también se ha desarrollado bien sobre suelos pobres, compactados o con erosión laminar sin ninguna práctica de fertilización.

Se ha plantado a 2 m x 2 m, aunque a veces es necesario realizar raleos al cabo del segundo año. También se ha empleado espaciamientos de 2,5 m x 2,5 m y 3 m x 3 m. En plantaciones a 2 m x 2 m, debido al rápido crecimiento y amplitud de las copas cierra el dosel y suprime las malezas al cabo del primer año. Además produce una abundante cantidad de "hojas" difíciles de descomponer que suprimen totalmente la vegetación bajo las plantaciones.

Después del primer o segundo año es recomendable realizar podas y suprimir segundos ejes para mejorar la forma.

Crecimiento. El Cuadro 9 y la Figura 4 presentan los resultados de crecimiento de Acacia mangium en algunos sitios de América Central. Los resultados indican que en general la especie presenta alta sobrevivencia y crecimiento relativamente rápido, aunque no se dispone de suficiente información para más generalizaciones.

Factores limitantes

En algunas zonas se ha observado ataques de ratas que cortan los tallos o el ápice causando pérdidas considerables. También se ha observado ataques de hormigas defoliadoras (Atta spp) sin consecuencias serias. No resiste incendios de gran intensidad y duración.

Cuadro 9. **Crecimiento de Acacia mangium en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Supervivencia (%)	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA
El Zamorano	43*	HON	830	22,3	1110	6	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	76	3,5	1,3	3,9	1,5
Río Hato	25	PAN	30	27,5	666	12	bms-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	96	1,6	1,6		
El Chumical	24	PAN	110				bs-T	Oxic Haplustult	24	2,0 x 2,0	2 500	68	2,4	1,2	3,0	1,5
Las Cabras	19	PAN	60	27,2	1382	7	bs-T	Troporthent	24	2,0 x 2,0	2 500	100	3,8	1,9	4,2	2,1
La Mesa	33	PAN	180	26,1	2577	4	bh-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	81	0,9	0,9		
Llano de la Cruz	15	PAN	50	25,1	3576		bh-T	Vertic Tropudalf	12	2,0 x 2,0	2 500	96	0,8	0,8		

* Código del ensayos o parcela dentro del país

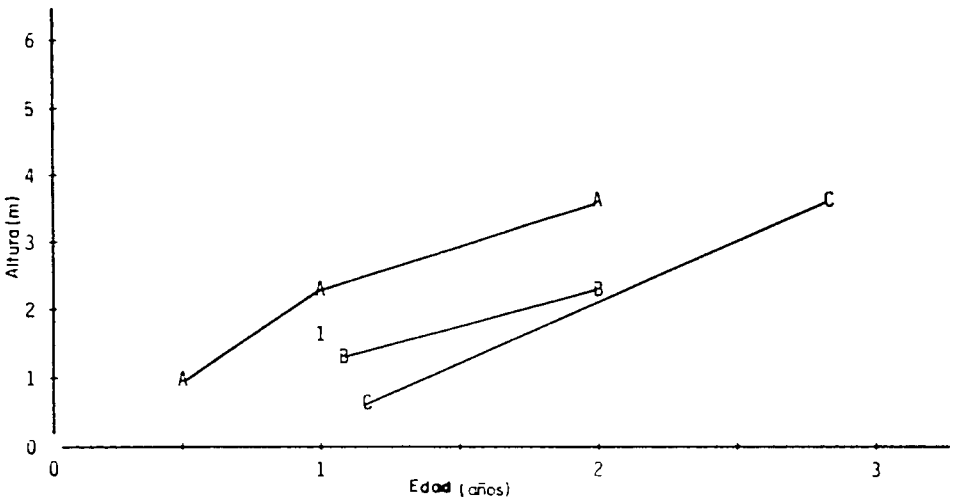


Figura 4. Crecimiento de Acacia mangium en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Las Cabras	PAN	19*	60	27,2	1382	7	bs-T	Troportnent	Suelo agrícola abandonado
B: El Chumical	PAN	24	40	-	-	-	bs-T	Oxic Haplustult	Suelo compactado
C: El Zamorano	HON	43	830	22,3	1110	6	bh-S	Vertic Tropudalf	Drenaje impedido
1: RIO HATO	PAN	25	30	27,5	666	12	bms-T	Typic Haplustalf	Suelo compactado

* Código del ensayo o parcela dentro del país

Alnus acuminata

Nombre científico: Alnus acuminata H.B.K.

Sinónimos: Alnus ferruginea H.B.K., Alnus mirbellii Spach, Alnus spachii (Reg.) Call.

Familia: Betulaceae

Nombres comunes: Aliso, aile, ilamo, palo de lama, jaúl, saino, cerezo.

Subespecies: se conocen tres subespecies:

Alnus acuminata ssp. acuminata, nativa y confinada a América del Sur, con hojas elípticas, pubescentes y borde aserrado.

A. acuminata ssp. arguta (Schlecht.) Furlow: México y América Central, con hojas ovaladas y bordes doblemente aserrados.

A. acuminata ssp. glabrata (Fern.) Furlow: del centro y sur de México, con hojas estrechamente ovaladas, glabras y borde doblemente aserrado.

Especie asociada: Alnus jorullensis, nativa de México y Guatemala.

Características sobresalientes

Es un árbol de porte medio y crecimiento rápido, propio de las zonas húmedas altas de América Central y América del Sur donde se le utiliza para la producción de leña y madera; crece bien en laderas inclinadas y se reproduce en terrenos desnudos. Fija nitrógeno por lo que se le emplea para la recuperación de suelos o mejoramiento de pastizales. Fácil de identificar por el crecimiento monopodial y la corteza gris oscura con manchas producidas por líquenes blancos.

Distribución

Alnus acuminata es nativa de América Central y América del Sur, y se extiende desde el noroeste de México, a través de América Central, Panamá y Los Andes suramericanos hasta el norte de Argentina, a una altitud entre mediana y elevada, en laderas, al lado de quebradas, caminos y ríos.

Se planta extensamente en la Cordillera Andina de Bolivia, Perú y Colombia, en la Cordillera Central de Costa Rica y en la Sierra Madre en Guatemala. Se ha introducido en el sur de Chile y en Nueva Zelandia (South Island).

Descripción de la especie

La siguiente descripción se refiere a la subespecie arguta que se encuentra en forma natural en América Central.

Es un árbol de tamaño mediano, de 10 a 25 m de altura (hasta 40 m en plantación) y diámetro entre 20 cm y 50 cm. En condiciones excepcionales algunos ejemplares alcanzan un metro de diámetro.

Base recta, en algunos casos ligeramente ensanchada y acanalada; fuste cilíndrico, copa delgada de follaje verde oscuro; sistema radicular poco profundo, amplio y extendido. Las raíces poseen nódulos que fijan nitrógeno atmosférico por simbiosis con el hongo Actinomices alnii.

Corteza lisa, llega a ser ligeramente arrugada con fisuras horizontales, de color claro a gris oscuro, delgada; corteza interna pardo claro y ligeramente picante. Savia de color claro, muy astringente, se oxida al aire rápidamente tornándose de color rojizo.

Ramillas verdes cuando jóvenes, se tornan de color pardo oscuro, pubescentes y con pequeñas glándulas. Yemas pediceladas, ovaliformes de un centímetro de longitud, cubiertas de dos o tres escamas delgadas, resinosas y ligeramente pubescentes.

Hojas simples, alternas, pecioladas, con borde doblemente aserrado, ovaladas a elípticas, acuminadas y base redondeada, de color verde claro, lámina foliar penninervada. Usualmente el haz es más oscuro, liso y glabro o con pubescencia dispersa a lo largo de las venas; el envés con tricomas dispersos a densos, de color blanquecino a marrón amarillento, con presencia de glándulas peltadas; el envés se torna glabro en la madurez.

Inflorescencias en amentos pendulares, estrechamente cilíndricos, provenientes de yemas del año anterior con los dos sexos separados en la misma rama. Flores monoicas. Los amentos masculinos (estaminados) se presentan en grupos racimosos de tres a seis címulas, que nacen en péndulos cortos y glabros. Cada címula de flores es sostenida por una bráctea (escama) redondeada con tres flores masculinas de cuatro estambres opuestos de color amarillo. Las espigas o conos femeninos están detrás de las flores masculinas, en címulas de 3-6 flores, de forma cónica.

Las semillas se agrupan en "conos" y se presentan en grupos de tres a seis frutos sobre pedicelos cortos, de color pardo oscuro o negruzco, compuestos de numerosas brácteas leñosas que permanecen adheridas después de la apertura del fruto. Las nuecesillas o semillas son sámaras aladas, elípticas y delgadas, con dos alas delgadas, de color pardo claro. Aproximadamente 2,5 millones de semillas por kg.

Madera blanquecina a pardo rojiza que se torna oscura al oxidarse por exposición al aire, blanda, de textura fina, generalmente de grano recto, poros difusos, sin olor y superficie lustrosa.

Usos

Leña: la madera es liviana y arde bien en forma pareja, puede quemarse cuando está verde. Se utiliza ampliamente como leña, especialmente en las zonas altas de Guatemala. El poder calórico de la leña es alto, aproximadamente 19 250 kJ/kg (4600 kcal/kg) para madera de 20-50 años con un bajo contenido de cenizas (0,34%). En Costa Rica carbón obtenido de madera madura (20-50 años) tuvo un poder calórico de 29 220 kJ/kg y 0,65 por ciento de cenizas, mientras que carbón proveniente de madera joven (2 a 3,5 años) tuvo 32 400 kJ/kg y 1,28 por ciento de cenizas.

Madera de uso comercial y familiar: madera de poco peso (0,36 g/cm^3), fácil de trabajar y secar sin que se produzcan rajaduras. La madera se usa para la obtención de pulpa, como alma de tableros, moldes de fundición de metales y formaletas para concreto, cajas livianas para empaque, molduras, ataudes, elaboración de lápices, fósforos, chapas, tableros de partículas; como pilotes, postes de conducción previamente preservados y durmientes. También se usa en construcción en general, postes de cerca y construcciones rurales (vigas, soleras); mangos de herramientas, palos de escobas, cajas para refrescos, tablas para uso en la cocina.

Usos indirectos: debido a la capacidad de fijar nitrógeno se le utiliza en la recuperación de suelos degradados. En Colombia y Costa Rica se usa asociado con pastos de piso y de corte (*Pennisetum clandestinum* y otros).

Se puede usar asociado con otras especies (ciprés, por ejemplo) como tapaviento. En Guatemala y Costa Rica se le utiliza como sombrío de cafetales; se le ha plantado en asocio con maíz. En Guatemala se utiliza el mantillo producido en los alisares naturales como abono orgánico para las plantaciones de maíz. Se usa en la protección de cuencas hidrográficas debido al sistema radicular que le permite crecer en suelos poco profundos.

Requerimientos ambientales

Temperatura: la especie ocurre naturalmente en lugares donde la temperatura media anual está entre 4° y 20°C, aunque se ha mencionado hasta 27°C como su límite máximo. En Guatemala, Costa Rica y Colombia ocurre en lugares con temperaturas medias anuales hasta de 18°C. Soporta heladas de poca duración.

Precipitación: en el área de distribución natural se localiza cerca de los cursos de quebradas y arroyos, a lo largo de caminos con suficiente luz y humedad y en los flancos húmedos de las montañas. La precipitación en estos sitios fluctúa entre 1000 mm y 3000 mm o más y pocos (2-5) meses secos, en sitios con alta humedad ambiental.

Altitud: normalmente se encuentra en laderas húmedas entre 1200 m y 3200 m, aunque en Guatemala se le encuentra a partir de 1000 msnm en la Sierra Madre. En zonas de valle debe protegerse de vientos secos fríos.

Suelos: prefiere suelos profundos, bien drenados, limosos o limo-arenosos de origen aluvial o volcánico, aunque puede crecer en suelos pobres, desde grava o arena hasta arcilla. El factor más importante para su establecimiento parece ser la humedad, tanto del suelo como del ambiente.

Silvicultura

Regeneración natural

Abundante a lo largo de ríos, quebradas y en cortes de carreteras y caminos. Es una especie heliofila, pionera y no acepta competencia fuerte de malezas. Regenera abundantemente en potreros y pastizales artificiales.

La especie presenta baja capacidad de rebrote de cepa o nula cuando el árbol ya está maduro; en árboles jóvenes (2-3 años), rebrota de cepa aunque no abundantemente.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. La recolección de semillas es fácil y se realiza entre junio y febrero, con variaciones locales entre los países de América Central. Es necesario almacenar en cámaras frías ya que pierde rápidamente la viabilidad.

Producción en vivero. Las semillas frescas tienen alta capacidad de germinación que decae rápidamente llegando a ser nula en un año o menos. Se puede germinar en almácigos o germinadores con arena desinfectada para luego transplantar a bolsas o a bancales para producción a raíz desnuda. Cuando se emplea planta a raíz desnuda es necesario evitar el daño y desecación de las raíces. La planta está lista para plantación (30-40 cm de altura) en un período de 6-8 meses. Otro método consiste en la recolección de brinzales de regeneración natural que se plantan directamente en terrenos donde se controlan las malezas o se cuidan durante un período de 2-3 meses en vivero y luego se plantan definitivamente.

Plantación. Los sitios de plantación deben prepararse adecuadamente (aflojar el suelo) y controlar las malezas agresivas y hormigas defoliadoras.

En cuanto a densidades de plantación, se ha utilizado desde 4400 árboles/ha hasta menos de 500 árboles/ha cuando se asocia con pastizales. En un experimento conducido por el Instituto Tecnológico de Costa Rica para determinar la influencia del espaciamiento en el crecimiento inicial en Los Lotes, Cartago, Costa Rica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aunque el crecimiento diamétrico fue ligeramente mayor en los espaciamientos más amplios (Cuadro 10). La producción de biomasa fue mayor en las densidades más altas debido al mayor número de árboles/ha.

Cuadro 10. **Efecto del espaciamiento de plantación en el crecimiento de Alnus acuminata a los 32 meses en Los Lotes, Cartago, Costa Rica**

Espaciamiento (m x m)	ALTURA (m) promedio	IMA	D A P (cm) promedio	IMA	PRODUCCION leña (tm/ha)	biomasa total (tm/ha)
2,0 x 2,0	7,8	2,9	6,9	2,5	9,3	14,2
2,5 x 2,5	8,1	3,0	7,4	2,7	8,7	13,2
3,0 x 3,0	7,8	2,9	7,7	2,8	5,9	9,4

Altitud 1700 msnm; TMA 18°C; PMA 2398 mm; tres meses de déficit hídrico

Crecimiento y manejo. La especie es de crecimiento rápido, independiente de la densidad inicial de plantación. El Cuadro 11 y la Figura 5 presentan los datos de crecimiento en Costa Rica y Guatemala, en plantaciones controladas por el Proyecto Leña y otras instituciones. El cuadro indica que los mayores incrementos se presentan durante los primeros seis años de vida.

Un raleo del 30 por ciento realizado a los 17 años sacando los árboles más delgados en una plantación con una densidad de 530 árb/ha en Palestina, Guatemala, permitió determinar que los árboles raleados tenían un promedio de 23,3 cm de diámetro, 24,8 m de altura (el rodal tenía antes del raleo, en promedio 25,9 cm de dap y 26,6 m de altura), un volumen de 0,55 m^3/árbol y una producción de biomasa verde de 464 kg/árbol, de los cuales 437 kg eran leña.

Factores limitantes

La especie está casi libre de enfermedades. Los principales factores que limitan su desarrollo son: malezas, hormigas defoliadoras y ataques de hongos en la fase de vivero.

Cuadro 11. **Crecimiento de Alnus acuminata en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA	Producción* Leña (tm/ha)	Producción* Total (tm/ha)
Palestina	4	GUA	2735	13,1	2065	6	bmh-MBS		239	irregular			26,3	1,3	25,9	1,3		
Cascajal		COS	1750	18,0	2081		bmh-PT		42	2,0 x 2,0	2 500		10,7	3,0	7,5	2,1	17,7	22,2
Vara Blanca		COS	1900	15,0	3315	3	bmh-PT		60	2,0 x 2,0	2 500	99	6,8	1,3	6,0	1,2		
San Jerónimo		COS	1420	22,5	3759	0	bmh-PT		98	2,0 x 2,0	2 500	73	11,1	1,4	11,9	1,5		
Parque Prusia		COS	2620	19,5	2009	3	bh-MBT		148	2,0 x 2,5	2 000	85	18,5	1,4	13,0	1,0		
Parque Prusia		COS	2620	19,5	2009	3	bh-MBT		148	2,0 x 2,5	2 000	91	18,0	1,4	15,9	1,3		
Parque Prusia		COS	2620	19,5	2009	3	bh-MBT		156	2,0 x 2,0	2 500	85	22,7	1,7	15,5	1,2		
La Trinidad	116	COS	2078	15,0	2065	5	bmh-MBT	Andic Humitropept	9	2,0 x 2,0	2 500	91	1,0					
Macho Gaff	115	COS	2480	18,6	2078	5	bmh-MBT	Typic Troporthent	10	2,0 x 2,0	2 500	95	1,2					
Los Lotes		COS	1700	13,0	2392		bmh-MBT		32	2,5 x 2,5	1 600		8,1	3,0	7,4	2,7	8,7	13,2
Los Lotes		COS	1700	18,0	2392		bmh-MBT		34	2,5 x 2,5	1 600		9,5	3,3	8,4	3,0	13,6	17,8
Los Lotes		COS	1700	18,0	2392		bmh-MBT		34	2,5 x 2,5	1 600		9,5	3,3	7,9	2,8	13,7	17,9
La Chonta		COS	2380	12,5	2993	0	bmh-MBT		72	2,0 x 2,0	2 500	83	11,3	1,6	11,6	1,9		
El Cortijo		COS	1900	15,0	3315	0	bmh-MBT		96	4,0 x 2,0	1 250	100	14,9	1,8	12,3	1,5		
Sta María de Dota		COS	2100	15,0	2065	5	bmh-MBT		99	2,0 x 2,0	2 500	57	12,3	1,4	11,6	1,4		

* Peso seco

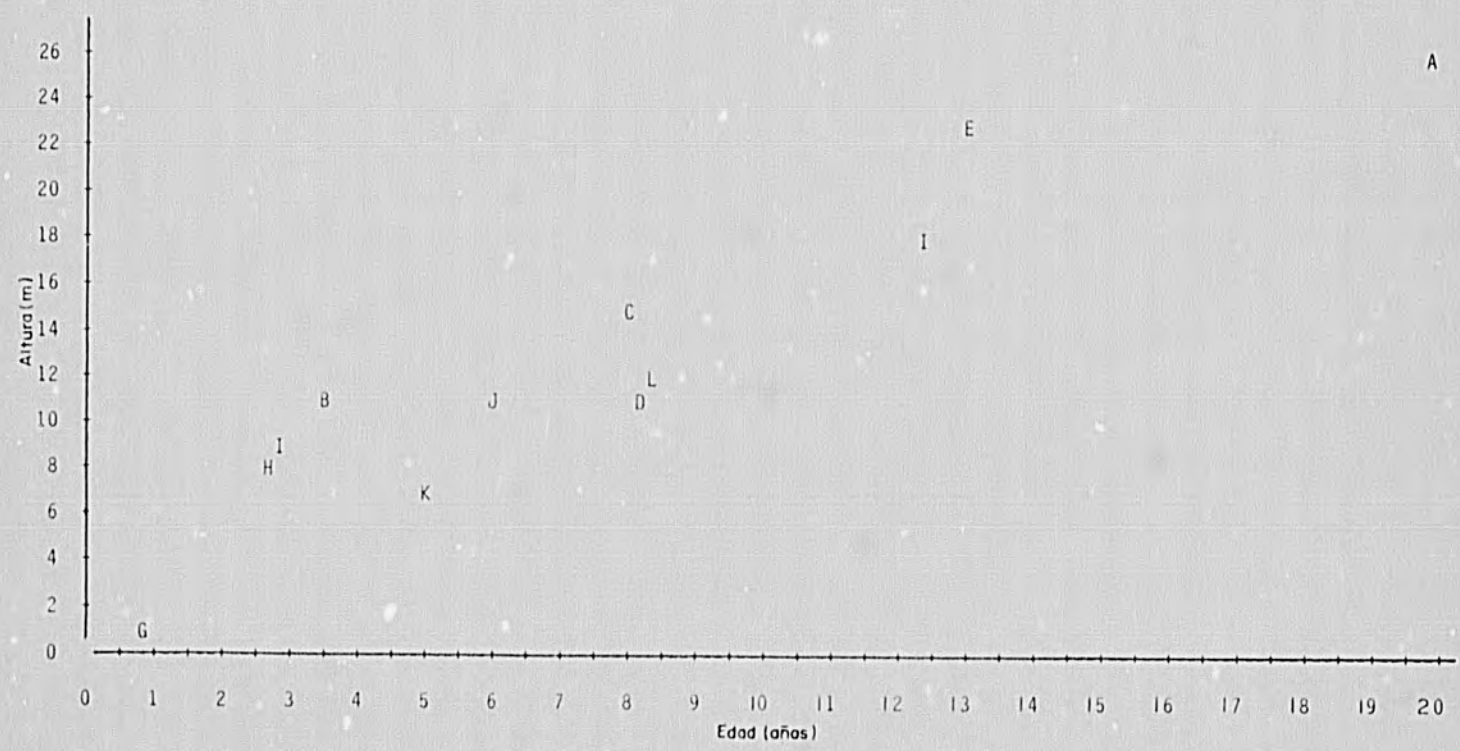


Figura 5. Crecimiento en altura de Alnus acuminata en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Observaciones
A:Palestina	GUA	4	2735	13,1	2065	6	bmh-MBS	Suelo agrícola abandonado
B:Cascajal	COS		1750	18,0	2081		bmh-PT	
C:El Cortijo	COS		1900	15,0	3315	0	bmh-MBT	
D:San Jerónimo	COS		1420	22,5	3759	0	bmh-PT	
E:Parque Prusia	COS		2620	19,5	2009	3	bmh-MBT	
F:Parque Prusia	COS		2620	19,5	2009	3	bh-MBT	
G:La Trinidad	COS		2078	15,0	2065	5	bmh-MBT	
H:Los Lotes	COS		1700	18,0	2392		bmh-MBT	
I:Los Lotes	COS		1700	18,0	2392		bmh-MBT	
J:La Chonta	COS		2380	12,5	2993	0	bmh-MBT	
K:Vara Blanca	COS		1900	15,0	3315	3	bmh-MBT	
L:Sta María Dota	COS		2100	15,0	2065	6	bmh-MBT	

Azadirachta indica

Nombre científico: Azadirachta indica A. Juss.

Familia: Meliaceae

Sinónimos: Melia azadirachta L., Melia indica (A. Juss.) Brandis

Nombre común: Nim

Características sobresalientes

Es una de las especies potencialmente promisorias para las zonas subhúmedas y secas de América Central. Crece en forma moderadamente rápida en suelos pobres, áridos, de textura variada. Produce leña y madera de buena calidad. Puede utilizarse en la recuperación de suelos y como barrera rompevientos. Aunque parecido a Melia azedarach se diferencia de este por tener mayor porte, hojas más pequeñas y persistentes y resistir más la sequía.

Distribución

Especie nativa de las áreas secas de India y Pakistán hasta Malasia e Indonesia, ha sido plantada en las regiones áridas de India y Africa. En América Central se tienen algunas plantaciones pequeñas en Nicaragua y Honduras.

Descripción de la especie

El nim es un árbol de porte mediano y fuste recto que puede alcanzar 10-15 m de altura y 30-80 cm de diámetro, corteza gris, con escamas redondeadas, sistema radicular profundo, desarrolla numerosas ramas que forman una copa densa, redondeada, usualmente siempreverde excepto en períodos de sequía extrema. Posee hojas pinadamente compuestas con pinas imparipinadas de color verde intenso en el haz y verde pálido en el envés. Flores blancas, numerosas, en panículas. Los frutos son drupas oblongas, numerosos, de color amarillento cuando verdes que se tornan rojizos cuando maduros. Los endocarpos poseen una sola semilla grande. Hay aproximadamente 4000 semillas/kg.

Madera con albura blanco-grisáceo y duramen rojizo a café-rojizo, de grano entrecruzado y textura mediana, aceitosa, con anillos de crecimiento fácilmente distinguibles. La madera se puede trabajar fácilmente, es resistente a la pudrición y al ataque de insectos.

Usos

Leña: el nim se ha utilizado ampliamente como leña en las zonas subhúmedas y secas de India y Africa. La leña tiene un poder calorífico alto, alrededor de 20 000 kJ/kg (aproximadamente 4780 kcal/kg). Produce carbón de buena calidad. En América Central no existe mucha experiencia sobre el uso de la madera como leña.

Madera de uso comercial y familiar: la madera se asemeja a la caoba, moderadamente pesada (aproximadamente 0,68 g/cm^3). Se utiliza para construcción en general, postes de conducción, madera para muebles, construcción de barcos, instrumentos para agricultura y madera para tallado.

Otros usos: casi todas las partes del árbol son utilizables en remedios caseros o como medicina, la corteza tiene un contenido alto de tanino, el aceite obtenido de las semillas (hasta 40% del peso) es utilizado en la fabricación de jabones, drogas, cosméticos, desinfectantes o directamente como combustible o lubricante. La torta de semillas, luego de la extracción del aceite, es un fertilizante de buena calidad. Las hojas y semillas producen azaridachtina, un repelente de insectos. Las hojas secas se emplean como repelente de insectos en armarios para ropa y libreros. Las hojas y ramas verdes pueden usarse como forraje o en el mejoramiento del suelo. La especie se utiliza como árbol de sombra o como rompevientos y también en la habilitación de terrenos degradados.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en la zona de distribución natural se presentan temperaturas máximas de hasta 44°C y mínimas cercanas a 0°C. En América Central se le ha plantado en sitios con temperaturas promedio anual superiores a 25°C.

Precipitación: crece en forma natural en zonas con precipitaciones entre 450 y 1150 mm. Se han realizado plantaciones en sitios de hasta 300 mm o menos siempre que haya humedad disponible en el suelo en la época seca. Soporta sequías prolongadas. Hay especies que dan mejor rendimiento que A. indica en condiciones de precipitación superior a 1000 mm anuales y con una época seca no muy prolongada. En América Central se ha plantado en sitios con más de 850 mm y más de seis meses con déficit hídrico.

Altitud: crece desde el nivel del mar hasta 1500 m de altitud.

Suelos: no es muy exigente en cuanto a suelos y crece bien en suelos arenosos, limosos y aún en arcillosos pesados, así como en suelos pedregosos y moderadamente profundos. No crece en suelos estacionalmente anegados, salinos o con arenas secas profundas. Requiere un pH mínimo de 6,0 aunque la hojarasca puede contribuir a que la capa superficial alcance un pH neutro.

Silvicultura

Regeneración natural

No existe experiencia a este respecto en América Central.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. Las drupas deben colectarse cuando alcanzan la plena madurez, lo que generalmente ocurre entre los meses de mayo y junio en América Central. La semilla pierde rápidamente la viabilidad y debe utilizarse dentro de las dos semanas siguientes a la recolección.

Producción en vivero. Se puede sembrar directamente en bolsas o en bancales para la producción de seudoestacas. La planta en bolsa puede estar lista para plantación en 12 semanas, mientras que seudoestacas de buena calidad requieren períodos de producción de seis meses a un año.

Siembra directa. No hay experiencia al respecto en América Central.

Plantación. Es un árbol que exige mucha luz, por lo que no soporta competencia de malezas. Debe darse mantenimiento adecuado durante las primeras etapas de crecimiento. Cuando se planta para producción de leña, en zonas con períodos prolongados de sequía son convenientes espaciamientos de 2,0 m x 2,0 m a 2,5 m x 2,5 m. En plantaciones para producción de madera, la especie exige aclareos periódicos.

Crecimiento y manejo

La especie presenta buena poda natural y rebrota bien de cepa. El Cuadro 12 y la Figura 6 presentan los datos de crecimiento de A. indica en algunos sitios de América Central. De acuerdo a los resultados la especie ha crecido en zonas con hasta ocho meses con déficit hídrico. El arado inicial del suelo favorece el crecimiento (caso de Mateare, Nicaragua). Aparentemente el crecimiento es más lento a partir del sexto año (caso de San Isidro, Nicaragua), aunque este es un aspecto que debe investigarse con más cuidado.

Factores limitantes

Suelos muy compactados retardan el crecimiento, mientras que suelos muy secos o estacionalmente anegados eliminan la especie. Un pH muy ácido (inferior a 6,0) así como densidades altas en suelos con poca humedad disponible también produce la muerte de la especie.

Cuadro 12. **Crecimiento de Azadirachta indica en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	Ejes/ árbol x̄	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA
San Isidro	2	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	110	2,0 x 2,0	2 500	75		9,3	1,0	12,0	1,3
Pavana Centro	54	HON	40	28,7	1381	6	bs-T	Haplic Durixeralf	20	1,0 x 2,0	5 000	88		0,9	0,5		
El Chaguite	176	NIC				6	bs-T	Fluventic Haplustoll	21	2,0 x 2,0	2 500	89		1,6	0,9		
Mateare UCA	21	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	28	2,5 x 2,5	1 600	96	1,1	7,3	3,1	7,7	3,3
San Fco. Libre	74	NIC	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	34	2,0 x 2,0	2 500	53		1,0	0,4		
San Fco. Libre	73	NIC	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	42	2,0 x 2,0	2 500	69	1,1	2,9	0,8	5,3	1,5
Agua Caliente	55	HON	40	28,7	1381	6	bh-T	Typic Pellustert	20	1,5 x 1,5	4 444	98		4,0	2,4	3,6	2,2

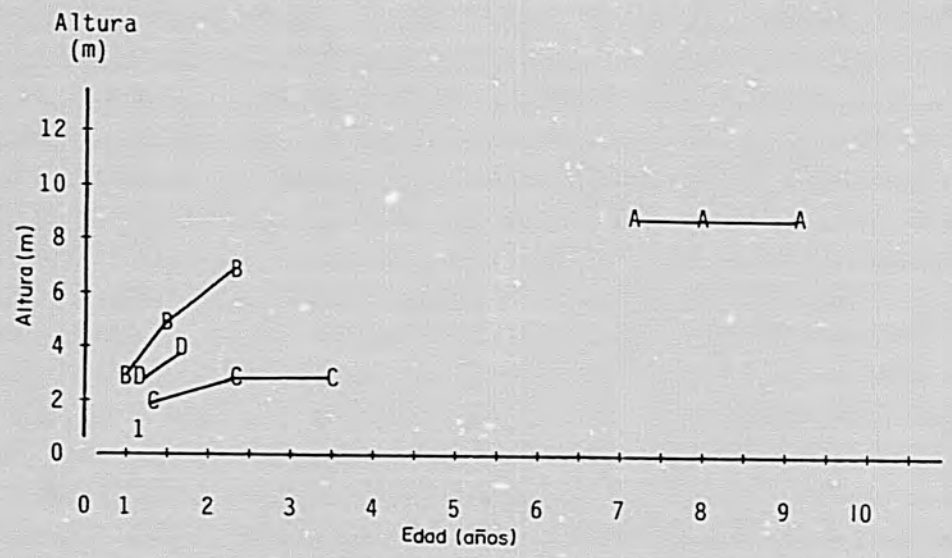


Figura 6. Crecimiento en altura de Azadirachta indica en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Sébaco	NIC	2	480	27,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	Intercalado con L. leucocephala
B: Materare UCA	NIC	21	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	Suelo anteriormente bajo bosque sec.
C: Sn Fco. Libre	NIC	73	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	Afectada por incendio
D: Agua Caliente	HON	55	40	28,7	1381	6	bs-T	Typic Pellustert	Suelo agrícola abandonado
1: Pavana Centro	HON	54	40	28,7	1381	6	bs-T	Haplic Durixeralf	

Caesalpinia velutina

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

Familia: Leguminosae (Caesalpinoideae)

Sinónimos: Brasilettia velutina Britt & Rose

Nombres comunes: Aripín, palo colorado, totoposte, chaperno blanco (Guatemala), brasilito (Nicaragua)

Características sobresalientes

Esta especie, propia de las zonas subhúmedas de Guatemala, es una especie de crecimiento relativamente rápido en diversas condiciones ecológicas y produce una madera dura de buenas características como leña y para otros usos familiares. Los árboles maduros poseen un fuste de color claro con placas conspicuas de corteza desprendibles.

Uno de los mayores inconvenientes de la especie es el lento crecimiento inicial que obliga a un intenso control de malezas en las primeras etapas de crecimiento. Una ventaja es la facilidad de reproducción por siembra directa, aún en zonas muy secas, lo que permite la plantación simultánea con cultivos agrícolas.

Distribución

Esta especie se encuentra en forma natural en las zonas secas de Oaxaca, México, y en 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. También se le ha encontrado en Sébaco y Matagalpa, Nicaragua.

En América Central se le ha plantado en la mayoría de los países, con éxito variable. La especie fue seleccionada para un ensayo internacional de especies provenientes de las zonas secas de América Central dirigido por el Oxford Forestry Institute de la Universidad de Oxford, Inglaterra.

Descripción de la especie

Caesalpinia velutina es una especie arbórea decidua de tamaño mediano, hasta 10-12 m de altura y hasta 30 cm de diámetro; de copa amplia y fuste recto que ramifica a poca altura cuando crece en espacios abiertos. El fuste es de base recta, la corteza gris es desprendible en placas en árboles adultos.

El sistema radicular es profundo con una raíz pivotante y raíces secundarias laterales. No se conoce si forma nódulos o tiene habilidad para fijar nitrógeno. Enraiza bien aún en suelos rocosos, aunque en suelos con capas endurecidas desarrolla un sistema radicular superficial.

Las hojas son alternas, bipinadas, paripinadas, sin espinas, pubescentes, de 20-30 cm de longitud, con yemas axilares; las hojas jóvenes densamente velutinosas (aterciopeladas) especialmente en el envés.

Las flores se producen en racimos más cortos que las hojas con numerosas flores. Los frutos son legumbres de 10-15 cm de longitud y 2-3 cm de ancho, persistentes, indehiscentes, de color verde claro cuando inmaduros y café oscuro (casi negro) cuando maduros, finamente velutinosos. Cada vaina contiene de dos a diez semillas. El número de semillas por kilogramo es aproximadamente de 5 000 a 6 000.

Usos

Leña: C. velutina es una de las especies preferidas en las zonas subhúmedas de Guatemala por la calidad de la leña. Es relativamente libre de nudos y raja fácilmente. Es una madera dura que quema lentamente con producción de brasas, sin olor desagradable y produce poco humo. La madera seca rápidamente y puede utilizarse verde, mezclada con leña seca. La madera seca puede almacenarse sin problemas al aire libre por un año o más, resguardándola de la lluvia. Aunque no se tiene experiencia sobre la aceptabilidad de la leña de esta especie fuera de Guatemala, en Nicaragua las amas de casa indican que la leña de "brasilito" es excelente. La madera puede utilizarse para la fabricación de carbón de buena calidad.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es dura, de alto peso específico (0,70-0,75 g/cm^3 en el caso de vegetación natural). Se usa en mueblería semifina y se utiliza como vigas y horcones en construcciones rurales, para la fabricación de mangos de herramientas y carpintería rústica. La madera se emplea para la fabricación de yugos y arados primitivos. Se utiliza como postes de cerca por su resistencia y durabilidad.

Otros usos: aunque no ha sido descrita la utilización del follaje como forraje, se ha observado que las cabras comen las hojas tiernas en algunos lugares. Se ha empleado como cerco vivo con plantas provenientes de semillas.

Probablemente no fija nitrógeno. Sin embargo, la especie es utilizada en Guatemala para la forestación y reforestación de terrenos con alta pendiente y en la protección de cuencas hidrográficas. También se le utiliza como árbol ornamental en algunos poblados de la zona oriental de Guatemala.

Se le ha plantado en combinación con cultivos anuales (maíz, frijol) beneficiándose del control de malezas dado al cultivo agrícola. La pérdida total de hojas durante la estación seca produce una abundante cantidad de materia orgánica que se adiciona al suelo.

Produce una gran cantidad de flores de color amarillo, lo que podría indicar potencial para la producción de miel en las zonas secas.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en forma natural se le encuentra en zonas de alta temperatura (mayor a 21°C), sin heladas. En Guatemala, Nicaragua y Panamá se le ha plantado con éxito variable en áreas con temperaturas superiores a 24°C.

Precipitación: se le encuentra en zonas con precipitación entre 450 y 1200 mm. La especie soporta sequías prolongadas y se desarrolla bien en áreas con más de 600 mm y 7-8 meses de déficit hídrico o más. El crecimiento es lento en sitios con menos de 550 mm y más de ocho meses de déficit hídrico. En Guatemala se ha observado un rápido desarrollo en las etapas iniciales de crecimiento en áreas con más de 2500 mm y tres meses de déficit hídrico.

Altitud: se encuentra en forma natural desde 50 m hasta 950 m de altitud. Los mejores crecimientos en plantación se han logrado en sitios a menos de 500 msnm.

Suelos: los bosques naturales de la especie se localizan sobre suelos derivados de serpentina y suelos de origen calcáreo con pH superior a 5,5. Prefiere suelos bien drenados, de textura liviana, franco-arenosos o francos. No se desarrolla sobre suelos muy arcillosos. El mejor desarrollo de la especie se ha observado sobre suelos de los órdenes Alfisol y Mollisol de régimen Ustico, aunque también se desarrolla sobre suelos de los órdenes Entisol e Inceptisol. El desarrollo es muy lento en suelos vérticos o Vertisoles.

Silvicultura

Regeneración natural

Caesalpinia velutina se regenera fácilmente a partir de semilla cuando no existe competencia con malezas. Debido a que las semillas permanecen bastante tiempo en los frutos son atacadas por insectos que las destruyen en alto porcentaje, disminuyendo la producción de brinzales en bosques naturales.

En Huité, Guatemala (350 msnm, 28°C 512 mm/año y nueve meses de déficit hídrico) en una parcela de regeneración natural de ocho años, con una población de 750 árboles/ha, se obtuvo un crecimiento promedio de 6,2 m de altura y 8,4 cm de diámetro.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. La floración se produce entre marzo y mayo y la recolección de semillas se realiza entre noviembre y enero. Los frutos se colectan cuando presentan coloración café. Se evita recoger frutos secos, pues normalmente están atacados por larvas de coleópteros. Las semillas tratadas previamente con insecticidas, pueden almacenarse en recipientes herméticos, en lugares frescos. También se almacenan en cámaras frías. Las semillas frescas tienen alto porcentaje de germinación (superior al 90%), iniciándose la germinación a los 3-4 días después de la siembra. Semillas frescas no necesitan un tratamiento previo. Semillas de un año o más es

necesario sumergirlas en agua caliente (80°C) durante 3-5 minutos o en agua fría (temperatura ambiente) durante 24 horas.

Producción en vivero. Aunque puede producirse en germinadores con posterior repique a bolsas, debido a los altos porcentajes de germinación es preferible sembrar directamente en bolsas. Con semilla fresca y sana se puede sembrar una semilla por bolsa y con semilla vieja se colocan 2-3 semillas por bolsa. Aún no existe experiencia sobre producción a raíz desnuda o como seudoestaca. Las plantas alcanzan un tamaño de 40-50 cm en aproximadamente 15 semanas.

Siembra directa. Se puede sembrar directamente al campo cuando hay control de malezas. En Huité, Guatemala, se ha tenido éxito al sembrar directamente, en asocio y simultáneamente con maíz colocando dos a tres semillas por postura, en un sitio donde había abundante presencia de piedras en la superficie.

Plantación. Debido a la susceptibilidad a la competencia de malezas se requiere una buena limpieza del área. Cuando se planta asociado con cultivos agrícolas es conveniente plantar primero los árboles. Los distanciamientos de plantación utilizados han sido 1,5 x 1,5 y 2,0 x 2,0 m. No existe experiencia sobre uso de fertilizantes.

Crecimiento y manejo. La especie tiene generalmente una sobrevivencia alta, y aunque ha mostrado rápido crecimiento, este no ha sido similar en los diferentes sitios donde se ha probado. Aparentemente factores como la altura sobre el nivel del mar, la distribución de las lluvias, el tipo de suelos y el uso anterior, así como el pH condicionan el crecimiento. El Cuadro 13 presenta los datos de crecimiento en diferentes lugares de América Central y la Figura 7 presenta la relación altura-edad para algunos sitios seleccionados.

Aunque preliminarmente, los resultados parecen indicar que Caesalpinia velutina se desarrolla mejor en lugares abajo de 500 msnm, con altas temperaturas y suelos con reacción neutra a ligeramente ácida (pH mayor a 5,8). No se desarrolla bien en suelos compactados por sobrepastoreo y no soporta inundaciones; prefiere suelos sueltos, bien drenados de régimen Ustico de humedad.

En La Máquina, Guatemala, en una prueba de especies, asociadas y no asociadas con maíz durante el primer año, C. velutina mostró un desarrollo algo mayor en altura cuando no fue asociada (1,4 m/año) aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas en relación con el asocio (1,1 m/año). En general su crecimiento durante el primer año fue menor que el de Eucalyptus camaldulensis.

Debido a la corta edad de las plantaciones actuales se ha realizado pocas cuantificaciones sobre producción de biomasa. En Gualán, Guatemala, en una plantación a 2 m x 2 m, de 21 meses, se obtuvo una productividad de 3,2 tm/ha/año de leña seca al horno; a los 33 meses la productividad fue de 6,1 tm/ ha/año (seca al horno).

Rebrotes. C. velutina presenta una capacidad media de producción de rebrotes (3-5 por planta); actualmente se realizan investigaciones sobre la productividad de los mismos en plantaciones en Guatemala. Aunque se le utiliza en cercos vivos, con plantas provenientes de semilla, no existe experiencia sobre la reproducción por medio de estacas grandes.

Factores limitantes

Se han identificado como factores limitantes del crecimiento la competencia de malezas en las primeras etapas de crecimiento, suelos compactados por sobrepastoreo, o inundables periódicamente, así como suelos del tipo Vertisol.

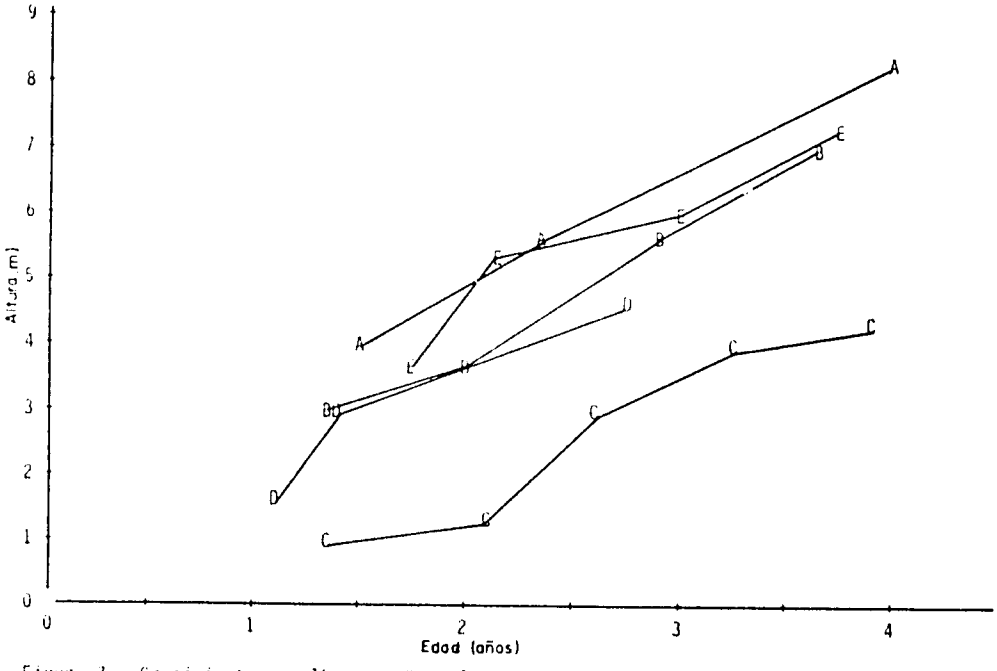


Figura 7. Crecimiento en altura de Caesalpinia velutina en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: La Máquina	GUA	11	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	Suelo agrícola
B: La Máquina	GUA	15	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	Suelo agrícola
C: Huite	GUA	20	350	26,0	512	9	bs-S	Ruptic Litnic Haplustalf	Suelo con abundancia de piedras
D: La Máquina	GUA	22	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	Suelo degradado por uso agrícola
E: Gualán	GUA	49	129	28,0	727	8	bs-S	Typic Ustropept	Suelo anteriormente bajo bosque sec.

Cuadro 13. **Crecimiento de Caesalpinia velutina en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	Ejes/ árbol x̄	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA	Producción leña (tm/ha)*
Atescatempa	60	GUA	654	26,0	620	10	bs-S	Vertic Ustropept	15	1,0 x 1,0	10 000	63		0,4	0,3			
Atescatempa	52	GUA	654	26,0	620	10	bs-S	Typic Haplustoll	19	1,5 x 1,5	4 444	83	1,1	2,1	1,3	2,3	1,4	
Atescatempa	53	GUA	654	26,0	620	10	bs-S	Cumulic Haplustoll	19	1,5 x 1,5	4 444	80		0,8	0,5			
Gualán	48	GUA	129	28,6	727	8	bs-S	Typic Ustropept	21	2,0 x 2,0	2 500	100	1,2	4,5	2,5	4,2	2,4	5,6
Morazán	57	GUA	450	27,0	904	8	bs-S	Lithic Ustorthent	21	2,0 x 2,0	2 500	100		2,4	1,3	2,3	1,3	
San Juan Ermita	81	GUA	471	26,0	979	8	bs-S		26	2,0 x 2,0	2 500	66		1,7	0,8			
Gualán	48	GUA	129	28,6	727	8	bs-S	Typic Ustropept	32	2,0 x 2,0	2 500	100	1,8	5,4	2,0	4,2	1,5	16,2
Gualán	49	GUA	129	28,6	727	8	bs-S	Typic Ustropept	45	2,0 x 2,0	2 500	88	1,5	7,2	2,0	5,2	1,4	
Huité	20	GUA	350	28,0	512	9	bs-S	Ruptic Lithic Haplustalf	47	irregular	5 600	81		4,4	1,1	3,5	0,9	
Huité **	6	GUA	350	28,0	512	9	bs-S		97		971	100		6,2	0,8	8,4	1,0	
La Máquina ***	76	GUA	46	28,8	1860	6	bh-S	Typic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	92		1,1	1,1			
La Máquina	76	GUA	46	28,8	1860	6	bh-S	Typic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	100		1,4	1,4			
La Trinidad	46	HON	640	24,6	1035	6	bh-S	Typic Ustifluvent	17	2,0 x 2,0	2 500	83		0,4	0,3			
Valle Arriba	61	HON	820	22,3	1083	7	bh-S	Typic Ustipsamment	19	2,0 x 2,0	2 500	94		0,6	0,4			
Talanga	47	HON	850	22,3	1085	7	bh-S	Typic Hapludalf	20	1,5 x 1,5	4 444	33		0,5	0,3			
El Bálsamo	80	HON	40	25,4	1205	6	bh-S		21	1,5 x 1,5	4 444	100		3,3	1,8	3,4	1,9	
La Máquina	100	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Typic Haplustalf	23	2,0 x 2,0	2 500	96		4,1	2,1	3,4	1,7	
San Manuel	78	HON	30	25,4	1205	6	bh-S	Fluventic Eutropept	30	1,5 x 2,0	3 333	96		6,4	2,5	5,8	2,3	
La Máquina	22	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	96		4,7	1,7	3,6	1,3	
La Máquina	99	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Typic Haplustalf	35	2,0 x 2,0	2 500	96		6,0	2,0	4,9	1,6	
La Máquina	15	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	44	2,0 x 2,0	2 500	91		6,9	1,8	5,8	1,5	
La Máquina	11	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	48	2,0 x 2,5	2 000	90	1,6	8,4	2,1	5,8	1,5	
Mazatenango	77	GUA	371	25,9	2835		bmh-S		20	2,0 x 2,0	2 500	86		4,3	2,6	3,6	2,1	
Bulbuxya	28	GUA	506	24,0	4560	3	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	77		2,1	1,8			
Río Hato	25	PAN	30	27,5	666	11	bms-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	100		0,4	0,4			
Sébaco	33	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Ustifluvent	35	2,0 x 2,0	2 500	100		2,3	0,8	3,0	1,0	
El Chaguite	176	NIC					bs-T		21	2,0 x 2,0	2 500	33		1,2	0,7			
Chumical	24	PAN	40				bs-T	Oxic Haplustult	24	2,0 x 2,0	2 500	40		1,0	0,5			
Las Cabras	19	PAN	60	27,2	1382	5	bs-T	Troporthent	24	2,0 x 2,0	2 500	88		3,2	1,6	3,3	1,7	
Deazúcar	32	NIC	70	27,7	1133	7	bs-T	Typic Pellustert	32	2,0 x 2,0	2 500	36		5,0	1,8	4,9	1,8	
Llano de la Cruz	15	PAN	70	25,1	3576		bh-T	Vertic Tropudalf	12	2,0 x 2,0	2 500	56		0,4	0,4			
Macaracas	33	PAN	180	26,1	2557	3	bh-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	68		0,4	0,4			
Monte Romo	117	COS	710	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	24	2,0 x 2,0	2 500	96		1,0	0,5			

* Peso seco al horno (80°C)
** Plantación en asocio inicial con maíz establecida por siembra directa
*** Plantación en asocio inicial con maíz

Calliandra calothyrsus

Nombre científico: Calliandra calothyrsus Meissn.

Familia: Leguminosae, Mimosoideae

Sinónimos: Calliandra confusa Sprague & Riley, Calliandra similis Sprague & Riley.

Nombres comunes: Caliandra, cabello de ángel, canilla, carboncillo, pelo de ángel, xalip (nombre indígena utilizado en Guatemala).

Características sobresalientes

Es una especie de porte pequeño y alto rendimiento, con muy buena capacidad de rebrote que, en suelos con buena fertilidad natural, no inundables, permite cosechas anuales o bianuales hasta por 15 o 20 años. Por la forma de crecimiento y régimen de cosecha es adecuado sobre todo para el asocio con cultivos agrícolas. Ha sido plantada en gran escala para la producción de leña en Indonesia.

Distribución

Es nativa del área entre el sur de México hasta el norte de América del Sur (8°-16° N aproximadamente), en zonas húmedas. Se introdujo en Indonesia con semillas provenientes de Guatemala.

Descripción de la especie

En condiciones naturales esta especie puede alcanzar hasta 12 m de altura y 20 cm de diámetro. En plantaciones desarrolla varios ejes que nacen en la base y generalmente se cosecha cuando los ejes alcanzan una altura entre 5 y 6 m y 4 a 7 cm de diámetro basal. Árboles producidos con semilla proveniente de Indonesia (ex Guatemala) son generalmente menos ramificados y de porte ligeramente mayor que los de algunas procedencias de Costa Rica.

En suelos sueltos, de texturas livianas desarrolla un sistema radicular profundo, mientras que en suelos pesados o con impedimentos, desarrolla raíces superficiales. Tiene una corteza lenticelada de color pardo negruzca, hojas bipinadas semicaducifolias. La intensidad de pérdida de hojas depende de la duración de la estación seca. Posee inflorescencias terminales de color rojo púrpura, vainas de 8 a 11 cm de longitud que contienen hasta 15 semillas aplastadas y elípticas de color café oscuro. El número de semillas por kilogramo es aproximadamente de 20 000.

Usos

Leña: produce leña de pequeñas dimensiones que seca en pocos días y es de fácil rajado y almacenamiento. No presenta problemas con producción de chispas, olores o humo, aunque quema relativamente rápido, especialmente si se emplea madera joven. El poder calórico es aproximadamente de 18 800 kJ/kg (4490 kcal/kg) y el contenido de cenizas bajo (aproximadamente 0,8%). Produce carbón de buena calidad.

Madera de uso comercial y familiar: aunque la madera es moderamente pesada (aproximadamente 0,55 g/cm^3), las dimensiones pequeñas de los fustes no permiten su utilización en usos comerciales. La producción de una gran cantidad de ejes permite la obtención de varas para sostén de hortalizas.

Otros usos: la especie es apropiada para controlar la erosión y mejorar los suelos debido a que posee un sistema radicular extenso y profundo, capacidad para fijar nitrógeno y un crecimiento rápido con producción abundante de follaje que cae al suelo mejorando las características del mismo.

Se utiliza en sistemas agroforestales y se ha plantado en asocio con plantaciones de café como sombrío para el mismo. También se ha plantado asociada con cultivos anuales. En Indonesia se ha utilizado el follaje para alimentación de ganado, ovejas, cabras y gallinas. Contiene 22 por ciento de proteína cruda en las hojas, sin componentes tóxicos, aunque una desventaja es la baja digestibilidad por el contenido alto de taninos.

Florece abundantemente durante un período prolongado y las flores son ricas en néctar y polen.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en el área de distribución natural la temperatura promedio anual varía entre 17°C y 25°C y las temperaturas mínimas y máximas promedio son aproximadamente 12°C y 30°C respectivamente. En América Central se le ha plantado en sitios con temperaturas promedio superiores a 20°C.

Precipitación: crece en forma natural en zonas con precipitación superior a 1200 mm, con mayor ocurrencia entre 1500 y 3000 mm y menos de cuatro meses de déficit hídrico. En América Central se le ha plantado en áreas con precipitación entre 1300 y 2700 mm y hasta seis meses con déficit hídrico. En las zonas con más de cuatro meses de sequía se presenta defoliación total y muerte descendente al final de la época seca, con recuperación al iniciarse las lluvias.

Altitud: en forma natural la especie se ha encontrado entre los 400 y los 1600 msnm, aunque las mayores poblaciones se localizan entre 600 y 1300 msnm. En plantaciones los crecimientos mayores se han presentado en zonas arriba de 300 msnm.

Suelos: la especie prefiere suelos de textura liviana y poca acidez, bien drenados. En general crece en forma natural en suelos de origen volcánico (Andepts), aunque también se le encuentra en Ultisoles y aún Vertisoles.

Soporta suelos pobres, ácidos (pH 5) y contenidos altos de aluminio y arcilla. El crecimiento se reduce en suelos compactados por sobrepastoreo.

Silvicultura

Regeneración natural

La regeneración es abundante tanto en rodales naturales como en plantaciones cuando la semilla cae en suelo libre de competencia de malezas. Acepta sombra parcial en las primeras etapas de crecimiento. En algunas áreas de Costa Rica se utilizan brinzales de regeneración natural para la obtención de material para plantación.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. La floración ocurre desde el primer año de edad. En América Central la floración ocurre generalmente entre agosto y enero y es más intensa a finales del período de lluvias e inicio de la época seca (setiembre a diciembre). La producción de semillas ocurre durante la estación seca, de noviembre a marzo con ligeras variaciones entre países. En Guatemala, la producción de semilla ocurre entre finales de noviembre y principios de enero. Las vainas deben colectarse cuando están cambiando de color verde a café claro para luego secarse al sol por unos dos a tres días cuando se presenta la deniscencia y es fácil separar las semillas.

Producción en vivero. Las plántulas pueden producirse en bolsa, como seudoestacas o en bancales para producción de planta a raíz desnuda o plantas completas con bola de tierra. La semilla fresca tiene un porcentaje alto de germinación (más del 90%) y es recomendable sumergirla en agua a temperatura ambiente por un período de seis horas antes de colocarla en los medios de germinación. Semilla almacenada por un año o más debe tratarse con agua caliente (80°C) por diez minutos y luego sumergir en agua a temperatura ambiente por 24 horas. También se puede sumergir en agua caliente (80°C) y dejar enfriar a temperatura ambiente por 24 horas. Con estos métodos se obtiene entre 70 y 80 por ciento de germinación. Cuando se coloca la semilla directamente en las bolsas o en los bancales se recomienda sembrar dos semillas por sitio con repique posterior cuando se produce más de una planta.

En vivero se presenta nodulación expontánea por lo que no es necesaria la inoculación de Rhyzobium. Se puede reducir el tiempo de producción en vivero y aumentar la uniformidad de las plántulas mezclando al sustrato dos a tres gramos por planta de N-P-K (20-30-10 ó 12-24-12). El tiempo requerido para obtener material listo para plantación (30-40 cm) es aproximadamente 12 semanas cuando se produce en bolsas o raíz desnuda. Este tipo de planta es aconsejable para plantaciones puras o en líneas o franjas en sitios libres de malezas.

Plántulas para producción de seudoestacas requieren aproximadamente 16 a 20 semanas de vivero. Las seudoestacas pueden tener hasta un máximo de 30 cm de tallo y 20 cm de raíz. Este tipo de material es aconsejable cuando se planta intercalado con otros árboles o cultivos, cuando se planta en terrenos con malezas o en la reforestación de laderas o riberas de ríos y canales.

Siembra directa en el campo. En América Central no existe experiencia con esta forma de producción.

Plantación. Aunque no crece bien en terrenos compactados por sobrepastoreo, el valor bajo del producto no permite una preparación intensiva del suelo, por lo tanto es necesario seleccionar bien los sitios, limpiar las malezas antes de la plantación y hasta cuando cierran las copas, lo cual se puede conseguir en pocos meses cuando se planta en buenos suelos y con densidades altas (5000 o más árboles/ha).

El espaciamiento utilizado en plantaciones para producción de leña ha sido desde 2,0 m x 2,0 m hasta 1,0 m x 1,0 m con combinaciones entre estos extremos. La experiencia indica que el mejor distanciamiento es 2,0 m x 1,0 m. Como sombrío para café se ha plantado desde 3,0 m x 3,0 m hasta 5,0 m x 5,0 m, puede plantarse en líneas o franjas asociada con cultivos anuales.

Crecimiento y manejo. Fertilización: no se tiene experiencias sobre prácticas de fertilización. Aparentemente no es necesaria, aun en sitios pobres, si los suelos son sueltos, bien drenados y libres de malezas.

Podas y raleos: en plantaciones para producción de leña no es necesaria ninguna de estas prácticas. Cuando se planta para sombrío de cafetales es conveniente realizar una poda a una altura de 1,0 - 1,5 m aproximadamente tres meses antes de finalizar las lluvias para promover la presencia de rebrotes y follaje durante la época seca.

Crecimiento: el Cuadro 14 y la Figura 8 presentan los resultados de crecimiento de C. calothyrsus en algunos sitios de América Central. En general el mejor crecimiento se presentó en sitios de baja a mediana altitud (menos de 800 msnm) y menos de seis meses con déficit hídrico. En sitios con más de 800 msnm el crecimiento fue menor. La sobrevivencia fue variable y estuvo relacionada con las condiciones específicas de cada sitio. En sitios muy húmedos y con problemas de drenaje la sobrevivencia fue baja. En sitios secos o demasiado húmedos se ha observado muerte general a partir del segundo año.

La producción de leña y biomasa total es variable según los sitios y la densidad de plantación. Varía entre 3,3 tm/ha/año en plantaciones de 2,5 años y 2500 árboles/ha y 12,8 tm/ha/año en plantaciones de dos años y 5000 árboles/ha. En general debido a las características de la especie es necesario realizar el primer aprovechamiento entre los 12 y 24 meses cuando los árboles tengan un diámetro basal de por lo menos 5 cm y altura promedio de 5-6 m.

Rebrotes. Experiencias preliminares indican que la producción de leña se incrementa cuando se inicia la cosecha de los rebrotes. El Cuadro 15 presenta los resultados de aprovechamientos sucesivos en una plantación en La Libertad, Hojancha, Costa Rica a 2,0 m x 2,0 m (2500 árboles/ha), con semilla procedente de Indonesia.

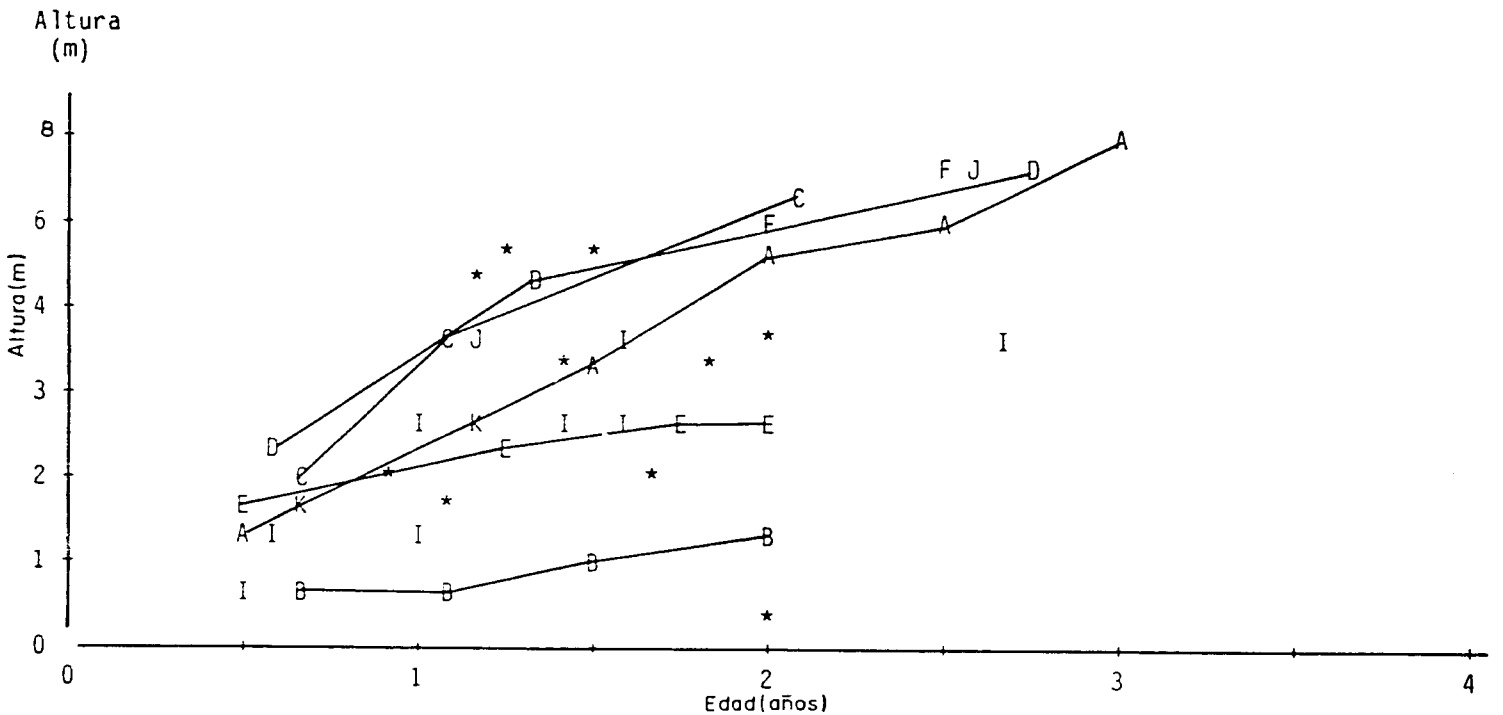


Figura 8. Crecimiento en altura de Calliandra calothyrsus en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Santa Clara	COS	150	160	26,0	2943	4	bmh-PT	Arcilloso	
B: La Garita	COS	172	840	22,8	1820	5	bh-PT	Arcilloso	
C: La Libertad	COS	3	430	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Ustorthent	Suelo bajo pastos
D: Pilangosta	COS	22	400	27,0	2223	5	bh-T	Typic Ustropept	Asocio inicial con maíz
E: Pilangosta	COS	33	400	27,0	2223	5	bh-T	Typic Ustropept	Compactado/ganado
F: Río Oro	COS	61	600	27,2	2305	5	bmh-PT	Typic Haplustalf	Asociado con café a 5 m x 5 m
G: Piedades Norte	COS	77	1080	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Asociado con café a 3 m x 3,5 m
H: Fila de Mora	COS	95	950	20,6	2611	5	bmh-PT	Ustic Tropohumult	Planta en seudoestaca
I: Deazúcar	NIC	32	70	27,7	1133	7	bs-T	Typic Pellustert	
J: San Pedro Sula	HON	22	50	26,0	1374	5	bh-S	Typic Ustropept	
K: Esc.Normal Azuero	PAN	14	16	27,6	1089	7	bs-T	Arcilloso	
*: Otros sitios									

Cuadro 14. **Crecimiento de Calliandra calothyrsus en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	Ejes/ árbol x̄	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA	Producción leña (tm/ha)
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	5	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	58		4,7	3,8			
Santa Rita	79	HON	50	25,4	1205	7	bh-S	Typic Eutropept	22	1,5 x 1,5	4 444	90	2,6	3,4	1,9	2,4 a/	1,3	
La Máquina	22	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	24	2,0 x 2,0	2 500	36		3,5	1,8	2,9 b/	1,5	
El Potrerón	19	HON	1180	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	43		0,3	0,2			
Río Abajo	18	HON	950	22,8	1101	6	bh-S		41	2,0 x 2,0	2 500	44		2,4	0,7	1,8 b/	0,5	
Palafox	29	GUA	242		3722	3	bmh-S		13	2,0 x 2,0	2 500	31		1,7	1,6			
San Gabriel	21	GUA	347	24,0	2654	6	bmh-S	Typic Tropaquept	18	2,0 x 2,0	2 500	53	4,2	4,6	3,1	3,4 a/	2,3	
Bulbuxya	28	GUA	506	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	100		4,3	3,7			
Est. Exp. Sébaco	33	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Ustifluvent	35	2,0 x 2,0	2 500	100		3,6	1,2	3,6 b/	1,2	
Loma Larga	12	PAN	25	27,1	1210	6	bs-T	Vertic Haplustalf	17	2,0 x 2,0	2 500	82		3,4	2,4			
Esc.Nor de Azuero	14	PAN	16	27,6	1089	7	bs-T	Arcilloso	24	2,0 x 2,0	2 500	100		2,5	1,3			
Deazúcar	32	NIC	70	27,7	1133	7	bs-T	Typic Pellustert	32	2,0 x 2,0	2 500	100		3,7	1,4	3,8 b/	1,4	
Piedades Sur	71	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	16	4,0 x 4,0	625	94	1,7	2,4	1,8	2,1	1,6 a/	
San Gerardo	20	COS	320	27,0	2223	5	bh-T	Arcilloso	19	4,0 x 4,0	625	89		3,8	2,4	3,0 b/	1,9	
Agua Caliente	44	HON	40	28,7	1381	6	bh-T		20	1,5 x 1,5	4 444	13		2,1	1,3	1,6 b/	1,0	
Pilangosta	33	COS	400	27,0	2223	5	bh-T	Typic Ustropept	24	1,0 x 3,0	3 333	86	1,8	2,8	1,4	1,9 a/	1,0	
La Garita	172	COS	840	22,8	1820	5	bh-PT	Arcilloso	24	2,0 x 2,0	2 500	23		1,2	0,6			
Piedades Norte	77	COS	1080	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	3,0 x 3,5	952	83		4,6	2,3	6,6 b/	3,3	
La Libertad	3	COS	430	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Ustorthent	25	2,0 x 2,0	2 500	86	2,5	5,4	2,6	4,1 b/	2,0	13 *
La Maravilla	1	COS	490	27,0	2223	5	bh-T	Arcilloso	27	2,0 x 2,0	2 500	95	2,6	5,0	2,2	3,6 b/	1,6	10 **
La Maravilla	1	COS	490	27,0	2223	5	bh-T	Arcilloso	27	2,0 x 2,0	2 500	95	2,7	5,1	2,2	3,7 b/	1,6	12 **
Río de Oro	61	COS	600	27,2	2305	5	bh-T	Typic Haplustalf	30	5,0 x 5,0	400	82	2,8	5,5	2,2	6,9 a/	2,8	
Pilangosta	22	COS	400	27,0	2223	5	bh-T	Typic Ustropept	33	1,0 x 3,0	3 333	90	2,3	5,7	2,1	3,8 a/	1,4	
Santa Clara	150	COS	160	26,0	2943	4	bh-T	Arcilloso	36	2,0 x 2,0	2 500	25	4,0	6,1	2,0	4,8 a/	1,6	
Junquillo Abajo	119	COS	1110	20,6	2471	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	16	2,0 x 2,0	2 500	88		0,6	0,5			
Fila de Mora	95	COS	950	20,6	2611	5	bmh-PT	Ustic Tropohumult	17	2,0 x 2,0	2 500	96		2,8	2,0			

* Peso seco
** Peso verde

a/ Promedio de todos los ejes
b/ Promedio del eje principal

Cuadro 15. **Producción de leña y biomasa aérea total de Calliandra calothyrsus en aprovechamientos a diferentes edades en La Libertad, Hojancha (3), Costa Rica 1/**

Edad (meses) plantación	rebrotes	Sobrevivencia de tocones (%)	Rebrotes/ planta	Altura (m)	dap* (cm)	Producción** Leña	Biomasa total
25		90	2,5	5,4	4,1	12,5	18,2
39	14	84	4,6	4,6	2,9	13,8	20,3
44	19	80	4,3	4,6	2,9	11,3	14,1
49	24	72	3,6	6,0	3,3	14,4	21,9

1/ Cifras entre paréntesis antes del país indican el número del ensayo o parcela en el país.

* diámetro promedio de los ejes
** Peso seco al horno (80°C)

Altitud 430 msnm; IMA 27,0°C; PMA 2223 mm; cinco meses con déficit hídrico, bosque húmedo Tropical; suelo Vertic Ustorthent

Los resultados indican que la sobrevivencia de los tocones disminuye con el transcurso del tiempo, aunque esto no incide significativamente en la producción de biomasa. El número promedio de rebrotes disminuye con la edad de los tocones, aunque en promedio hay más de tres ejes por tocón. La producción de leña y biomasa total proveniente de los rebrotes es mayor que la producida por la plantación original. En términos de productividad por hectárea y año, la primera rotación de rebrotes duplicó la producción de la plantación original mientras que las rotaciones de rebrotes fueron un poco mayores en cuanto a productividad: plantación original 8,7 tm/ha/año; rotación de rebrotes de 14 meses 17,4 tm/ha/año; rotación de rebrotes de 19 meses 8,9 tm/ha/año y rotación de rebrotes de 24 meses 10,9 tm/ha/ año. Las diferencias en productividad pueden explicarse parcialmente por diferencias entre los sitios y en el caso de 19 meses a que solo abarca una estación de lluvias. Bajo estas condiciones no parece necesaria la selección de rebrotes, teniendo en cuenta el costo de esta operación y que en general se va a obtener leña de dimensiones pequeñas. Los resultados también parecen sugerir la necesidad de usar rotaciones cortas, posiblemente anuales o, dependiendo del tamaño del producto deseado, de mayor duración, para asegurar la sobrevivencia de los tocones por un período prolongado.

La abundante producción de hojarasca producida por esta especie y adicionada al mantillo permite pensar en la posibilidad de realizar cultivos agrícolas de turno corto (maíz, frijol u otros) inmediatamente después de la cosecha de los rebrotes, intercalándolos dentro de la plantación aprovechando las adiciones de nitrógeno producidas por la hojarasca y contribuyendo al mismo tiempo al control de malezas.

Procedencias. Experiencias realizadas en Costa Rica y Guatemala indican diferencias de producción de leña y biomasa total entre procedencias. El Cuadro 16 presenta los datos de producción de cinco procedencias en cuatro sitios de América Central.

Cuadro 16. **Crecimiento y rendimiento en la primera rotación de cinco procedencias de Calliandra calothyrsus en cuatro sitios de América Central**

Sitio		Procedencia	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobre-vivencia (%)	Altura (m)	Diámetro basal (cm)	PRODUCCION* (tm/ha) Leña total	Leña IMA	Biomasa total
Florencia Sur	73 COS	Hojancha, COS	26	2,0 x 1,0	5 000	96	6,0	7,1	27,7	12,7	39,1
		Salitrales, COS	26	2,0 x 1,0	5 000	96	5,3	6,9	24,8	11,4	36,1
		Birrí, COS	26	2,0 x 1,0	5 000	98	4,7	6,4	-	-	-
		Tejar, COS	26	2,0 x 1,0	5 000	93	5,1	6,6	-	-	-
		La Ceiba, COS	26	2,0 x 1,0	5 000	100	5,0	6,8	-	-	-
Cuesta Blanca	73 COS	Hojancha, COS	23	2,0 x 1,0	5 000	83	5,4	7,0	22,8	11,9	27,9
		Salitrales, COS	23	2,0 x 1,0	5 000	91	5,1	6,5	26,3	13,7	34,1
		Birrí, COS	23	2,0 x 1,0	5 000	93	4,3	4,2	17,1	8,9	24,8
		Tejar, COS	23	2,0 x 1,0	5 000	74	4,5	5,0	17,5	9,1	24,2
		La Ceiba, COS	23	2,0 x 1,0	5 000	94	4,4	6,7	18,2	9,5	25,8
Piedades Sur	73 COS	Hojancha, COS	11	1,5 x 1,5	4 440	98	1,0	1,6	-	-	-
		Salitrales, COS	11	1,5 x 1,5	4 440	100	1,0	1,9	-	-	-
		Birrí, COS	11	1,5 x 1,5	4 440	100	0,8	1,7	-	-	-
		Tejar, COS	11	1,5 x 1,5	4 440	98	0,9	1,6	-	-	-
		La Ceiba, COS	11	1,5 x 1,5	4 440	100	1,0	1,8	-	-	-
La Máquina	78 GUA	Hojancha, COS	12	2,0 x 1,0	5 000	96	2,0	3,1	5,1	5,1	13,2
		Birrí, COS	12	2,0 x 1,0	5 000	92	2,3	4,5	6,9	6,9	17,5
		Tejar, COS	12	2,0 x 1,0	5 000	85	2,1	2,4	4,6	4,6	9,9

* Peso seco al horno (80°C)

Florencia Sur: Altitud 630 msnm; TMA 21,7°C; PMA 2637 mm; un mes con déficit hídrico; bosque muy húmedo Premontano Tropical; suelo: Oxic Dystrandept

Cuesta Blanca: Altitud 420 msnm; TMA 24,6°C; PMA 2219 mm; cinco meses con déficit hídrico; bosque húmedo Tropical; suelo: Typic Pellustert

Piedades Sur: Altitud 1230 msnm; TMA 20,1°C; PMA 3433 mm; cuatro meses con déficit hídrico; bosque muy húmedo Premontano Tropical; suelo: Ustoxic Dystrandept

La Máquina: Altitud 46 msnm; TMA 27°C; PMA 1860 mm; seis meses con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano Subtropical; suelo: Typic Pellustert

Los resultados permiten deducir que las procedencias de Hojancha, Costa Rica (ex Indonesia, ex Guatemala) y Salitrales, Costa Rica permitieron obtener las productividades mayores en los sitios más adecuados para la producción de C. calothyrsus. La procedencia de Birrí presentó buena productividad en Hojancha, y fue superior a las procedencias de Hojancha y Tejar en el sitio La Máquina, mientras que en Turrialba presentó mal desarrollo. Es notorio que en Hojancha y La Máquina hay una estación seca marcada de cinco o más meses mientras que en Turrialba sólo hay un mes con déficit hídrico. En este último sitio la productividad fue notablemente superior que en los otros dos. En Purral (zona a 1230 msnm) el crecimiento al cabo de once meses fue muy bajo.

Factores limitantes

Como la mayoría de las especies forestales el crecimiento se ve limitado por suelos compactados y fracasa en suelos mal drenados. Requiere control de malezas mientras cierra las copas. En sitios con cinco o más meses con déficit hídrico se presenta muerte descendente al final de la época seca.

Cassia siamea

Nombre científico: Cassia siamea Lam.

Familia: Leguminosae (Caesalpinioideae)

Nombres comunes: Casia, Acacia, Acacia de flores amarillas, Casia amarilla, Flor amarilla

Características sobresalientes

Es un árbol de rápido crecimiento cuya madera es utilizada como leña de buena calidad y para la producción de carbón. Crece bien en diversos tipos de clima, desde subhúmedos hasta húmedos y en un rango relativamente amplio de suelos, siempre que el drenaje no esté impedido por compactación u otros factores.

Distribución

Especie nativa del sureste asiático, desde el sur de la India y Sri Lanka, hasta Burma, Tailandia y Malasia; ha sido introducida en casi todos los países tropicales del mundo y se utiliza ampliamente en plantaciones para producción de leña y postes en Africa. Se le conoce en las Indias Occidentales y desde Guatemala hasta el norte de América del Sur. En Colombia es uno de los árboles más utilizados como ornamental en las zonas bajas cálidas y relativamente secas (bosque seco Tropical) del valle del Magdalena y la costa atlántica, donde se le conoce con el nombre de "Acacia amarilla". También en América Central se le utiliza como ornamental y en programas de reforestación, a escala experimental, en las zonas subhúmedas.

Descripción de la especie

Cassia siamea es una especie siempreverde de tamaño mediano que puede alcanzar alturas de 18-20 m y diámetros de 30 cm o más. El tronco es limpio y de forma variable, desde recta a ligeramente torcida o curvada, la copa es densa, redondeada o irregular y muy amplia cuando dispone de espacios abiertos para crecer.

El fuste es cilíndrico, de base recta, con corteza gris o ligeramente café, lisa en árboles jóvenes y ligeramente fisurada en árboles adultos; corteza viva ligeramente oscura, sin sabor especial. Las ramitas jóvenes son finamente pubescentes. En terrenos sin impedimentos desarrolla un sistema radicular profundo con una raíz principal fuerte. En terrenos con capas endurecidas desarrolla un sistema radicular superficial, lo que la hace susceptible a la competencia por humedad.

Las hojas son alternas, paripinadas, con 6 a 15 pares de hojuelas oblongas, verde brillantes, redondeadas en los extremos, con un pequeño pelo a manera de mucra en el extremo externo; con bordes lisos, delgados. La superficie es glabra en el haz y finamente pubescente en el envés.

Inflorescencia en panículas terminales grandes al final de las ramillas, con numerosas flores amarillas. Los frutos son legumbres, agrupados en racimos densos. Las legumbres son alargadas y delgadas de 5-25 cm de longitud, 12-15 mm de ancho, café oscuro, dehiscentes. Cada legumbre contiene hasta 25 semillas.

Las semillas son delgadas, ovaladas, café oscuras, brillantes. El número de semillas por kg varía entre 30 000 y 38 000.

Usos

Leña: esta especie se plantó intensamente en Africa a principios del siglo XX para ser usada como leña. Produce leña de alto poder calorífico pero con mucho humo. Puede ser utilizada para la fabricació de carbón de excelente calidad.

La madera es fácil de rajar y seca rápidamente. Puede almacenarse al aire, aunque se debe controlar los ataques de termites.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es dura y de un peso específico alto (0,6-0,8 g/cm^3), puede utilizarse para construcción, postes de conducción telegráfica y postes de cercas. El duramen, de color oscuro, produce una madera atractiva para ebanistería, tornería y puntales de mina. Aparentemente no puede usarse para pulpa.

Otros usos: las hojas posiblemente pueden usarse como forraje, pero parecen ser tóxicas para cerdos. La corteza puede usarse para la obtención de taninos. La especie se utiliza en la producción de miel, sombrío de calles y hogares y como ornamental. Puede usarse como sombrío para café y cacao y como sombra para ganado, asociado con pastos o como árboles aislados.

Por ser una especie siempreverde puede utilizarse como excelente barrera rompevientos. También se usa como barrera viva para control de erosión y en las riberas de canales y ríos y en colinas denudadas.

Requerimientos ambientales

Temperatura: especie propia de climas tropicales cálidos sin heladas. En América Central se le ha cultivado en lugares con temperaturas medias entre 24 y 28°C.

Precipitación: en lugares de hasta 500 mm de precipitación su crecimiento no se extiende más allá del tercer año si las raíces no tienen acceso a las capas de humedad del suelo. Generalmente crece en lugares con precipitaciones de 1000 mm o más con un período seco de seis meses (ocho meses secos en algu-

nos casos). En América Central se le ha cultivado con buenas perspectivas en zonas con precipitaciones entre 500 y 1800 mm.

Altitud: normalmente es plantado en tierras bajas aunque excepcionalmente se le puede encontrar hasta 1500 msnm. El rango altitudinal comúnmente utilizado en América Central es de 0 a 1000 m, y los mejores crecimientos se han presentado abajo de 500 msnm.

Suelos: requiere suelos sueltos, arenosos o franco arenosos, profundos, con buen drenaje, relativamente ricos en nutrimentos. Puede soportar suelos endurecidos (lateríticos) o calizos siempre que no afecten el drenaje.

Vientos: resiste bien los vientos por lo que se usa en barreras rompevientos.

Silvicultura

Regeneración natural

La abundante producción de semilla y la germinación fácil y rápida permitirían la producción de brinzales en las áreas donde se encuentren rodales de la especie. Sin embargo, este aspecto no se ha observado en América Central. Es necesario tomar en cuenta la susceptibilidad a las malezas.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En América Central la época de floración es a finales de la época de lluvias y la recolección de semillas se puede realizar entre diciembre y abril, con pequeñas variaciones entre sitios, cuando las legumbres tienen un color amarillento. Las legumbres se secan al sol y las semillas se almacenan en recipientes sellados en lugares secos, frescos y ventilados.

Producción en vivero. Las semillas frescas no requieren tratamiento de presiembra. Semillas almacenadas por largo tiempo requieren escarificación: se sumerge en agua caliente (80°C) hasta enfriar (ambiente) por 24 horas o escarificación mecánica. Las plántulas pueden producirse en germinadores de arena, para posterior repique, o sembrar directamente en bolsas, colocando 2-3 semillas/bolsa, o en bancales para la producción de plantas a raíz desnuda o seudoestacas.

El tiempo de germinación varía entre 5-12 días. Las plántulas deben permanecer en vivero 14-16 semanas, cuando se produce planta en bolsa. Para producción de seudoestacas se requieren períodos de hasta un año.

Siembra directa. Se puede sembrar directamente en el campo, pero es necesario el control contínuo de malezas.

Plantación. El suelo debe prepararse adecuadamente, especialmente en cuanto a control de malezas. Se han utilizado diferentes densidades de plantación siendo una de las más populares 2500 arb/ha con distancias de 2 m x 2 m. Altas densidades iniciales aseguran un pronto control de malezas por el

desarrollo de una copa densa, sin embargo, esto implica raleos a corta edad. En ornamentación se han utilizado mayores distancias. Los árboles deben protegerse del pastoreo durante las primeras etapas de crecimiento, ya que el follaje es muy apetecido por cerdos, cabras y aun vacunos.

Crecimiento y manejo. En América Central se dispone de poca información sobre densidades de plantación y distancias óptimas, control de malezas, fertilización, prácticas de manejo o plantación, podas, raleos y prácticas de manejo de rebrotes.

Aunque la especie puede crecer bien, las exigencias en cuanto a suelos (textura liviana y buen drenaje) y disponibilidad de humedad la han hecho perder terreno frente a otras especies que crecen igual o mejor en las condiciones donde C. siamea se desarrolla bien.

El Cuadro 17 y la Figura 9 presentan los resultados de crecimiento obtenidos en algunos lugares de América Central. La sobrevivencia es algo baja en la mayoría de los sitios posiblemente debido a las condiciones del sitio, tipo de suelo y/o la manipulación de las plántulas y el control de las malezas. La altura sobre el nivel del mar combinada con condiciones locales (suelos con mal drenaje) parecen ser factores limitantes del crecimiento. Igualmente, condiciones de baja precipitación y suelos compactados o con impedimentos para la penetración de raíces (Palo Amontonado y Pila Angosta) o muy permeables (Tierra Blanca) limitan el crecimiento. En general en buenos sitios la especie presenta un crecimiento inicial rápido (Hojancna).

Factores limitantes

Hasta ahora los principales factores limitantes parecen ser la disponibilidad de agua y las condiciones físicas del suelo. No se ha reportado daños por insectos o enfermedades.

Cuadro 17. **Crecimiento de Cassia siamea en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobrevivencia (%)	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA
Palo Amontonado	56	GUA	517	24,0	470	11	me-S	Typic Eutropept	5	2,0 x 2,0	2 500	88	0,4			
Tierra Blanca	58	GUA	517	24,0	470	11	me-S	Typic Quartzipsamment	6	2,0 x 2,0	2 500	81	0,2			
Santa Rita	31	GUA	300	27,0	574	11	bs-S	Typic Ustorthent	13	2,0 x 2,6	2 500	57	0,9	0,8		
Morazán	57	GUA	450	25,6	574	8	bs-S	Lithic Ustorthent	21	2,0 x 2,0	2 500	100	4,0	2,3	3,9	2,2
Talanga	47	HON	850	22,3	1400	5	bh-S	Typic Hapludalf	20	1,6 x 1,5	4 444	33	1,4	0,8		
Zamorano	43	HON	830	22,3	1110	6	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	52	2,2	0,8	2,2	0,8
Bulbuxya	28	GUA	506	24,0	4560	4	bp+S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	22	1,4	1,2		
Sébaco	176	NIC	480	25,7	889	9	bms-T		21	2,0 x 2,0	2 500	22	2,1	1,2		
León	25	NIC	110	27,4	1559	6	bs-T		6	2,0 x 2,0	2 500	56	0,3			
Mateare Uca	65	NIC	100	28,4	1261	6	bs-T		6	2,0 x 2,0	2 500	59	0,4			
San Fco. Libre	79	NIC	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	6	2,0 x 2,0	2 500	75	0,4			
Mateare Uca	27	NIC	100	28,4	1261	6	bs-T		7	2,0 x 2,0	2 500	12	0,4			
Deazúcar	51	NIC	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	29	1,6 x 2,0	3 125	78	4,7	1,9	5,4	2,2
Deazúcar	32	NIC	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	32	2,0 x 2,0	2 500	67	5,7	2,1	6,5	2,4
El Gurú	26	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T	Udic Argiustoll	33	2,0 x 2,0	2 500	44	6,0	2,1	6,0	2,1
La Garita	172	COS	840	22,8	1820	4	bh-PT	Arcilloso	18	2,0 x 2,0	2 500	16	0,6			
Hojancha	11	COS	310	27,0	2223	5	bh-T	Typic Haplustalf	42	2,0 x 2,0	2 500	86	9,2	2,6	6,6	1,9
Pilangosta	6	COS	390	27,0	2223	5	bh-PT	Paralithic Haplustoll	43	2,0 x 2,0	2 500	84	4,8	1,3	3,9	1,0

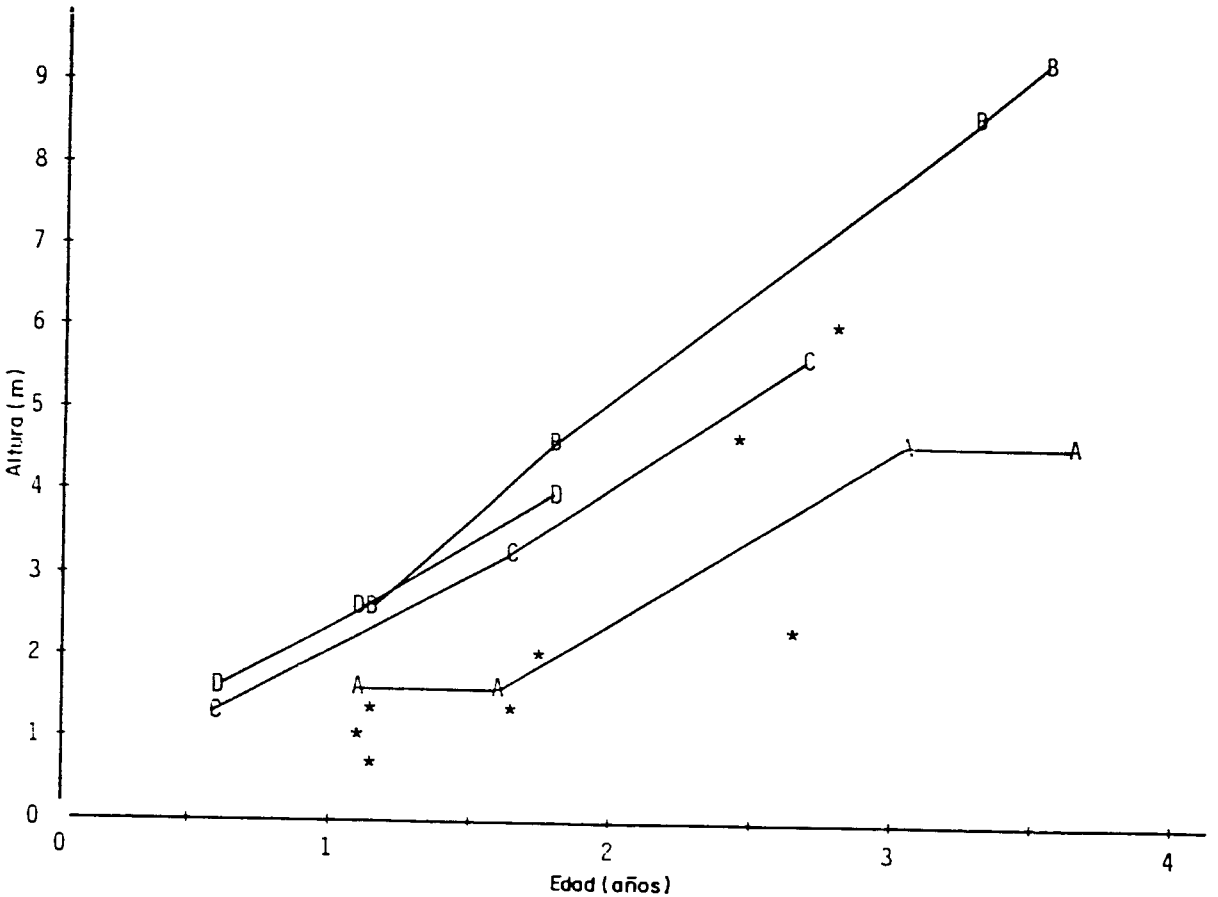


Figura 9. Crecimiento de Cassia siamea en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Pilangosta	COS	6	390	27,0	2223	5	bh-T	Paralithic Haplustalf	Suelo bajo pastos
B: Hojancha	COS	11	310	27,0	2223	5	bh-T	Typic Haplustalf	Uso agrícola anterior
C: Deazúcar	NIC	32	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	Uso agrícola anterior
D: Morazán	GUA	57	450	25,6	574	8	bs-S	Lithic Ustorthent	Suelo anteriormente bajo bosque sec.
*: otros sitios									

Casuarina cunninghamiana

Nombre científico: Casuarina cunninghamiana Miq.

Familia: Casuarinaceae

Nombre común: Casuarina

Características sobresalientes

Es una de las especies de casuarina de mayor porte, caracterizada por ramillas muy delgadas y cortas, de frutos pequeños y redondeados (con apariencia de conos). Es de crecimiento rápido, resistente a la sequía, a las heladas y a inundaciones periódicas. Propia para plantación en zonas altas tropicales y para control de erosión en riberas de ríos. La madera produce leña de excelente calidad.

Distribución

La especie es nativa del este y norte de Australia, desde el norte de Queensland y el Territorio del Norte (latitud 12°S) hasta el sur de Nueva Gales del Sur (latitud 37°S), generalmente a lo largo de los cursos de ríos y riachuelos de agua dulce, a ambos lados de la Gran Cordillera Australiana. Se ha introducido en las regiones tropicales y subtropicales de América del Sur, sur de los Estados Unidos, Africa del Sur y Hawaii.

Descripción de la especie

Es un árbol siempreverde de tamaño mediano a alto que puede alcanzar de 25 a 35 m de altura y 0,5 a 1,5 m de diámetro, de base ensanchada y sistema radicular poco profundo y bastante amplio. Fuste recto, con numerosas ramas curvadas hacia abajo que forman una copa irregular y poco densa, corteza gris oscura, fisurada y persistente, ramillas delgadas similares a alambres, de 8 a 18 cm de longitud, con seis a ocho aristas laterales muy finas que terminan en igual número de hojitas escamosas semejantes a dientes. Inflorescencias masculinas y femeninas en racimos, poco conspicuas, en árboles separados. Frutos múltiples en conos pequeños ligeramente redondeados; cada fruto individual aloja una semilla pequeña y alada. Dependiendo de la procedencia hay entre 500 000 y 1 500 000 semillas/kg.

La madera de la albura es blanca y la del duramen pardo rojiza con radios anchos, sufre encogimiento durante el secado. No es durable en contacto con el suelo.

Usos

Leña: produce leña de excelente calidad que quema bien y se puede utilizar en hornos de panaderías debido a que las cenizas retienen el calor por largo tiempo. La madera de C. cunninghamiana tiene mayor poder calórico que la de C. equisetifolia. El valor calórico es de aproximadamente 20 000 kJ/kg (4770 kcal/kg).

Madera de uso comercial y familiar: la madera es moderadamente pesada (0,58 g/cm^3), utilizable en ebanistería, tornería, paneles de madera, tonelería y mangos de herramientas y yugos para bueyes.

Otros usos: se puede utilizar en la formación de cercos o setos vivos. Por su sistema radicular extenso se le utiliza en el control de erosión en los bancos de ríos. Aunque de poco valor alimenticio, las ramillas son utilizadas como forraje para ganado ovino y bovino. Las plántulas jóvenes deben protegerse del ramoneo. Se emplea en la formación de cortinas rompevientos y barreras vivas.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en el área de distribución natural la temperatura promedio máxima del mes más caliente varía entre 25° - 40°C y el promedio mínimo entre 0° - 15°C; la temperatura promedio anual varía entre 13° y 27°C. Puede soportar hasta 50 heladas por año.

Precipitación: la precipitación varía entre 500 y 1500 mm anuales pero debido a que crece cerca a cursos de agua, la precipitación sola no es indicativa de la humedad disponible. En América Central se ha plantado en sitios con precipitación entre 900 y 2800 mm.

Altitud: en condiciones naturales crece desde el nivel del mar hasta 1000 msnm. Se le ha plantado hasta 2200 msnm. En América Central se le ha plantado entre 700 y 1200 msnm.

Suelos: variado, desde suelos limosos de aluvión, hasta suelos gravillosos incluyendo suelos pobres y sitios erodados. Cuando se localiza a la orilla de los ríos las raíces tienen acceso a las aguas corrientes o a nacimientos de la misma.

Silvicultura

Regeneración natural

En rodales naturales es abundante. También produce gran cantidad de brotes provenientes de raíces. En América Central no se dispone de experiencias al respecto.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. Aunque existe poca experiencia, la producción de frutos se inicia a temprana edad. En algunas zonas de América Central la época de colección de semillas se extiende entre finales de marzo y mayo, similar a C. equisetifolia.

Producción en vivero. La viabilidad y porcentaje de germinación es variable según la procedencia. Semilla fresca puede germinar sin tratamiento previo hasta en un 70 por ciento. El período de germinación es de aproximadamente siete a quince días y requiere 15 a 18 semanas para llegar a 30 cm o más. Se produce en bolsas de polietileno controlando cuidadosamente los ataques de hormigas defoliadoras.

Plantación. Como en otros árboles, es necesario controlar las malezas y la presencia de hormigas defoliadoras (Atta spp) que cortan totalmente las ramitas.

Crecimiento y manejo. El Cuadro 18 presenta los resultados de crecimiento en algunos sitios de América Central y la Figura 10 indica la tendencia de crecimiento de la especie en algunos sitios específicos. Los resultados indican en general una sobrevivencia aceptable, aunque el crecimiento es variable. El mejor crecimiento se presentó en sitios arriba de 1000 msnm, más de 1900 mm anuales, en suelos poco compactados por sobrepastoreo y con humedad ambiental disponible en forma de neblina durante buena parte del año (casos de Piedades Norte y Piedades Sur, Costa Rica).

Factores limitantes

Los principales factores limitantes para el desarrollo de la especie son presencia de malezas en las etapas iniciales de crecimiento, suelos muy compactados o con poca humedad disponible durante parte del año y ataques de hormigas defoliadoras (Atta spp).

Cuadro 18. **Crecimiento de Casuarina cunninghamiana en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA
La Ermita	48	HON	780	23,1	938	8	bs-S	Entic Dystrandept	16	1,5 x 1,5	4 444	79	1,3	1,0		
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	5	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	67	0,7	0,6		
Valle Arriba	61	HON	820	22,3	1083	8	bh-S	Typic Ustipsamment	19	2,0 x 2,5	2 000	96	2,3	1,4	1,7	1,1
Talanga	47	HON	850	22,3	1083	7	bh-S	Typic Hapludalf	20	1,5 x 1,5	4 444	33	2,6	1,6		
Piedades Sur	70	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	18	2,0 x 2,0	2 500	96	1,5	1,0		
Piedades Sur	71	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	19	2,0 x 2,0	2 500	100	1,8	1,1	0,9	0,6
Piedades Norte	55	COS	1060	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	2,2		88	3,3	1,7	2,1	1,1
Piedades Norte	43	COS	1100	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	1,0 x 2,0	5 000	96	3,4	1,7	2,9	1,5
Piedades Norte	79	COS	1100	21,7	1926	5	bh-PT		32	2,0 x 2,0	2 500	98	6,1	2,3	6,7	2,5
Junquillo Abajo	119	COS	1110	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	16	2,0 x 2,0	2 500	88	0,8	0,6		
Palmichal	98	COS	1200	20,7	2800	4	bmh-PT	Lithic Ustorthent	18	2,0 x 2,0	2 500	68	1,1	0,7		
Barbacoas	96	COS	1010	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	19	2,0 x 2,0	2 500	47	2,8	1,8		

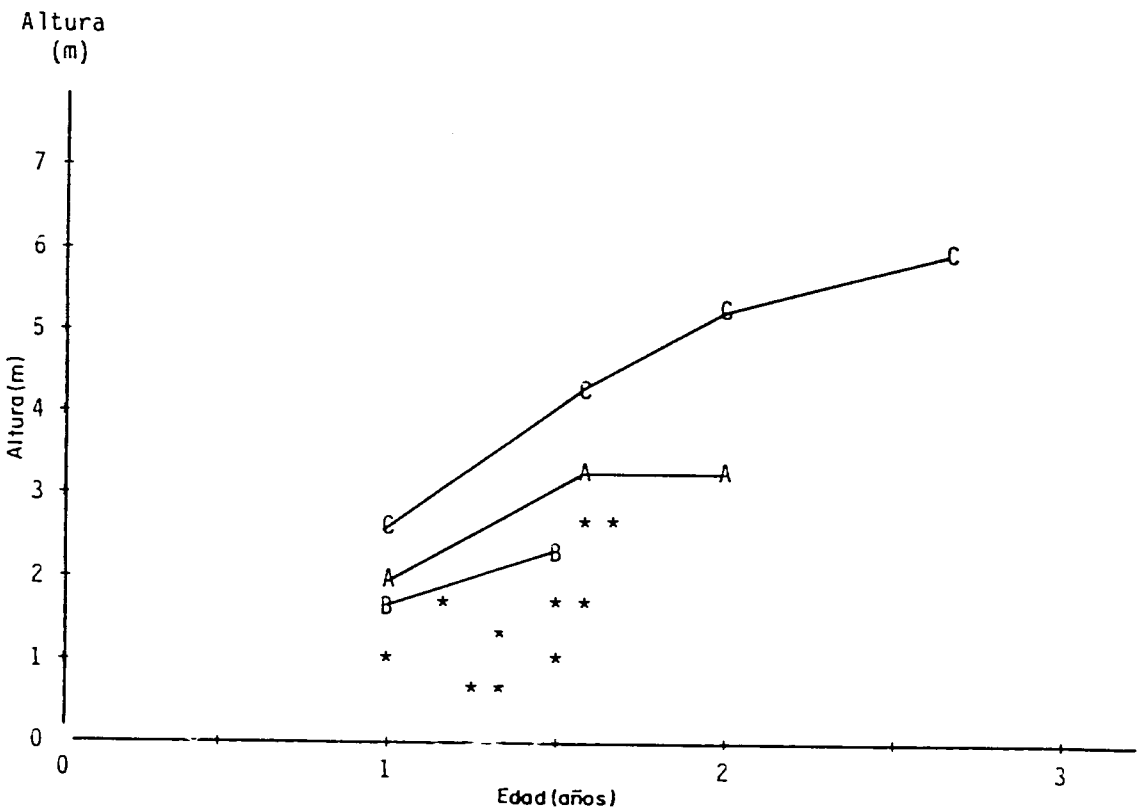


Figura 10. Crecimiento en altura de Casuarina cunninghamiana en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Piedades Norte	COS	43	1100	21,7	1926	5	bn-PT	Ustic Dystrandept	Uso anterior pastos
B: Piedades Norte	COS	55	1100	21,7	1926	5	bn-PT	Ustic Dystrandept	Uso agrícola
C: Piedades Norte	COS	79	1100	21,7	1926	5	bh-PT	---	Asocio inicial con Cordyline terminales
*: otros sitios									

Casuarina equisetifolia

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

Familia: Casuarinaceae

Sinónimos: Casuarina litorea L. Casuarina littoralis Salisb.

Nombres comunes: en América Central el nombre comúnmente utilizado es casuarina. En otros sitios se le denomina pino australiano, pino de Australia.

Características sobresalientes

Es la especie más y mejor conocida del género Casuarina y con la más amplia distribución y naturalización en zonas tropicales y subtropicales. En América Central se le ha confundido mucho con C. cunninghamiana. Es un árbol robusto de porte mediano a grande, crecimiento medianamente rápido, usualmente de vida larga y con apariencia de conífera. Crece bien en zonas cálidas y de altas temperaturas. Se establece bien en suelos moderadamente pobres, arenosos. Se le ha empleado para la estabilización de dunas. Resiste salinidad atmosférica, vientos, sequía y un amplio rango de suelos, excepto pesados y compactados. A pesar de no ser leguminosa tiene capacidad de formar nódulos radiculares que fijan el nitrógeno de la atmósfera. La madera es de excelente calidad como combustible.

Distribución

Esta especie es nativa de las costas tropicales desde Bangladesh, Burma y las Islas de Andaman hasta Indonesia, Filipinas y algunas islas del Pacífico y el norte y este de Australia (Queensland y Nueva Gales del Sur). Se ha introducido en la mayoría de las zonas tropicales y subtropicales. Se le planta ampliamente en América Latina desde México hasta Brasil y Argentina.

Descripción de la especie

Es un árbol siempreverde de fuste recto y tamaño mediano a grande, de 15-30 m de altura o más y diámetro entre 20-50 cm o más, con ramillas delgadas aciculares que lo asemejan a pinos, de copa delgada que se hace ancha con la edad.

La corteza es de color gris-marrón claro, lisa cuando los fustes son jóvenes luego se hace rugosa, gruesa, fisurada y se desprende en hojuelas delgadas y alargadas cuando adulto; corteza interna rojiza, picante o astringente.

Las ramillas colgantes son generalmente de 23-38 cm de longitud y 1 mm de diámetro, de color verde oscuro a pálido, con seis a ocho líneas laterales que finalizan en hojas escamosas en las uniones y desaparecen gradualmente. Las hojas escamosas, como pequeños dientes, son de menos de un milímetro de largo, colocadas en anillos en los nudos, seis a ocho por nudo, separados 6-10 mm entre cada uno.

Racimos florales poco conspicuos, de color ligeramente marrón. Las flores masculinas y femeninas se encuentran generalmente en el mismo árbol (monoico): los racimos delgados de flores (amentos) masculinas al final de las ramillas, y los racimos de flores femeninas en cabezuelas de pedicelo corto, las cuales consisten de un pistilo, con ovario de pequeñas dimensiones, un estilo muy corto y dos estigmas alargados, como hilos, de color rojo oscuro. Frutos compuestos en forma de pequeños conos o piñas redondeadas de 13-20 mm de diámetro, más alargados que anchos, ligeramente cilíndricos. Cada fruto individual se abre en dos partes para liberar pequeñas semillas aladas de 6 mm de longitud. Hay aproximadamente 650 000 a 900 000 semillas/kg.

La madera de la albura es rosada a marrón claro y la madera del duramen marrón oscuro. La madera es de grano recto y textura fina. Raja fácilmente cuando seca. Es muy susceptible al ataque de termites de madera seca.

Usos

Leña: la madera de C. equisetifolia ha sido llamada "la mejor leña del mundo" por la gran cantidad de calor que libera al arder con producción de poca ceniza. Tiene un poder calorífico de 20 700 kJ/kg (4500 kcal/kg) y produce carbón de excepcional calidad (30 000 kJ/kg). La madera ha sido utilizada en forma directa como combustible de locomotoras. La madera arde fácilmente, aún verde y las cenizas retienen el calor por un período largo.

Madera de uso comercial y familiar: la madera se raja fácilmente, aunque es fuerte, pesada (0,8 a 0,95 g/cm^3) y muy resistente. Se utiliza en postes y vigas de construcción, postes de conducción eléctrica o telefónica, puntales de minas y remos. Los postes son de gran durabilidad en construcciones marinas (sumergidos en agua salada). La madera se usa para fabricación de pulpa por el proceso semiquímico de sulfito neutro. También se utiliza en armazones para techos, mangos de herramientas, yugos y ruedas de carretas.

Otros usos: la corteza se usa para la obtención de taninos (contenido 6-8% de taninos) y el follaje es utilizado como forraje cuando no hay disponible ningún otro material verde. La especie se utiliza con propósitos ornamentales en muchos países tropicales. Debido a que tolera la salinidad y puede crecer y reproducirse en arenas, C. equisetifolia se ha utilizado para control de erosión en costas, estuarios, márgenes de ríos y arroyos. Por tener abundantes ramitas flexibles puede absorber gran cantidad de energía eólica por lo que se utiliza como cortina rompevientos. Por la capacidad para fijar nitrógeno del aire se le puede utilizar para restaurar terrenos erodados. También se utiliza como cercos o setos vivos.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en forma natural crece en zonas cálidas tropicales y subtropicales con temperaturas medias entre 10°C y 33°C, pero se adapta a una gama amplia de temperaturas. Resiste muy pocas (1-3) heladas al año.

Precipitación: en su habitat natural la precipitación varía entre 700-2000 mm, especialmente entre 1000 y 1500 mm, con una estación seca de 6-8 meses. Se ha introducido en lugares con precipitaciones desde 200 a 5000 mm. En América Central se le ha plantado en sitios con precipitaciones de 900 a 2800 mm anuales.

Altitud: aunque en Australia se le encuentra desde el nivel del mar hasta 100 m de altitud, en las regiones tropicales se le ha plantado hasta aproximadamente 2500 msnm; en América Central se le ha plantado hasta aproximadamente 1600 msnm.

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

Salinidad: acepta salinidad en el suelo y en el aire.

Vientos: resiste los vientos.

Silvicultura

Regeneración natural

La regeneración natural es factible siempre que no haya mucha competencia de malezas también se puede reproducir por rebrotes (chupones) de raíz. La especie rebrota de cepa en forma limitada y sólo en las primeras etapas de vida (1-3 años).

Regeneración artificial

Recolección de semillas. No existe mucha experiencia sobre las formas y época de recolección de semillas, aunque se toman cuidados similares a aquellas para la recolección de semillas de ciprés. En América Central el período de producción de semillas es aproximadamente entre finales de marzo y finales de mayo.

Producción en vivero. Se ha observado una viabilidad de aproximadamente 50 por ciento para semillas de hasta dos años de edad. En Australia se indica como temperatura para germinación 30°C y un período de germinación de cuatro a 22 días. En Costa Rica se encontró para semilla colectada localmente, un

período de germinación de siete días con 40-50 por ciento de germinación. Necesita 15 semanas para llegar a 30-40 cm de altura y estar lista para plantación. A los 15 días de germinadas las plantitas se transplantan (repique) a bolsas, controlando la presencia de hormigas defoliadoras y hongos.

Plantación. La preparación del terreno incluye control de malezas y es similar a la necesaria para otros árboles forestales. En Nicaragua, en Vertisoles se mejoró notablemente la sobrevivencia al arar la tierra antes de la plantación. Es necesario controlar las malezas durante las primeras etapas de crecimiento, así como la presencia de hormigas defoliadoras (Atta spp) que cortan las ramitas.

Crecimiento y manejo. El Cuadro 19 presenta los datos de crecimiento en parcelas individuales de la especie establecidas en diferentes sitios de América Central. El análisis de los mismos muestra un crecimiento que varía entre sitios. La compactación en suelos sobrepastoreados no permite un buen desarrollo de la especie. No existen suficientes experiencias que permitan obtener conclusiones más precisas sobre el comportamiento; sin embargo, en suelos sueltos, poco compactados, aunque con presencia de piedras, la especie se ha desarrollado bien, como en La Conora, Guatemala. No crece y muere en forma rápida en suelos pesados (arcillosos) con drenaje deficiente. La Figura 11 presenta la tendencia del crecimiento de la altura en algunos sitios seleccionados.

En el área centroamericana no se han realizado prácticas de inoculación con Frankia sp.

Factores limitantes

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

Cuadro 19. **Crecimiento de Casuarina equisetifolia en algunos sitios de América Central**

Sitio	Pa		Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdriuge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Supervivencia (%)	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA
La Ermita	48	HON	760	23,1	938	8	bs-S	Entic Dystrandept	28	1,5 x 1,5	4 444	83	1,5	0,6		
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	5	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	36	0,3	0,2		
El Potrerón	19	HON	1180	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	33	7,4	3,7		
Conora. Jutiapa	37	GUA	980	23,0	1120	6	bh-S	Ustic Dystropept	33	2,0 x 2,0	2 500	91	2,0	0,7		
Conora. Jutiapa	36	GUA	980	23,0	1120	6	bh-S	Ustic Dystropept	45	2,0 x 2,0	2 500	97	6,7	1,7	4,8	1,2
Conora. Jutiapa	35	GUA	980	23,0	1120	6	bh-S	Lithic Dystropept	57	2,0 x 2,0	2 500	95	7,0	1,5	5,0	1,0
San Pedro Ayampuc	16	GUA	1350	18,2	1247	6	bh-MBS	Udic Haplustalf	43	2,0 x 2,0	2 500	100	3,7	1,0		
Barcenas	2	GUA	1450	21,0	1128	6	bh-MBS	Typic Ustorthent	257	2,0 x 2,0	2 500	100	15,6	0,7	14,1	0,7
Pesé	17	PAN	80	27,2	1382	6	bs-T	Ultic Haplustalf	12	3,0 x 3,0	1 111	68	1,2	1,2		
Malacatoya	32	NIC	70	27,7	1133	7	bs-T		19	2,0 x 2,0	2 500	12	2,1	1,3		
Ing. Las Cabras	19	PAN	60	27,2	1382	7	bs-T	Troporthent	24	2,0 x 2,0	2 500	69	2,0	1,0	2,8	1,4
Chumical	23	PAN	110				bs-T	Oxic Haplustult	25	3,0 x 3,0	1 666	96	2,2	1,0	2,5	1,2
El Salado	22	PAN	90				bs-T	Oxic Haplustult	25	2,0 x 3,0	1 666	93	1,9	0,9		
Colonia E. Pérez	103	NIC	110	27,4	1559	6	bs-T		32	2,5 x 2,5	1 600	80	7,2	2,7	7,6	2,8
Masaya Uca	56	NIC	215	26,8	1438	6	bs-T		34	2,0 x 2,0	2 500	40	2,8	0,9	3,0	1,0
La Mesa	33	PAN	180	26,1	2577	4	bh-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	50	0,7	0,7		
Llano de la Cruz	15	PAN	50	21,5	3576		bh-T	Vertic Tropudalf	12	2,0 x 2,0	2 500	63	0,5	0,5		
Piedades Sur	70	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	18	2,0 x 2,0	2 500	93	0,8	0,5		
Piedades Norte	83	COS	1180	21,7	1926	5	bh-PT	Hydric Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	95	2,4	1,2	1,4	0,7
Piedades Sur	45	COS	1180	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	26	2,0 x 2,0	2 500	91	3,6	1,6	1,9	0,8
Fila de Mora	95	COS	950	20,6	2611	5	bmh-PT	Ustic Tropohumult	9	2,0 x 2,0	2 500	100	0,6			
Barbacoas	96	COS	1010	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	19	2,0 x 2,0	2 500	85	1,3	0,8		

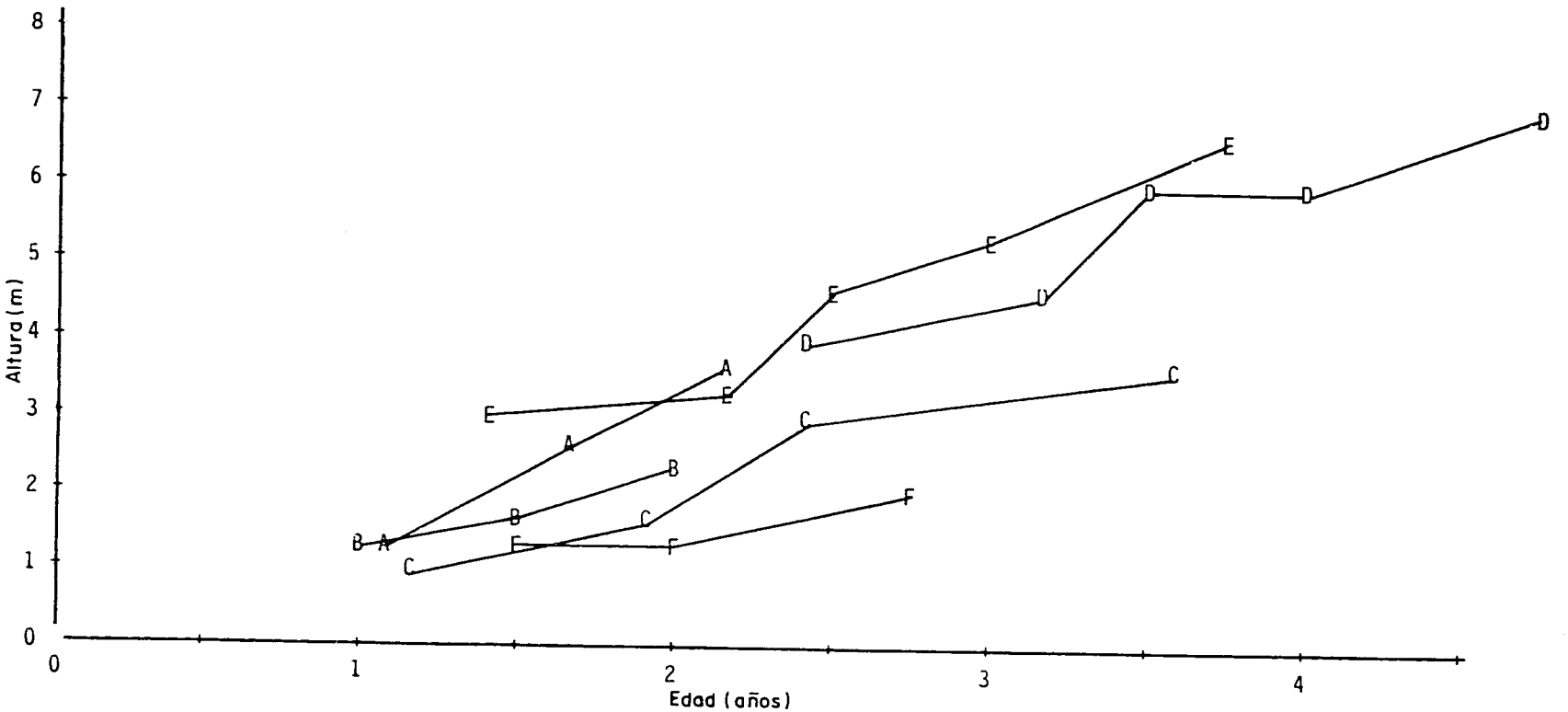


Figura 11. Crecimiento en altura de Casuarina equisetifolia en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Piedades Sur	COS	45	1180	21,7	1926	5	bn-PT	Ustoxic Dystrandept	Suelo bajo pastos
B: Piedades Norte	COS	83	1180	21,7	1926	5	bn-PT	Hydric Dystrandept	Suelo bajo pastos
C: San Pedro Ayampuc	GUA	16	1350	18,2	1247	6	bh-MBS	Udic Haplustalf	Ataque constante de Atta spp
D: La Corona, Jutiapa	GUA	35	980	23,0	1120	6	bn-S	Lithic Dystropept	Suelo bajo pastos
E: La Corona, Jutiapa	GUA	36	980	23,0	1120	6	bn-S	Ustic Dystropept	Suelo bajo pastos
F: La Corona, Jutiapa	GUA	37	980	23,0	1120	6	bn-S	Ustic Dystropept	

Eucalyptus camaldulensis

Nombre científico: Eucalyptus camaldulensis Dennh.

Sinónimos: Eucalyptus rostrata Schlecht

Familia: Myrtaceae

Nombre común: Eucalipto camaldulensis

Características sobresalientes

E. camaldulensis es la especie de eucalipto que más se planta en las zonas subhúmedas y húmedas de América Central y una de las especies que mejores resultados iniciales ha mostrado en estas áreas. La especie es de rápido crecimiento y la leña que produce es de buena calidad. Además, se ha utilizado en Nicaragua en un programa grande de cortinas rompevientos.

El árbol crece inicialmente bien en una gran variedad de climas, en suelos relativamente pobres y en áreas con sequías prolongadas; rebrota vigorosamente. Su desarrollo es limitado por suelos compactados o con horizontes endurecidos superficiales, o por la presencia de malezas en las primeras etapas de crecimiento.

Distribución

E. camaldulensis es el eucalipto de más amplia distribución en Australia, cubre aproximadamente 23° de latitud. Se le encuentra en todos los estados australianos con excepción de Tasmania. Se distinguen dos formas, una meridional o templada y una tropical. Junto con E. grandis y E. globulus, es una de las especies de eucalipto más ampliamente plantada en los países del mediterráneo (España y Marruecos). También hay plantaciones en muchos países de Africa, Asia y América Latina. En América Central se ha plantado en todos los países.

Descripción de la especie

Es una especie siempreverde, de 24-40 m de altura (hasta 50 m en algunas regiones de Australia), fuste grueso de base recta y tronco generalmente torcido, de 60 cm hasta 1,0 m de diámetro (o más) con copa abierta e irregular, corteza lisa, blanca, ligeramente grisácea, desprendible en tiras largas o en placas irregulares que exponen capas internas de corteza blanquecina. Ramillas terminales rojizas, largas y delgadas que cuelgan en ángulos agudos. Forma un sistema radicular profundo y bastante amplio. Se pueden formar raíces aéreas en el tronco. Hojas juveniles opuestas y posteriormente alternas. Las hojas adultas lanceoladas, pecioladas, delgadas y pendientes, recurvadas, de borde

liso, glabras, color verde opaco en el haz, el envés ocasionalmente es gris. Flores blancas en cabezuela (umbelas), con botones florales de forma aovada, de base semirredonda y cubierta larga, cónica, punteada o rostrada. Frutos o cápsulas seminales generalmente en ramilletes al final de pecíolos delgados, de color ligeramente marrón, con una tapa redondeada con 3-4 dientes prominentes de casi 2 mm de longitud, elevados y curvados hacia adentro. Semillas numerosas y pequeñas, de color ligeramente marrón. Aproximadamente 110 000 a 220 000 semillas/kg.

Madera roja de grano entrelazado ondulado; dura y durable, resistente a los termites. Tiende a torcerse con el secado.

Usos

Leña: como leña la madera de E. camaldulensis tiene pocos rivales. Cuando la madera está completamenta seca constituye un combustible excelente. Tiene un poder calórico de aproximadamente 20 000 kJ/ kg (4800 kcal/kg). Produce carbón de excelente calidad. Una de las limitaciones de la leña de esta especie es que quema rápidamente y produce humo.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es moderadamente densa (0,6 g/cm^3). En Australia se le utiliza en construcción en general ya que el duramen rojizo es moderamente fuerte, duradero y resistente a los termites. Se utiliza en la fabricación de durmientes de ferrocarril. También se le utiliza en interiores, para pisos, encofrados y algunas veces para la fabricación de pulpa. Debido a su fortaleza puede utilizarse en construcciones rurales y como postes para cercas. Los fustes de plantaciones jóvenes o los rebrotes pueden utilizarse como soportes en plantaciones de banano.

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

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

Requerimientos ambientales

Debido a que el rango natural es muy extenso, existen diferencias de comportamiento según el origen de los semillas. Las procedencias Katherine (Territorio Norte) y Petford (Queensland), han mostrado el mejor comportamiento para climas tropicales; las procedencias del Lago Albacutya (Victoria) para climas meditarráneos y las de Broken Hill (Nueva Gales del Sur) para climas áridos. En América Central la procedencia más utilizada es la de Petford.

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

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

Altitud: es una especie de zonas bajas fluviales; algunas procedencias pueden plantarse en zonas altas, hasta 1400 msnm. En América Central se ha plantado desde el nivel del mar hasta 1200 msnm.

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

Vientos: la especie resiste bien los vientos, por lo que se le emplea en la formación de cortinas rompevientos.

Silvicultura

Regeneración natural

En su habitat natural *E. camadulensis* se ha distribuido a lo largo de las orillas de los ríos, lo que podría indicar facilidad de reproducción natural a partir de semillas (transportadas ya sea por las aguas o aves), que encuentran sitios óptimos para crecer en los bancos de los ríos. Las plantaciones en América Central son muy jóvenes y en algunos casos sólo en fechas recientes se ha obtenido las primeras cosechas de semillas sin que hasta ahora se haya notado la presencia de brinzales de regeneración natural.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En América Central se ha utilizado semillas recolectadas de las plantaciones establecidas con la procedencia Petford por un proyecto de asistencia técnica británica en Nicaragua. Las semillas se colectan en junio-julio, se secan al sol y posteriormente se almacenan en recipientes nerméticos, en cámaras frías.

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

presión) a fin de regar con una neblina muy fina. También se puede sumergir los germinadores en agua, mojando el medio por capilaridad.

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

La semilla de E. camadulensis presenta normalmente altos porcentajes de germinación (superior al 90%) por lo que no es necesario ningún tratamiento pregerminativo. Existe la posibilidad de sembrar directamente en bolsas utilizando dispositivos especiales tales como jeringas que permiten la colocación de 2-4 semillas por bolsa. El tiempo de germinación varía entre 5-14 días. Las plántulas crecen rápidamente y alcanzan un tamaño de 40-50 cm en 16-18 semanas. Sin embargo, es aconsejable la poda de tallos para inducir mayor lignificación. Requiere riegos periódicos en las primeras etapas de desarrollo. Es necesario prevenir el ataque del mal de talluelo ("damping off") en las primeras etapas con la aplicación de fungicidas cúpricos.

La técnica más comúnmente utilizada para la producción de plántulas de esta especie es la producción en bolsas de polietileno negro, agujereadas, con poda de tallos durante el período de vivero. El ancho de los bancales no debe pasar de 0,7 a 1,0 m para evitar efectos de borde y menor crecimiento de las plantas centrales. En vivero no es necesario utilizar sombra.

No existen experiencias sobre producción a raíz desnuda. Esta especie parece ser muy susceptible a la desecación de las raíces, por lo que es necesario evitarla durante el repicado o el transporte a los sitios de plantación.

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

Parece ser que la propagación vegetativa es fácil con material proveniente de plantas jóvenes, pero no de plantas adultas o viejas, aunque no existen experiencias de este tipo en América Central.

Plantación. Limpiezas: a pesar del rápido crecimiento de esta especie, es necesario un estricto control de malezas en las primeras etapas. Es recomendable el chapeo y quema de malezas (vegetación) previa a la plantación. En El Gurú, León, Nicaragua se realizó un ensayo de establecimiento de E. camaldulensis plantado a 2 m x 2 m con diferentes métodos de control inicial de malezas. Los tratamientos ensayados fueron: Round-up (Glifosato, herbicida translocable), Gramoxone (Paraquat, herbicida de contacto), Goal (oxyflourfen, herbicida translocable y de contacto), plateo (desnierbe) con azadón en círculos de un metro de diámetro alrededor de la planta, chapeo general con machete y un testigo sin control. Los tratamientos se aplicaron cuatro veces durante los primeros seis meses. Los resultados de sobrevivencia y crecimiento en altura a los seis meses no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, aunque las parcelas tratadas con Round-up presentaban mayor crecimiento. A los 15 meses se notó ventaja en el crecimiento diamétrico y de altura de las parcelas tratadas con Round-up y en menor proporción en las de Gramoxone. A los dos años aún se conserva esta

ventaja en las parcelas tratadas con Round-up, aunque el crecimiento en el segundo año fue similar para todos los tratamientos. La sobrevivencia fue alta en todos los casos. El Cuadro 20 presenta los datos de crecimiento a los 6, 15 y 29 meses del establecimiento.

Cuadro 20. **Crecimiento a los 6, 15 y 29 meses de edad de Eucalytpus camaldulensis plantado a 2 m x 2 m, bajo diferentes sistemas de control inicial de malezas en El Gurú, León, (14) Nicaragua**

Tratamiento	6 meses	15 meses		29 meses				
	altura (m)	altura (m)	dap (cm)	S%	altura (m) promedio	altura (m) IMA	dap (cm) promedio	dap (cm) IMA
sin control	1,5 A*	3,0 B*	2,8 B*	96	8,0 AB*	3,3	6,1 B*	3,3
chapeo	1,9 A	4,5 AB	3,9 B	99	9,5 AB	3,9	7,6 AB	3,1
plateo	1,7 A	3,7 B	3,4 B	99	8,4 AB	3,5	6,4 B	2,6
Gramoxone	1,9 A	5,0 AB	4,3 AB	96	9,7 AB	4,0	7,7 AB	3,1
Round-up	2,1 A	6,2 A	5,5 A	93	11,2 A	4,6	8,8 A	3,6
Goal	1,6 A	3,5 B	3,2 B	96	7,5 B	3,1	6,3 B	2,6

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey

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

Densidad de plantación: en América Central se han utilizado diferentes densidades de plantación inicial, aunque los más comunes han sido 2500 y 1600 árboles por hectárea. El Cuadro 21 presenta los resultados de crecimiento de E. camaldulensis, con diferentes espaciamientos de plantación en cuatro sitios de Nicaragua y la Figura 12 presenta los resultados del crecimiento diamétrico para diferentes edades y densidades en Mateare, Nicaragua.

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

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

Cuadro 21. **Crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis* en cuatro sitios de Nicaragua, bajo diferentes espaciamientos de plantación**

Sitio	Altitud	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déficit hídrico (Holdridge)	Suelo	Zona de vida (Holdridge)	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobre-vivencia (%)	Altura (m)	IMA altura	dap (cm)	IMA dap
Malacatoya 167 NIC	70	27,7	1131	7	Typic Pellustert	bs-T	19	1,0 X 1,6	6 250	80	3,9 A*	2,4	3,4 A*	2,1
								1,2 X 1,6	5 208	68	4,1 A	2,5	3,7 A	2,3
								1,6 X 1,6	3 906	64	4,2 A	2,6	3,9 A	2,4
								2,2 X 1,6	2 840	56	4,0 A	2,5	4,1 A	2,6
Malacatoya 52 NIC	70	27,7	1131	7	Typic Pellustert	bs-T	29	1,25 x 1,6	5 000	76	7,1 A	2,9	4,7 B	1,9
								2,0 X 1,6	3 125	72	7,7 A	3,1	5,5 A	2,2
								2,5 X 1,6	2 500	76	7,6 A	3,1	5,8 A	2,4
								3,0 X 1,6	2 083	80	7,9 A	3,2	6,2 A	2,5
Deazúcar 29 NIC	40	27,7	1131	7	Udic Haplustoll	bs-T	32	1,0 X 2,0	5 000	90	7,0 A	2,6	5,1 C	1,9
								1,5 X 2,0	3 333	90	6,9 A	2,5	6,1 B	2,2
								2,0 X 2,0	2 500	86	7,3 A	2,7	6,3 B	2,3
								2,5 X 2,0	2 000	81	7,2 A	2,7	7,0 A	2,6
Mateare 16 NIC	100	28,4	1261	7	Mollic Vitrandept	bs-T	41	1,5 X 1,5	4 444	100	7,2 C	2,1	6,0 E	1,7
								2,0 X 1,5	3 333	100	7,6 BC	2,2	6,6 D	1,9
								2,0 X 2,0	2 500	95	8,1 B	2,3	7,4 CD	2,1
								2,0 X 3,0	1 667	99	8,4 B	2,4	8,0 BC	2,3
								2,5 X 2,5	1 600	95	9,1 A	2,6	8,6 B	2,5
								3,0 X 3,0	1 1[illegible]	95	9,6 A	2,8	9,6 A	2,8

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Un experimento realizado en San Pedro Sula, Honduras (Cuadro 22) no mostró resultados concluyentes a los dos años en el uso de fertilizantes ya que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. El crecimiento en dap y altura fue mayor para el tratamiento de 50 g/planta de N-P-K (18-46-00). Todo esto podría indicar que en los suelos donde se realizó la experiencia había una adecuada disponibilidad de nutrimentos para las plantas incluyendo boro.

Cuadro 22. **Crecimiento a los 24 meses de Eucalyptus camaldulensis, en un ensayo de fertilización plantado a 1,5 x 2 m, en San Pedro Sula (27) Honduras**

Fertilizante N - P - K (18-46-00) + B_2O_3 (g/planta)	Sobrevivencia (%)	Altura (m) promedio	Altura (m) IMA	d a p (cm) promedio	d a p (cm) IMA
0 + 0	92	5,2 A	2,6	3,7 A	1,8
50 + 0	96	5,8 A	2,9	4,2 A	2,1
50 + 5	80	4,9 A	2,5	3,5 A	1,7

Altitud 50 msnm; IMA 26,0°C; PMA 1374 mm; cinco meses déficit hídrico; bosque húmedo Premontano; suelos de Typic Ustropept

Crecimiento y manejo. Crecimiento. La especie se caracteriza por el rápido crecimiento en diferentes condiciones de suelos y en sitios localizados a diferente altitud sobre el nivel del mar. Se ha reconocido la influencia de la procedencia en el comportamiento de la especie. En un experimento realizado en Sébaco, Nicaragua, con dos de las procedencias reconocidas como de mejor comportamiento en condiciones tropicales se encontró que las procedencias de Petford crecieron más que las de Katherine (Cuadro 23).

Cuadro 23. **Comportamien[illegible] de dos procedencias de Eucalyptus camaldulensis plantado a 2 [illegible] 2 m en Sébaco (12) Nicaragua**

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

Altitud 4[illegible] msnm; IMA 25,7°C; PMA 889 mm; ocho meses on déficit hídrico; bosque seco premontano; suelo Vertic Fluventic Ustropept.

En otro estudio realizado en Turrialba, Costa Rica se encontró que las procedencias Petford y Gibb River de Australia mostraron mayor crecimiento que la procedencia de Katherine (Cuadro 24).

El Proyecto Leña ha realizado plantaciones con semillas procedentes de Nicaragua y otros sitios, ex-Petford. El Cuadro 25 y las Figuras 13, 14 y 15 muestran los resultados obtenidos en diferentes lugares y con diferentes condiciones de sitio.

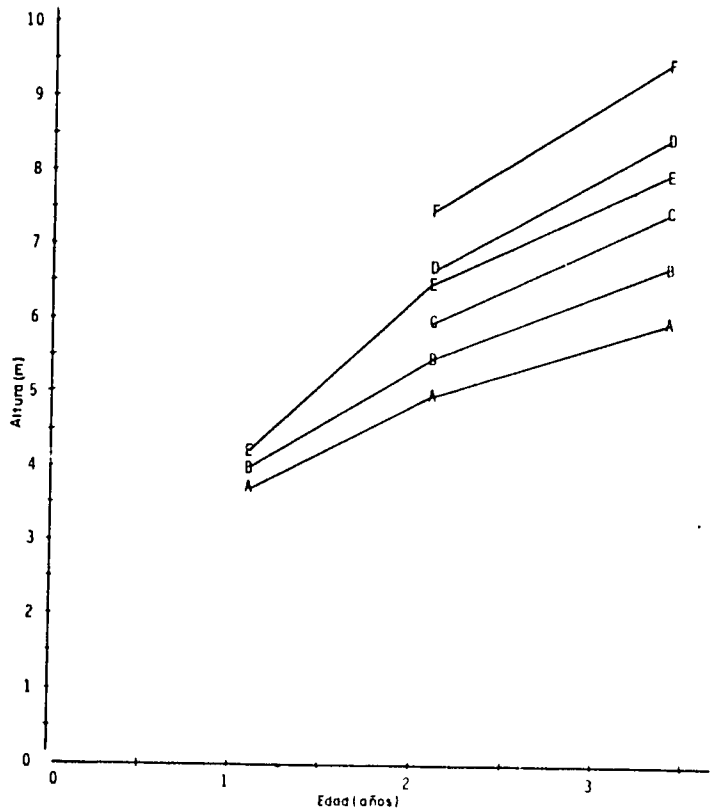


Figura 12. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Eucalyptus camaldulensis en Mateare, Nicaragua

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo
Mateare UCA	NIC	16	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept

A: 1,5 m x 1,5 m
B: 1,5 m x 1,2 m
C: 2,0 m x 2,0 m
D: 2,5 m x 2,5 m
E: 2,0 m x 3,0 m
F: 3,0 m x 3,0 m

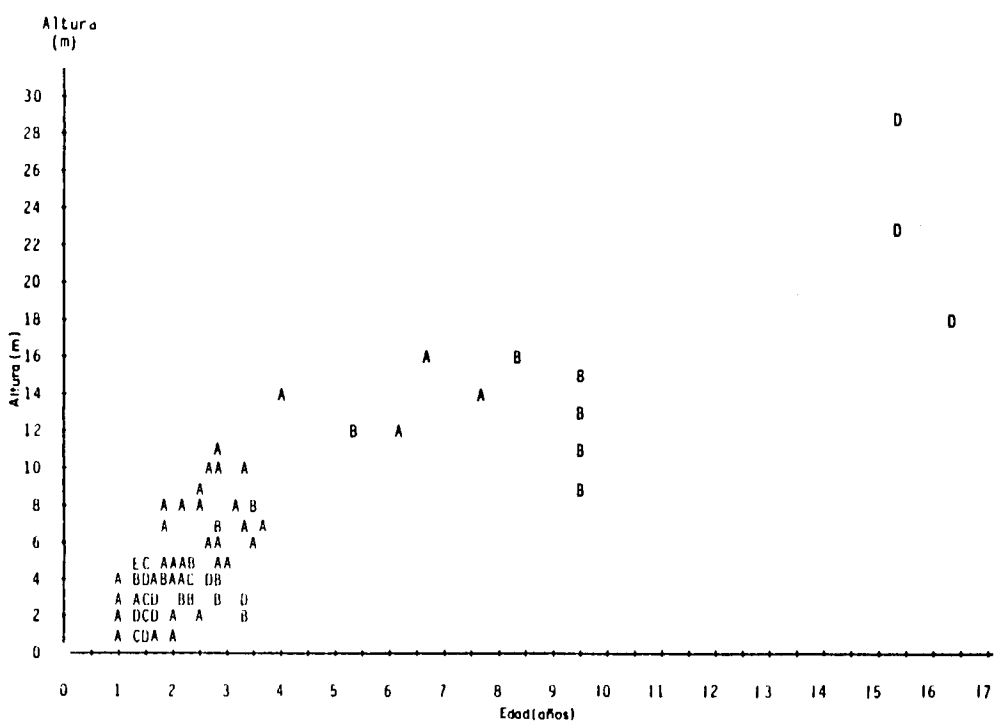


Figura 13. Efecto de la altitud sobre el crecimiento de Eucalyptus camaldulensis en América Central

A: menos de 250 msnm
B: entre 250 y 500 msnm
C: entre 500 y 750 msnm
D: entre 750 y 1000 msnm
E: entre 1000 y 1250 msnm

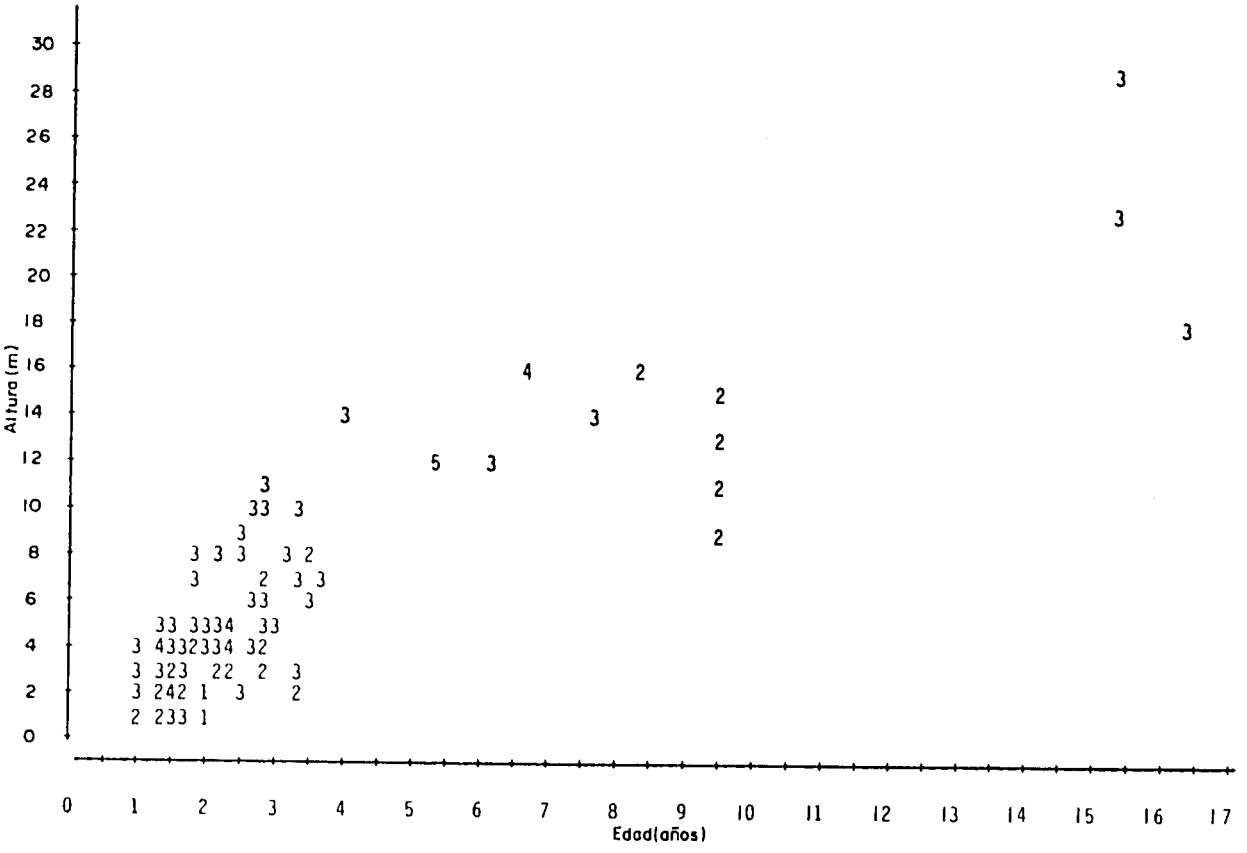


Figura 14. Efecto de la precipitación sobre el crecimiento en altura de Eucalyptus camaldulensis en América Central

1: menor de 500 mm
2: entre 500 y 1000 mm
3: entre 1000 y 2000 mm
4: entre 2000 y 3000 mm

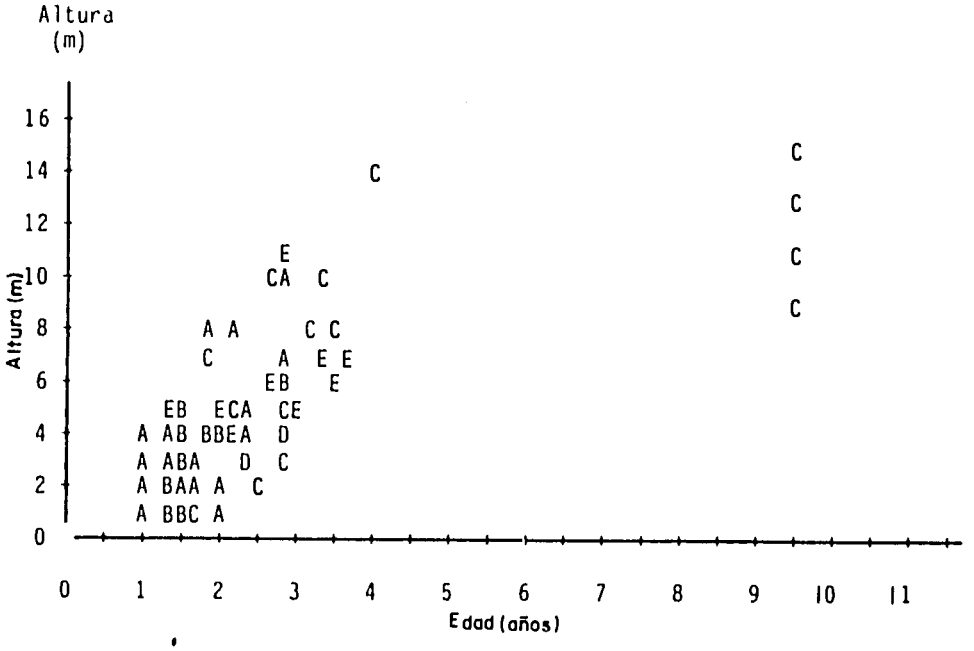


Figura 15. Efecto del tipo de suelo sobre el crecimiento en altura de Eucalyptus camaldulensis en algunos sitios de América Central

A: Alfisoles
B: Entisoles
C: Inceptisoles
D: Vertisoles
E: Mollisoles

Cuadro 24. **Comportamiento de tres procedencias de Eucalyptus camaldulensis en Turrialba (135) Costa Rica**

Procedencia	11 meses altura (m)	24 meses altura (m)	24 meses dap (cm)	36 meses altura (m)	36 meses dap (cm)
Petford, Qld.	3,3	7,2	5,6	9,3 A*	7,2 A
Gibb River, W.A.	3,0	6,4	5,6	8,5 A	6,9 A
Katherine, N.T.	2,4	5,5	4,5	7,2 B	5,5 B

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Altitud 600 msnm; TMA 22,3°C; PMA 2650 mm; un mes con déficit hídrico; bosque muy húmedo Premontano (Tropical)

Los mayores incrementos se presentan durante los primeros siete años, aunque no se dispone de gran número de plantaciones de mayor edad que permitan obtener conclusiones definitivas. La altura sobre el nivel del mar influye negativamente sobre el crecimiento. Los mayores crecimientos en diámetro y altura se presentaron por debajo de los 800 msnm. No se pudo detectar una estrecha relación entre la precipitación media anual (y el déficit hídrico) y el crecimiento. Sin embargo, de observó que los incrementos fueron bajos en sitios con precipitación inferior a 800 mm, aunque pudo influir la presencia de incendios anuales o los tipos de suelos. Observaciones realizadas en sitios con precipitaciones inferiores a 500 mm no permiten sacar conclusiones amplias ya que en estos sitios se presentó, además de poca precipitación, suelos con poca retención de humedad (como Typic Ustipsamments) o sobrepastoreados y por lo tanto muy compactados.

La densidad inicial de plantación y más que esto, el área relativa por planta influyen sobre el crecimiento (Figura 16); los mayores crecimientos en diámetro se presentaron cuando los árboles disponían aproximadamente de 4 m^2/ planta, o en sitios donde el arreglo espacial permitía disponer de mayor espaciamiento lateral. Espaciamientos de 2,0 m x 2,0 m, 2,5 m x 2,5 m o más, en sitios con buen drenaje parecen ser los más recomendables. Cuando la especie crece aislada, por ejemplo en cercos vivos, presenta buen desarrollo. En La Máquina, Guatemala, se obtuvo mayor crecimiento diamétrico a los 22 meses en una fila de árboles a 2 m, sin competencia lateral (7,7 m de altura y 6,8 cm de dap), frente a una plantación de 24 meses a 2,0 m x 2,0 m, sobre el mismo tipo de suelos (8 m de altura y 6,0 cm de diámetro).

Los suelos parecen ejercer una influencia marcada en el crecimiento. Cambios en el tipo de suelos en distancias cortas, resultan en cambios muy fuertes en el crecimiento (Ver en Cuadro 25 ejemplos de Sébaco y Mateare, Nicaragua). Los mejores crecimientos se presentaron en suelos del tipo Alfisol, Entisol e Inceptisol, mientras que los crecimientos más pobres se presentaron en suelos Vertisol (Figura 17).

La fertilización realizada al momento de la plantación permite un rápido desarrollo inicial; sin embargo, este depende además de otras condiciones locales de los suelos.

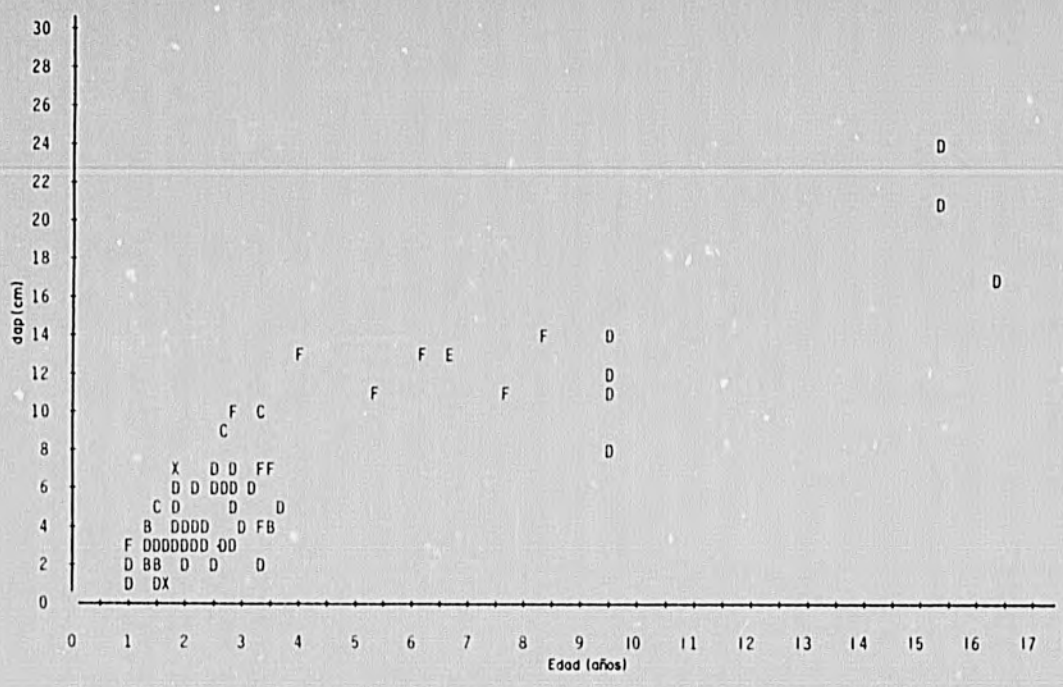


Figura 16. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Eucalyptus camaldulensis en algunos sitios de América Central

B: área por planta 3 m^2
C: área por planta 4 m^2
D: área por planta 5 m^2
E: área por planta 6 m^2
F: área por planta 7 m^2
X: cortina

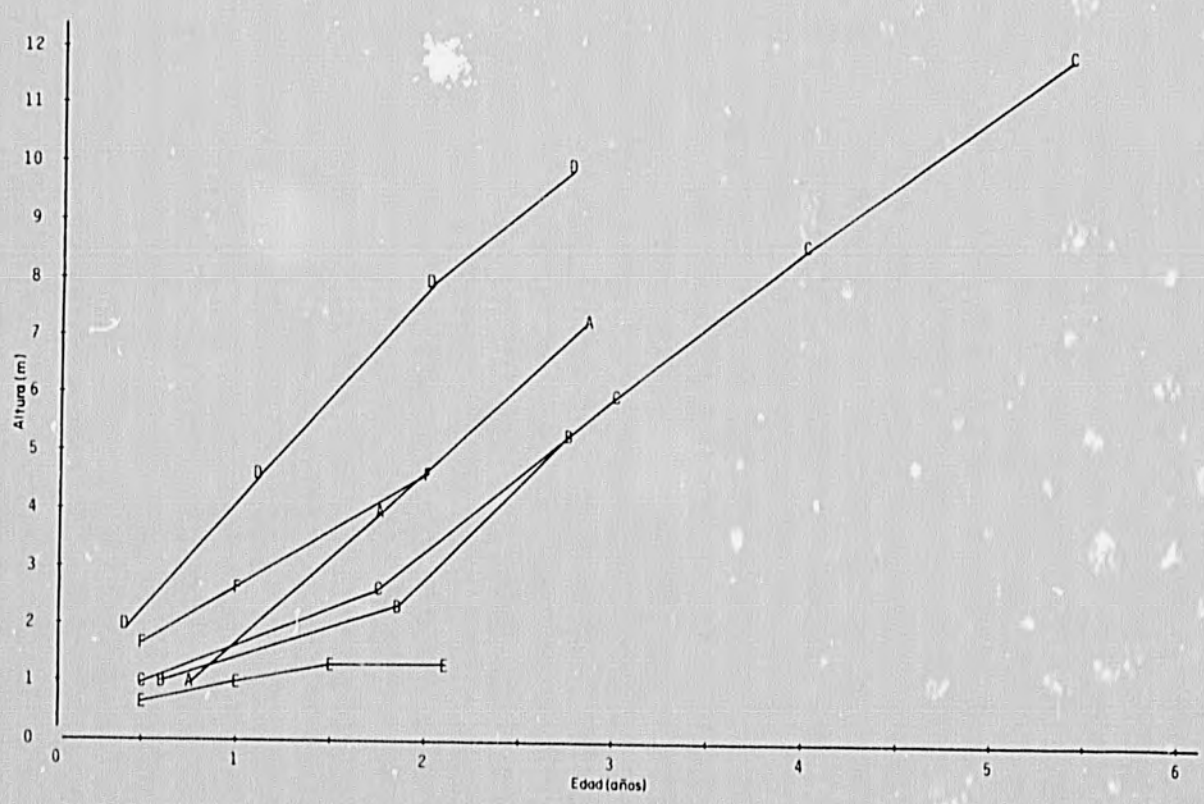


Figura 17. Crecimiento en altura de Eucalyptus camaldulensis en algunos sitios de América Central.

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Masaya UCA	NIC	59	215	26,8	1438	6	bs-T		
B: Mateare UCA	NIC	61	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	Afectado por incendio
C: El Zapote	HON	4	500	24,0	3178	2	bmh-S		
D: La Máquina	GUA	23	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	Suelo agrícola abandonado
E: Piedades Norte	COS	49	1170	21,7	1926	5	bh-PT		Afectado por vientos
F: Las Cabras	PAN	19	60	27,2	1382	5	bs-T	Troporthent	Atacado por Atta spp

Cuadro 25. **Crecimiento de Eucalyptus camaldulensis en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses def. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	ALTURA x	ALTURA IMA	dap x	dap IMA	Producción leña (tm/ha)
San Benito	60	GUA	654	26,0	620	10	bs-S	Vertic Ustropept	15	1,0 x 1,0	10 000	91	1,3	1,0			
La Ermita	48	HON	780	23,1	938	8	bs-S	Entic Dystrandept	16	1,5 x 1,5	4 444	87	2,4	1,8	2,5	1,8	
El Retiro	52	GUA	654	26,0	620	10	bs-S	Typic Ustorthent	19	1,5 x 1,5	4 444	98	2,7	1,7	2,5	1,5	
El Alto	62	HON	800	23,7	938	8	bs-S		20	2,0 a/		100	2,0	1,2	1,4	0,8	
Morazán	94	GUA	450	27,3	904	8	bs-S	Lithic Ustorthent	21	2,0 x 2,0	2 500	100	4,1	2,4	3,7	2,2	
Choloma	83	HON	100	26,0	1373	5	bs-S		23	2,0 x 2,0	2 500	100	5,1	2,6	3,5	1,8	
San Juan Ermita	81	GUA	471	26,0	979	8	bs-S		26	2,0 x 2,0	2 500	58	2,8	1,2			
La Máquina (5)	76	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Udic Haplustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	96	2,3	2,3	2,0	2,0	
La Máquina	76	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Udic Haplustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	96	2,6	2,6	1,8	1,8	
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	5	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	50	5,4	4,3			
Los Esclavos	54	GUA	737	24,2	1918	5	bh-S	Fluventic Tropaquent	17	1,5 x 1,5	4 444	77	2,3	1,6			
Hda. La Trinidad	46	HON	640	24,6	1035	6	bh-S	Typic Ustifluvent	17	1,5 x 1,5	4 444	33	0,9	0,6			
La Ceibita	65	HON	700	22,8	1696	5	bh-S		17	1,5 x 1,5	4 444	100	5,0	3,5	4,3	3,0	
Comayagua	68	HON	570	24,6	1035	6	bh-S	Mollic Ustifluvent	18	1,5 x 2,0	3 333	100	5,5	3,6	4,7	3,6	
Siguatepeque	70	HON	820	21,3	1110	6	bh-S	Entic Eutrandept	19	2,0 x 2,0	2 500	100	1,3	0,8			
Valle Arriba	61	HON	820	22,3	1083	7	bh-S	Typic Ustipsamment	19	2,0 x 2,0	2 500	100	4,0	2,5	3,0	1,8	
Talanga	47	HON	850	22,3	1083	7	bh-S	Typic Hapludalf	20	1,5 x 1,5	4 444	88	2,5	1,5			
Talanga	60	HON	790	22,3	1083	7	bh-S	Typic Dystrandept	20	2,0 x 2,0	2 500	95	3,3	1,9	3,3	1,9	
La Máquina	22	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	22	2,0 b/		77	7,7	4,2	6,8	3,7	6,9 ***
El Zamorano	43	HON	830	22,3	1110	5	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	52	3,8	1,4	3,4	1,2	
La Máquina	23	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	88	9,9	3,6	6,6	2,4	
La Máquina	43	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Typic Chromustert	34	2,0 a/		37	6,2	2,2	6,7	2,4	
Río Abajo	18	HON	950	22,8	1101	6	bh-S		41	2,0 x 2,0	2 500	100	2,8	0,8	1,6	0,5	
Choloma (5,6)	3	HON	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	48	2,5 x 2,5	1 600	21	14,1	3,5	13,4	3,3	
Santa Clara	8	HON	840	23,0	1461	6	bh-S		183	2,0 x 2,0	2 500	32	22,7	1,4	20,9	1,3	
Santa Clara	12	HON	840	23,0	1461	6	bh-S		183	2,0 x 2,0	2 500	17	28,9	1,8	23,8	1,5	
Santa Clara	12	HON	840	23,0	1461	6	bh-S		195	2,0 x 2,0	2 500	14	18,3	1,1	17,3	1,0	
Taquillo (3)	5	ELS	200	26,4	2004	6	bmh-S		13	2,0 x 2,0	2 500	81	2,8	2,5	2,4	2,2	
Palo Gordo	29	GUA	242		3722	3	bmh-S		13	2,0 x 2,0	2 500	31	1,7	1,6			
Sacacoyo (1)	7	ELS	700	23,8	2098	6	bmh-S		13	2,5 x 2,5	1 600	91	3,4	3,1	2,7	2,4	
Siguatepeque	72	HON	450	23,3	2865	4	bmh-S	Ustic Haplustalf	17	2,0 x 2,0	2 500	100	3,8	2,6	2,9	2,0	
El Alto	73	HON	540	23,3	2865	4	bmh-S	Ultic Haplustalf	19	3,0 x 4,0	333	100	2,1	1,3	2,4	1,5	
El Zapote	4	HON	500	24,0	3178	2	bmh-S		65	2,5 x 2,5	1 600	20	12,1	2,2	10,9	2,0	
Río Hato	25	PAN	30	27,5	666	11	bms-T	Typic Haplustalt	12	2,0 x 2,0	2 500	100	1,5	1,5			
Carreta Quebrada	134	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Pellustert	29	2,0 x 2,0	2 500	67	3,0	1,2	3,1	1,2	
El Valle	153	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Fluventic Ustropept	33	2,0 x 2,0	2 500	77	2,8	1,0	2,9	1,0	
El Zanjón	149	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Pellustert	33	2,0 x 2,0	2 500	69	3,6	1,3	2,9	1,0	
San Isidro	143	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	33	2,0 x 2,0	2 500	44	2,9	1,0	2,7	0,9	
Sébaco	128	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Ustifluvent	33	2,0 x 2,0	2 500	93	6,3	2,3	5,7	2,0	
Sébaco	133	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Ustifluvent	33	2,0 x 2,0	2 500	95	5,9	2,1	5,2	1,8	
Sébaco	33	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Ustifluvent	35	2,0 x 2,0	2 500	100	7,1	2,4	6,0	2,0	
Chaguitillo	111	NIC	480	25,7	889	8	bms-T		41	2,5 x 2,5	1 600	83	3,4	1,0	3,7	1,0	
Chaguitillo	113	NIC	480	25,7	889	8	bms-T		41	2,5 x 2,5	1 600	91	3,0	0,3	2,5	0,7	
Chaguitillo	117	NIC	480	25,7	889	8	bms-T		41	2,5 x 2,5	1 600	59	1,9	0,5			
Las Vegas	118	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Fluventic Ustropept	43	2,5 x 2,5	1 600	95	7,8	2,1	7,3	2,0	
El Naranjo (7)	3	NIC	420	25,2	885	8	bms-T		100	2,0 x 3,0	1 666	77	15,6	1,8	14,3	1,7	
Sébaco *	2	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropet	113	2,0 x 2,0	2 500	83	15,2	1,6	14,0	1,5	
Sébaco *	2	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropet	113	2,0 x 2,0	2 500	92	11,4	1,2	11,6	1,2	
Sébaco *	1	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropet	114	2,0 x 2,0	2 500	89	13,5	1,4	11,3	1,2	
Sébaco *	1	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropet	114	2,0 x 2,0	2 500	97	9,2	1,0	8,5	0,9	

San Pablo (2)	125	COS	40	26,3	1859	5	bs-T	Vertic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	100	3,1	3,1	2,2	2,2		
El Corozal	46	PAN	120	26,6	1637	5	bs-T	Typic Ustorthent	12	2,0 x 2,0	2 500	92	2,5	2,5	1,4	1,4		
La Arboleda	39	PAN	47	27,2	1382	5	bs-T	Udic Haplustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	92	2,3	2,3	1,4	1,4		
La Arena	42	PAN	80	26,6	1637	5	bs-T	Typic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	98	4,1	4,1	3,4	3,4		
La Laja (5)	41	PAN	90	26,6	1637	5	bs-T	Typic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	92	3,1	3,1	2,0	2,0		
Las Animas	43	PAN	133	26,7	1569	5	bs-T		12	2,0 x 2,0	2 500	91	1,1	1,1				
Las Cabras	18	PAN	50	27,2	1382	5	bs-T	Ultic Haplustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	96	3,0	3,0	2,8	2,8		
Llano Grande	26	PAN	100	27,5	1463	5	bs-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	100	1,3	1,3				
Llano Grande	27	PAN	100	27,5	1463	5	bs-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	100	2,0	2,0	1,4	1,4		
Renare/Los Santos	36	PAN	50	26,9	1145	6	bs-T	Typic Chromustert	12	2,0 x 2,0	2 500	96	2,9	2,9	1,9	1,9		
Villa Lourdes	34	PAN	104	26,2	1038	7	bs-T	Udic Haplustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	100	4,0	4,0	3,3	3,3		
Majarilla (5)	45	PAN	67	26,7	1569	5	bs-T	Vertic Tropudalf	12	2,0 x 3,0	1 666	86	2,5	2,5	1,7	1,7		
La Arboleda	40	PAN	47	27,2	1382	5	bs-T	Udic Haplustalf	12	3,0 x 3,0	1 111	87	2,7	2,7	2,7	2,7		
Pesé	17	PAN	80	27,2	1382	5	bs-T	Udic Haplustalf	12	3,0 x 3,0	1 111	94	2,4	2,4	2,1	2,1		
San Fco. Libre	68	NIC	50	29,1	1143	6	bs-T	Vertic Ustropept	17	2,0 x 2,0	2 500	93	1,6	1,1				
La Mina	31	PAN	70	26,7	1162	5	bs-T	Udic Haplustalf	17	2,0 x 2,0	2 500	88	3,2	2,2	3,1	2,1		
El Matadero	32	PAN	16	27,6	1090	7	bs-T	Vertic Ustropept	18	2,0 x 2,0	2 500	81	5,5	3,6	4,9	3,2		
Pavana Centro	54	HON	40	28,7	1381	6	bs-T	Haplic Durixeralf	20	1,0 x 2,0	5 000	92	3,4	2,0	2,7	1,6		
Playa Grande	56	HON	40	28,7	1381	6	bs-T	Typic Eutropept	20	1,5 x 1,5	4 444	95	2,9	1,7	3,0	1,8		
San Fco. Libre	72	NIC	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	20	2,0 x 2,0	2 500	41	1,3	0,8				
Mateare Uca	142	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	21	2,0 x 2,0	2 500	98	6,8	3,9	5,4	3,1	36,2 ***	
Mateare Uca	184	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	22	2,0 x 2,0	2 500	87	6,9	3,7	6,0	3,2		
Mateare Uca	186	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	22	2,0 x 2,0	2 500	87	8,2	4,4	6,7	3,6		
Chumical	24	PAN	40				bs-T	Oxic Haplustult	24	2,0 x 2,0	2 500	92	2,2	1,1	1,7	0,8		
Las Cabras	19	PAN	60	27,2	1382	5	bs-T	Troporthent	24	2,0 x 2,0	2 500	100	4,5	2,2	3,6	1,8		
Santa Rita	103	COS	60	26,3	1859	5	bs-T	Fluventic Haplustoll	25	2,0 x 2,0	2 500	85	5,1	2,4	2,9	1,3		
Chumical	23	PAN	40				bs-T	Oxic Haplustalf	25	2,0 x 3,0	1 666	95	1,9	0,9	1,9	0,9		
El Salado	22	PAN	90				bs-T	Oxic Haplustalf	25	2,0 x 3,0	1 666	89	1,2	0,6				
San Ramón	182	NIC	45	29,1	1143	7	bs-T	Udic argiustoll	26	2,0 x 2,0	2 500	100	4,8	2,2	3,9	1,8	4,8 **	
San Ramón	183	NIC	45	29,1	1143	6	bs-T	Udic argiustoll	26	2,0 x 2,0	2 500	100	3,7	1,7	3,0	1,4	2,3 **	
El Bijao	29	PAN	30	27,6	1090	7	bs-T	Vertic Ustropept	26	2,0 x 2,0	2 500	80	5,0	2,3	3,8	1,7		
Loma Larga	28	PAN	25	27,1	1210	5	bs-T	Vertic Haplustalf	26	2,0 x 2,0	2 500	87	8,2	3,7	6,2	2,8		
Colonia E. Pérez	101	NIC	110	27,2	1541	6	bs-T		31	2,0 x 2,0	2 500	80	8,4	3,2	6,3	2,4		
Colonia E. Pérez	104	NIC	110	27,2	1541	6	bs-T		31	2,0 x 2,0	2 500	96	8,6	3,3	6,5	2,5		
Colonia E. Pérez	106	NIC	110	27,2	1541	6	bs-T		31	2,0 x 2,0	2 500	81	7,8	3,0	6,0	2,3		
León	102	NIC	110	27,4	1559	7	bs-T		31	2,0 x 2,0	2 500	95	8,1	3,1	6,7	2,5		
Mateare Uca	27	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	31	2,0 x 2,0	2 500	100	2,2	0,8	2,4	0,9		
El Gurú	93	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T	Mollic Vitrandept	32	1,0 x 3,0	3 333	88	10,3	3,9	8,6	3,2	100,0 ***	
Deazúcar	32	NIC	40	27,7	1133	7	bs-T	Udic Haplustoll	32	2,0 x 2,0	2 500	100	6,5	2,4	6,0	2,2		
El Gurú	26	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T		33	2,0 x 2,0	2 500	100	7,0	2,5	5,5	2,0		
Mateare Uca	61	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	33	2,0 x 2,0	2 500	53	5,3	1,9	4,7	1,7		
Buen Retiro (6)	20	PAN	33	27,5	1463	5	bs-T	Ultic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	91	6,8	2,4	6,5	2,3	25,3 **	
El Gurú	95	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T	Udic Argiustoll	33	2,5 x 2,5	1 600	88	11,3	4,1	10,0	3,6	63,3 ***	
Masaya Uca	59	NIC	215	26,8	1438	6	bs-T		34	2,0 x 2,0	2 500	75	7,4	2,6	6,3	2,2		
San Ramón	82	NIC	45	29,1	1443	7	bs-T	Udic Argiustoll	36	2,0 x 2,0	2 500	100	5,4	1,8	4,3	1,4	15,7 ***	
Mateare Uca	189	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	38	2,0 x 2,0	2 500	96	8,5	2,7	6,3	2,0	31,0 ***	
El Gurú	93	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T	Mollic Vitrandept	39	1,0 x 3,0	3 333	89	10,5	3,0	10,0	3,2		
El Gurú	95	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T	Udic Argiustoll	40	2,5 x 2,5	1 600	93	6,9	2,0	6,8	2,0		
San Ramón	84	NIC	45	29,1	1143	7	bs-T	Udic Argiustoll	43	1,5 x 1,5	4 444	77	5,9	1,6	4,0	1,1		
San Ramón	82	NIC	45	29,1	1143	7	bs-T	Udic Argiustoll	44	2,0 x 2,0	2 500	95	6,7	1,8	4,7	1,2		
San Juan Sur	11	NIC	40	26,6	1718	5	bs-T		74	2,5 x 2,5	1 600	75	12,5	2,0	12,8	2,0		
Acosasco	4	NIC	110	27,9	1559	6	bs-T		92	2,5 x 2,5	1 600	100	14,4	1,8	11,2	1,4		
La Mesa	33	PAN	189	26,1	2577	3	bh-T	Typic Haplustult	12	2,0 x 2,0	2 500	68	1,0	1,0				
Llano de la Cruz	15	PAN	70	25,1	3576		bh-T	Vertic tropudalf	10	2,0 x 2,0	2 500	93	0,9					
Llano de la Cruz	37	PAN	50	25,1	3576		bh-T		12	2,0 x 2,0	2 500	85	0,7	0,7				
Piedades Sur (2)	70	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	18	2,0 x 2,0	2 500	98	1,5	1,0				
Agua Caliente	44	HON	40	28,7	1381	6	bh-T		20	1,5 x 1,5	4 444	87	3,7	2,2	3,2	1,9		
Piedades Norte (2)	49	COS	1170	21,7	1926	5	bh-PT		25	2,0 x 2,0	2 500	69	1,4	0,6				
Huacas	76	COS	560	27,0	2223	5	bh-T	Typic Haplustalf	29	2,0 x 2,0	2 500	100	4,2	1,7	3,2	1,3		
La Libertad (2)	59	COS	350	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Haplustalf	29	2,0 x 2,0	2 500	95	5,3	2,1	4,0	1,6		
La Libertad (2)	60	COS	334	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Haplustalf	29	2,0 x 2,0	2 500	77	4,7	1,9	3,8	1,5		
Manisa	8	NIC	98	27,9	2463	5	bh-T		80	2,3 x 2,3	1 890	57	16,4	2,4	13,5	2,0		
Monte Romo	92	COS	710	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	92	2,6	2,6				
Junquillo Abajo(4)	119	COS	1110	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	16	2,0 x 2,0	2 500	93	1,3	0,9				
Fila de Mora	95	COS	950	20,6	2611	5	bmh-PT	Ustic Tropohumult	18	2,0 x 2,0	2 500	81	1,8	1,2				
Grito Alto	97	COS	930	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	18	2,0 x 2,0	2 500	83	2,0	1,3	0,9	0,6		
Mercedes Sur	99	COS	1160	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	18	2,0 x 2,0	2 500	85	2,3	1,5	1,2	0,8		
Palmichal	98	COS	1200	20,7	2800	4	bmh-PT	Lithic Ustorthent	18	2,0 x 2,0	2 500	81	1,5	1,0				

* Procedencias
** Peso seco
*** Peso verde

a/ Cerca viva
b/ Línea borde

(1) Fertilización 28 g/planta NPK (16 20 00) superficial
(2) Fertilización 50 g/planta NPK (10 30 10) superficial
(3) Fertilización 28 g/planta NPK (16 20 00) fondo del hoyo
(4) Fertilización 50 g/planta NPK (12 24 12) fondo del hoyo
(5) Asocio inicial con maíz
(6) Asocio inicial con frijol
(7) Asocio con café

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

Rebrotes. La especie produce inicialmente abundantes rebrotes que luego van desapareciendo para quedar los más fuertes y vigorosos. El Cuadro 26 presenta los resultados de dos ensayos de manejo de rebrotes en Honduras y Nicaragua, en plantaciones de 112 y 43 meses respectivamente.

Los resultados indicaron que el promedio de ejes sobrevivientes por tocón era más o menos similar para todos los tratamientos (alrededor de 1,5/tocón) con menor crecimiento en los tratamientos donde efectivamente había un mayor número de rebrotes/tocón. Igualmente hay un menor crecimiento a los 22 meses en los rebrotes de plantas mayores de nueve años. Debido a las pocas diferencias entre los tratamientos y a que la selección se hizo a una edad temprana (antes de seis meses) y con base en experiencias en otras partes se puede utilizar sólo la selección natural de los rebrotes, o en algunos sitios realizar una selección cuando los rebrotes tengan más de seis meses y haya una clara dominancia de los más fuertes y vigorosos. Observaciones preliminares indican que a los seis meses existe una ventaja clara de los dos o tres ejes más vigorosos por tocón. Es aconsejable, si se realiza selección artificial, dejar no más de dos ejes por tocón.

Producción de biomasa. La producción de biomasa, aún a edades tempranas puede ser bastante alta, lo que indica el rápido crecimiento de la especie, el Cuadro 27 presenta la producción de biomasa (peso verde) en cinco sitios de América Central. Se debe indicar que ésta corresponde a la primera rotación realizada a temprana edad, por lo que es necesaria mayor investigación para llegar a conclusiones definitivas con relación a la edad de rotación o ciclo de corta. Los resultados indican una producción muy variable entre 5,2 tm/ha/año y 37 tm/ha/año (aproximadamente 2,6 a 18,5 tm/ha/año en peso seco). Esta producción es función de la densidad inicial, con mayor producción en los espaciamientos 1,5 x 2,0 m, 2,0 x 2,0 m y 2,5 x 2,5. Debido al comportamiento de la especie que produce rebrotes vigorosos con crecimiento rápido posterior, el método de tala rasa, en plantaciones con espaciamientos iniciales de 2,0 x 2,0 m hasta 2,5 x 2,5 m, es la opción de manejo con mayor potencial.

Factores limitantes

Como factores limitantes al crecimiento se considera la presencia de malezas en las primeras etapas del establecimiento, suelos Vertisoles o suelos arenosos con poca retención de humedad. En plantación se han presentado ataques de hormigas defoliadoras (*Atta* spp), que se controlan con formicidas (Mirex). También se han reportado ataques de hongos (*Cylindrocladium* sp), controlados con fungicidas. En la mayoría de los países de América Central se han visto ataques de cáncer (*Diaporthe cubensis*) cuando se ha plantado en suelos muy compactados o superficiales que impiden el desarrollo radicular. En Panamá se han detectado ataques de langostas defoliadoras, hongos y un insecto (*Cerambix* sp) que corta árboles de hasta 3 cm de diámetro, anillando el árbol.

Cuadro 26. **Crecimiento de rebrotes de Eucalyptus camaldulensis en Mateare, Nicaragua y Las Cañas, Honduras**

Sitio	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déficit hídrico (Holdridge)	Suelo	Zona de vida (Holdridge)	Tratamiento (reb/tocón)	Sobre-vivencia (reb/tocón)	Sobre-vivencia (tocones)	E D A D (meses) Plantación	Rebrotes	Altura (m) promedio	IMA	d a p (cm) promedio	IMA
Mateare* 162 NIC	100	28,4	1625	5	Mollic Vitrandept	bs-T	hasta dos	1,4	100	43	22	7,4 A**	4,0	4,9 A	2,6
							hasta tres	1,6	100			7,8 AB	4,2	4,8 A	2,6
							hasta cuatro	1,3	100			8,1 A	4,4	5,2 A	2,8
							todos	1,2	100			8,2 A	4,4	5,2 A	2,8
Las Cañas*** 35 HON	579	24,6	1035	6	Typic Ustifluvent	bs-T	hasta tres	1,8		112	24	4,0	2,0	2,8	1,4
							todos	2,4				3,1	1,5	1,7	0,8

* Plantado a 2 x 2 m
** Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey
*** Plantado a 1 x 1 m

Cuadro 27. **Producción de leña y follaje (peso verde) de Eucalyptus camaldulensis en cuatro sitios en Nicaragua y Guatemala**

Sitio	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Déficit hídrico (meses)	Suelo	Zona de vida (Holdridge)	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial	Sobre-vivencia (%)	Altura (m) promedio	IMA	d a p (cm) promedio	IMA	Producción* (tm/ha) leña	follaje
Mateare 162 NIC	100	28,4	1261	7	Mollic Vitrandept	bs-T	21	2,0 x 2,0	2500	98	6,8	3,8	5,4	2,9	36,2	
El Gurú,León 83 NIC	40	27,9	1625	5	Mollic Vitrandept	bs-T	32	1,5 x 2,0	3333	88	10,3	3,8	8,6	3,2	99,9	35,1
El Gurú,León 95 NIC	40	27,9	1625	5	Udic Argiustoll	bs-T	33	2,5 x 2,5	1600	87	11,1	4,1	10,0	3,6	63,3	23,4
San Ramón 82 NIC	45	29,1	1143	7	Udic Argiustoll	bs-T	36	2,0 x 2,0	2500	100	5,4	1,8	4,3	1,4	15,7	10,6
La Máquina** 22 GUA	100	27,0	1860	6	Vertic Haplustalf	bh-P(S)	22	2,0			7,7	4,2	6,8	3,7	18,0	6,8

* Producción en peso verde
** Plantación en línea, producción promedio/km

Eucalyptus citriodora

Nombre científico: Eucalyptus citriodora Hook.

Familia: Myrtaceae

Nombre común: Eucalipto citriodora

Características sobresalientes

Esta especie produce árboles de muy buena forma y buena madera para aserrío lo mismo que para leña. Se reconoce fácilmente por el fuerte olor a limón del follaje cuando se estruja y la corteza lisa gris-moteada con pequeñas hendiduras redondeadas. Es de crecimiento rápido, aun en sitios a poca altitud con menos de 1000 mm anuales de precipitación y con época seca severa. Requiere bastante cuidado durante el establecimiento (evitar la competencia de malezas). Prefiere suelos profundos y bien drenados.

Distribución

Los rodales naturales están restringidos a la costa oriental de Queensland entre los 7° y 26° de latitud sur, con dos zonas de ocurrencia: entre Mackay y Maryborough (22° - 26°S) y en el Great Dividing Range (Cordillera australiana) cerca de Atherton (17°-19°S). Se le ha plantado en Africa Central, América del Sur (Brasil), América Central, el Mediterráneo, India y Hawaii.

Descripción de la especie

Es un árbol grande, siempreverde, de buen porte y fuste recto que alcanza 24-40 m de altura y 0,6-1,3 m de diámetro, con una copa regular poco densa.

El tronco es de base recta o ligeramente ensanchada, fuste cilíndrico, recto y limpio; corteza gris lisa, desprendible en escamas o parches delgados e irregulares que dejan pequeñas hendiduras redondeadas con apariencia de moteaduras. Al desprenderse estas porciones de corteza dejan expuesta la corteza interior de color blanquecino.

Ramas pequeñas, delgadas, ligeramente aplanadas, de color verde claro, teñidas de marrón. Hojas alternas (opuestas cuando jóvenes), estrechas a lanceoladas-anchas, con márgenes ondulados, vellosas, muchas veces peltadas. Las hojas adultas son alternas, ligeramente acuminadas en el ápice, de forma lanceolada con base decurrente y borde entero, glabras, verde claro por el haz y el envés; con numerosas nervaduras poco visibles y dos nervaduras paralelas a los bordes.

Cabezuelas florales ramificadas en corimbos terminales que nacen en la base de las hojas. Flores numerosas, de color blanco, en umbelas de 3-5 flores juntas sobre pedicelos cortos. Los frutos son cápsulas ovaliformes, de color marrón, con pequeños puntos redondeados emergentes y una pequeña tapa redondeada, con tres líneas delgadas. Cada cápsula contiene pocas semillas irregularmente elípticas, relativamente grandes comparadas con las semillas de otros eucaliptos, de color negro brillante, de 4-5 mm de longitud. Normalmente cada cápsula contiene también algunas semillas estériles de tamaño pequeño. El número de semillas por kilogramo oscila entre 60 000 y 110 000.

La madera es de color marrón claro a gris-marrón, de grano recto a ondulado, fuerte y resistente, moderadamente durable a durable y moderadamente resistente a los termites.

Usos

Leña: la madera es utilizada como combustible en Australia, arde en forma constante. Es una de las principales fuentes de carbón para la industria del acero en Brasil.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es muy pesada (0,75 a 1,1 g/cm^3), fácil de aserrar, utilizada en construcción en general y para construcciones pesadas, mangos de herramientas, postes, durmientes de ferrocarril. Puede ser torneada fácilmente. Produce postes rectos que pueden impregnarse fácilmente a presión. La madera no es útil para pulpa.

Otros usos: los árboles se utilizan como ornamentales pero no se recomienda su uso cerca de las casas ya que las ramas son muy quebradizas. Debido a que la copa es poco densa no tiene mayor utilidad como cortina rompeviento.

Las hojas se utilizan para la extracción de aceite de citronela, utilizado en perfumería y para uso medicinal.

La miel producida por las abejas que se alimentan del néctar de las flores de esta especie es de excelente calidad.

Requerimientos ambientales

Temperatura: el clima en su habitat natural varía entre tropical y subtropical, con una temperatura promedio anual entre 18° y 24°C, con máximos entre 29° y 35°C soporta algunas heladas ligeras. En América Central se le ha plantado en sitios con una temperatura promedio anual entre 20°C y 26°C.

Precipitación: la precipitación promedio en el área de origen varía entre 650 y 1300 mm con un período de sequía de cinco a siete meses. En la región centroamericana se le ha plantado en sitios entre 850 mm y 2800 mm con cuatro a ocho meses de déficit hídrico.

Altitud: los rodales naturales de la parte sur de Australia crecen entre 80 y 300 msnm y los de la parte norte entre 600 y 800 msnm. En Sri Lanka se le ha plantado hasta 2000 msnm, aunque existen otras especies de Eucalyptus que

crecen mejor en tierras altas. En América Central se le ha plantado entre 100 y 1200 msnm.

Suelos: la especie crece naturalmente sobre suelos ondulados, pobres, pedregosos, incluyendo suelos lateríticos. Estos suelos usualmente están bien drenados. Las plantaciones realizadas por el Proyecto Leña se han hecho en suelos bien drenados, correspondientes a los órdenes Ultisol, Inceptisol y Alfisol con resultados variables. El menor desarrollo se ha presentado en Inceptisoles por condiciones locales de los sitios.

Vientos: poco resistente a los vientos.

Silvicultura

Regeneración natural

En Australia la producción de semillas ocurre a intervalos irregulares en contraste con la producción anual en plantaciones fuera de Australia. No se tiene experiencia con regeneración natural en América Central.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En Costa Rica se realiza en noviembre-diciembre. Las semillas tienen viabilidad alta (más del 75%). La semilla se coloca en germinadores de arena desinfectada, protegidos de los pájaros. La germinación se inicia a los cinco días y se extiende hasta los doce. Una vez germinada se debe transplantar a bolsas, cuidando que no se desequen las raíces. No se puede producir para plantación a raíz desnuda o como seudoestaca. Como las semillas son relativamente grandes también puede sembrarse 2-3 semillas directamente en bolsas de polietileno, y se repica si se produce más de una planta por bolsa. Las plantas alcanzan 40 cm en 14-16 semanas.

Siembra directa. Se puede sembrar directamente al terreno, utilizando 3-5 semillas por golpe, aunque no existen experiencias de este tipo en América Central. En este último caso es necesaria una buena preparación del terreno y control de malezas.

Plantación. Es necesaria una buena preparación del terreno, así como protección contra los ataques de termites y hormigas defoliadoras. En las primeras etapas es necesario controlar bien la competencia de las malezas. Es resistente a incendios ya que posee lignotubérculos.

Crecimiento y manejo. La especie es exigente en condiciones de suelo. Se desarrolla mal en suelos muy compactados por sobrepastoreo, así como en presencia de malezas y pastos (gramíneas). El Cuadro 28 y la Figura 18 presentan los resultados y tendencia de crecimiento en algunos lugares de América Central.

El análisis indica que la especie presentó un buen desarrollo por debajo de los 800 m de altitud, con menos de 1000 mm de precipitación anual y ocho

Cuadro 28. **Crecimiento de *Eucalyptus citriodora* en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobrevivencia (%)	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA	Producción leña (tm/ha)
La Ermita	48	HON	780	23,1	938	8	bs-S	Entic Dystrandept	16	1,5 x 1,5	4 444	88	2,4	1,8	2,3	1,7	
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	6	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	17	0,3				
El Potrerón	19	HON	1180	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	46	0,7				
Río Abajo	18	HON	950	22,8	1101	6	bh-S		41	2,0 x 2,0	2 500	44	2,2	0,6			
El Zunza	9	ELS	600	24,2	1767	6	bh-S		48	2,0 x 2,0	2 500	92	7,8	2,0	6,6	1,7	36 *
El Zunza	9	ELS	600	24,2	1767	6	bh-S		53	2,0 x 2,0	2 500	90	9,3	1,6	7,1	1,6	
Cholomá	2	HON	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	72	2,5 x 2,5	1 600	18	13,4	2,2	11,9	2,0	
San Pedro Ayampuc	16	GUA	1350	18,2	1247	6	bh-MBS	Udic Haplustalf	43	2,0 x 2,0	2 500	100	3,5	1,0	2,9	0,8	
Sébaco	126	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Typic Ustifluvent	34	2,0 x 2,0	2 500	65	5,4	1,9	5,5	1,9	
Sébaco	33	NIC	480	25,7	889	8	bms-T		35	2,0 x 2,0	2 500	100	6,2	2,1	5,9	2,0	
Potrerillos	70	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	18	2,0 x 2,0	2 500	79	1,0				
Piedades Norte	36	COS	1140	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	87	1,7	0,8	1,1	0,5	
Piedades Norte	50	COS	1170	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	36	0,6				
Finca de Mora	95	COS	950	20,6	2611	5	bmn-PT	Ustic Tropohumult	14	2,0 x 2,0	2 500	77	0,7				
Grifo Alto	97	COS	930	20,6	2800	4	bmn-PT	Ustic Tropohumult	18	2,0 x 2,0	2 500	75	1,4				

* Peso verde

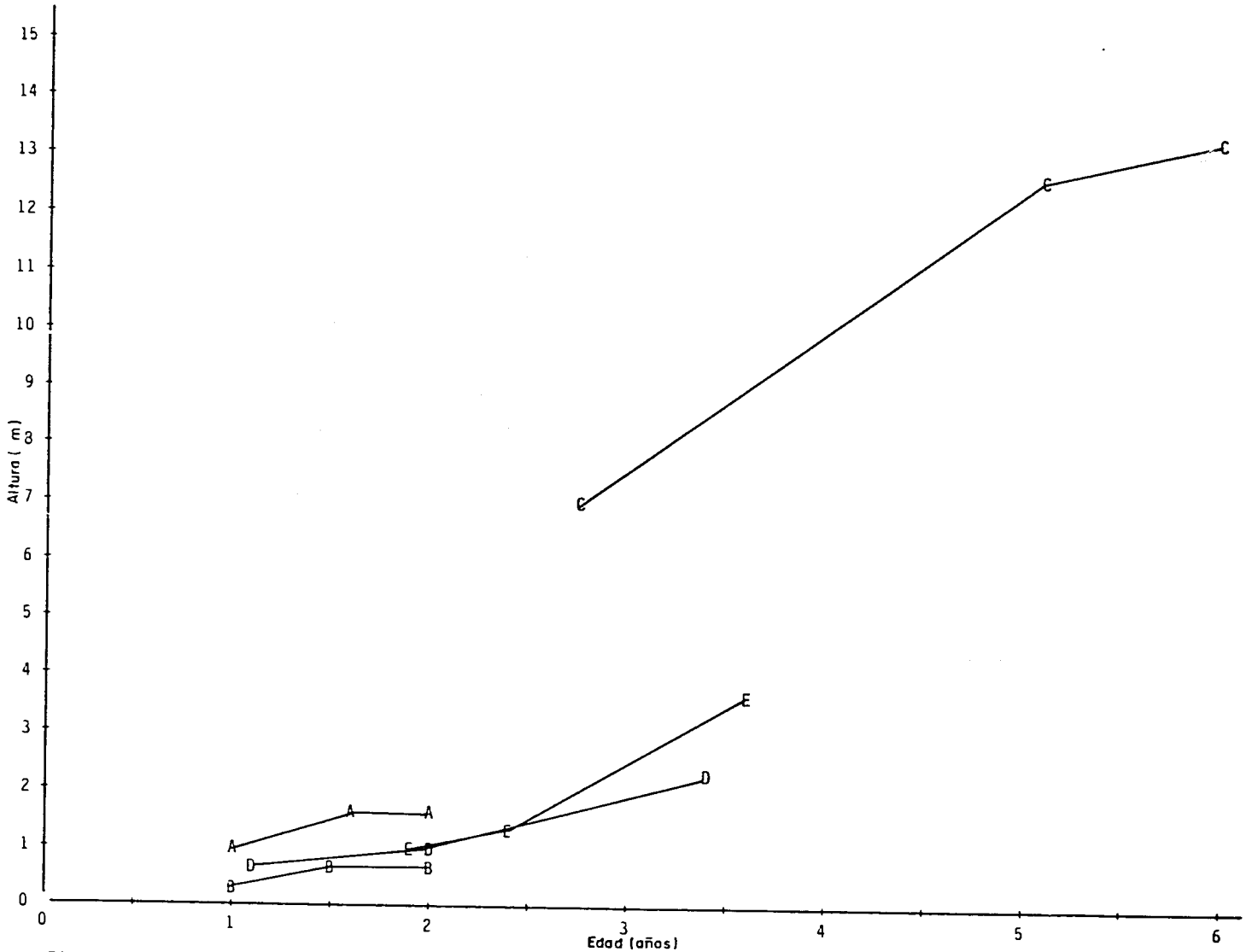


Figura 18. Crecimiento en altura de Eucalyptus citriodora en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Piedades Norte	COS	36	1140	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Suelo bajo pastos
B: Piedades Norte	COS	50	1140	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Suelo bajo pastos
C: Choloma	HON	2	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	
D: Río Abajo	GUA	18	950	22,8	1101	6	bh-S		Suelo abandonado
E: San Pedro Ayampuc	GUA	16	1350	18,2	1247	6	bh-MBS	Udic Haplustalf	Ataque constante de Atta spp

meses de déficit hídrico. Las experiencias realizadas en Costa Rica se vieron afectadas por competencia de malezas, suelos muy compactados, presencia de vientos que defoliaron la especie y hormigas defoliadoras (Atta spp). En Comayagua, Honduras, la presencia de inundaciones periódicas durante la estación lluviosa afectó el crecimiento y sobrevivencia de la especie.

El Cuadro 29 presenta los resultados de un ensayo de procedencias de E. citriodora en Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 29. **Comportamiento de tres procedencias de Eucalyptus citriodora en Turrialba (135) Costa Rica**

Procedencia	11 meses altura (m)	24 meses altura (m)	24 meses dap (cm)	36 meses altura (m)	36 meses dap (cm)
Atherton, Qld.	3,1	7,2	5,2	10,0 A*	8,6 A
Dawson Range, Qld.	2,6	6,7	4,8	9,6 A	7,7 A
Orosi, CUS	2,5	4,0	2,6	6,8 B	5,2 B

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Altitud 600 msnm; TMA 22,3°C; PMA 2650 mm; un mes con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Tropical)

Los resultados indican que las procedencias australianas crecieron por lo menos un cuarenta por ciento más que la procedencia costarricense.

En una experiencia realizada en San Andrés Itzapa, Guatemala (14° 38' N y 90° 48' O, altitud 1776 m, TMA 16,4°C, PMA 951 mm y seis meses de déficit hídrico) se encontró que semillas procedentes de Itamarandiba, Brasil, produjeron plantas de 1,0 cm de diámetro y 1,6 m de altura en 12 meses, mientras que semillas locales produjeron plantas de 0,8 cm y 1,5 m en diámetro y altura respectivamente a la misma edad. La competencia con cultivos agrícolas (maíz, frijol), disminuyó un poco el crecimiento de las dos procedencias, no produjo efectos en la sobrevivencia pero si disminuyó los costos de plantación y mantenimiento.

Aparentemente rebrota bien, característica que puede permitir la renovación de rodales después de un primer aprovechamiento.

Factores limitantes

Los principales factores limitantes son: suelos compactados, competencia de malezas, presencia de hormigas (Atta spp), inundaciones periódicas y vientos. También suelos poco profundos, con poca capacidad de almacenamiento de agua limitan el desarrollo de la especie. En general la especie tiene potencial pero exige muchos cuidados en la fase inicial de establecimiento.

Eucalyptus deglupta

Nombre científico: Eucalytpus deglupta Blume

Familia: Myrtaceae

Sinónimo: Eucalyptus naudiniana F. v. Muell

Nombre común: Eucalipto deglupta

Características sobresalientes

Eucalyptus deglupta es una de las especies de más rápido crecimiento en el mundo, aunque limitada a las zonas húmedas bajas y medias (hasta 1200 msnm aproximadamente). Es un árbol de forma excelente que alcanza gran altura. La rapidez de crecimiento y el buen contenido calórico de la madera le dan opción para ser utilizada en la producción de leña, aunque tiene poca capacidad de rebrote de cepa.

Distribución

La distribución natural de esta especie está restringida al área tropical entre 9° N y 11° Sur. Tiene una distribución discontinua desde Mindanao en Filipinas, las islas Sulawesi, Ceram e Irian Jaya en Indonesia hasta Nueva Bretaña, Papua Nueva Guinea.

Actualmente existen plantaciones en el área natural de distribución y además en Africa Central y Occidental, el sureste asiático, Islas del Pacífico, América Central, Cuba y América del Sur.

Descripción de la especie

Es un árbol de gran porte que generalmente alcanza 35 a 60 m de altura, aunque ocasionalmente llega a 85 m. En Filipinas se pueden encontrar ejemplares de hasta 2 m de diámetro.

El fuste es generalmente recto y cilíndrico, aunque en sitios inundables puede desarrollar contrafuertes en la base , hasta una altura de 3 a 4 m. En la edad juvenil el tronco se presenta muchas veces acanalado por debajo de las ramas inferiores, perdiendo esta excentricidad cuando el árbol es maduro. Presenta un fuste limpio de ramas en aproximadamente las dos terceras partes de la altura total.

Tiene una raíz principal (pivotante) profunda y una red amplia de raíces superficiales. En suelos con impedimentos para la penetración de las raíces desarrolla un sistema radicular superficial.

La copa es moderadamente abierta; en árboles jóvenes tiene forma cónica con ramas y ramitas de forma aplanada. En árboles más viejos la copa tiende a aplanarse mientras las ramas inferiores se curvan con las puntas hacia arriba.

La corteza es lisa, decidua, delgada (3-4 mm de espesor) y de un color verde claro, generalmente cubierto de manchas verticales de color rojizo, café y pardo. En Turrialba, Costa Rica se ha encontrado dos coloraciones (posiblemente relacionadas con las procedencias): verde y morada. La corteza desprende en tiras largas y la caída natural es por sectores longitudinales, debajo de los cuales reaparece el color verde claro de la nueva corteza.

Las hojas son alternas (opuestas cuando jóvenes), ovaladas, lanceoladas hasta acuminadas, de color verde pálido. Las hojas son membranáceas, en contraste con otros eucaliptos que tienen hojas casi coriáceas. No tienen el olor típico de los eucaliptos. Las hojas tienen una disposición horizontal lo que facilita una mayor captación de luz.

Es una especie que florece muy joven y presenta un período largo de floración (hasta seis o más meses). Las inflorescencias se presentan en umbelas formando panículas terminales y axiales, con tres a siete flores de color blanco-amarillento.

El fruto es una cápsula pedicelada, ovoide o globosa; el disco es delgado con valvas (dientes) excertas. Las semillas son muy pequeñas y se presentan acompañadas de restos vegetales pequeños. El número de semillas por kilogramo varía entre 10 y 16 millones de los cuales aproximadamente cuatro millones son generalmente semillas viables. La viabilidad decrece rápidamente si no se conserva en recipientes sellados herméticamente y a bajas temperaturas (1° a 4°C).

La madera del duramen es pardo-rojiza y la albura blanca a rosado pálido. La madera, de grano grueso y de resistencia moderada no es durable en contacto con el suelo.

Usos

Leña: el principal uso de *E. deglupta* es la fabricación de pulpa para papel. Sin embargo su crecimiento es tan rápido que en áreas apropiadas, con escasez de combustible, podría considerarse para la producción de leña y otros usos. La madera es moderadamente pesada y tiene un poder calórico de aproximadamente 21 000 kJ/kg (5000 kcal/ kg). La madera de árboles mayores de 15 años de edad produce buen carbón.

Madera de uso comercial y familiar: la madera se usa para producción de pulpa, aunque la madera joven (menos de 15 años) tiene una gravedad específica variable (0,27 a 0,44 g/cm^3), con altos porcentajes de humedad, lo que hace necesario el secado previo a su uso.

La madera de rodales naturales se ha utilizado en construcción en general y como madera para pisos de botes y en el acabado de embarcaciones pequeñas. También se usa en construcciones pesadas, para pisos y en ebanistería, ya que es fácil de aserrar y trabajar y adquiere buen acabado, aunque la madera aserrada por el plano radial es difícil de cepillar.

La madera proveniente de plantaciones jóvenes y raleos se utiliza para la fabricación de marcos para ventanas, puertas y otros muebles, obtención de postes de cerca y postes de conducción, previamente inmunizados. También se puede utilizar como soportes para plantaciones de banano.

Otros usos: observaciones preliminares indican un buen potencial para la obtención de miel.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en el área de distribución natural las temperaturas son normalmente altas y uniformes. Cerca al nivel del mar la temperatura media máxima de todos los meses varía entre 30°C y 32°C pero en las mayores altitudes la temperatura media máxima del mes más frío llega a sólo 24°C, sin heladas.

En América Central se le ha plantado en zonas con temperturas mensuales máxima y mínima entre 35°C y 15°C respectivamente y temperatura promedio superior a 20°C.

Precipitación: el clima en el área natural de distribucion es subecuatorial en las costas y tropical en otras partes. La precipitación promedio anual está principalmente entre 2500 mm y 3500 mm con un límite superior de 5000 mm. La distribución estacional varía con el patrón del monzón; excepto en un área con sombra de lluvias en el sureste de Papua Nueva Guinea, hay muy pocos meses con menos de 150 mm mensuales. En América Central se le ha plantado en zonas con precipitaciones entre 2400 y 4600 mm.

Altitud: en forma natural se encuentra desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1600 msnm. En América Central se ha plantado con éxito desde el nivel del mar hasta 1100 msnm.

Suelos: *Eucalyptus deglupta* se considera una especie relativamente exigente en suelos. Por lo general requiere suelos húmedos bien drenados, en el área de distribución natural son también de alta fertilidad. Crece mejor en suelos franco arenosos profundos, aunque también ocurre en suelos derivados de cenizas volcánicas y pómez. La mayoría de los rodales naturales se encuentran en aluviones a lo largo de ríos; también se le encuentra en zonas de derrumbes y disturbios volcánicos.

En áreas pantanosas y mal dreradas el árbol tiene muy mala forma y no prospera. Se indican como suelos no apropiados para la especie aquellos cubiertos por pastizales, suelos secos, estériles o pantanosos y suelos arcillosos mal drenados.

Otros requerimientos

Luz: es exigente en luz aunque en menor grado que otros eucaliptos, por lo que necesita un buen control de malezas.

Protección contra incendios: aunque en zonas húmedas son poco frecuentes los incendios, es necesario protegerle contra el fuego al cual es muy susceptible. Además, por carecer de lignotubérculos no rebrota cuando es afectado por fuegos.

Silvicultura

Regeneración natural

No existe mucha experiencia en América Central, aunque en áreas libres de malezas se encuentran abundantes brinzales de regeneración natural proveniente de semilla trasladada por el viento desde árboles aislados o de plantaciones cercanas.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En plantación, la especie inicia la producción de semillas a partir del tercer año. En Turrialba, Costa Rica, la recolección de semillas se realiza entre los meses de junio-julio y noviembre-diciembre.

Producción en vivero. Como con la mayoría de los eucaliptos, es necesario poner especial cuidado a las fases de germinación y producción en vivero. Para la germinación se siguen las indicaciones generales dadas en el capítulo de E. camaldulensis. A fin de distribuir las semillas en forma pareja en los germinadores se recomienda mezclar la semilla con arena fina esterilizada en una proporción 1:10 antes de sembrar al voleo.

La germinación comienza a los 4-6 días y termina a los 20 días, aunque se reportan casos de germinación a los 30 días. En Turrialba, Costa Rica, las plántulas se dejan en los germinadores hasta alcanzar una altura de aproximadamente 2,5 cm (unos 10 a 22 días después de la germinación).

Al repicar a las bolsas de polietileno es imprescindible tomar la plántula por las hojas, ya que el simple contacto del tallo con los dedos quema la planta. Es necesario regar abundantemente antes y después del transplante. Una vez hecho el repique las plantas pueden estar a plena exposición. Alcanzan altura de 25-30 cm en 2-3 meses, después de la germinación. No se tiene experiencia con plantas a raíz desnuda.

Siembra directa. No es un método común de reproducción debido al tamaño de las semillas y, sobre todo, a que en bancales sobre el suelo las semillas son robadas por hormigas.

Plantación. El sitio de plantación debe prepararse adecuadamente eliminando las malezas por corte y quema posterior cuando esta es factible. En áreas infestadas de termites es necesario el control previo a la plantación.

Se recomienda plantar en asocio con cultivos anuales por el sistema Taungya. En una experiencia realizada en Turrialba, Costa Rica, se plantó E. deglupta en asocio con maíz con y sin fertilización. Los fertilizantes utilizados fueron 306 kg/ha de N-P-K (15-30-8) al momento de la siembra del maíz; a los 30 días se aplicó 89,6 kg/ha de nitrato de amonio y 9,8 kg/ha de muriato de potasio. A los árboles asociados con maíz se aplicó además 368 g/árbol de N-P-K-Mg (20-10-6-5) y 132 g/árbol de superfosfato triple en cuatro aplicaciones (30, 70, 150 y 180 días). El Cuadro 30 presenta los resultados de crecimiento a los seis y 12 meses.

Cuadro 30. **Crecimiento en el primer año de Eucalyptus deglupta plantada en asocio con maíz en Turrialba, Costa Rica**

Tratamiento	6 meses		Sobre-vivencia	12 meses		
	Altura (cm)	Diám.basal (cm)	(%)	Altura (m)	Diám.basal (cm)	dap (cm)
Sin asocio	1,0 A*	1,4 B	94 AB	4,3 B	5,2 B	3,4 B
Asocio sin fertilización	1,1 A	1,6 AB	91 B	4,4 B	5,6 A	3,7 B
Asocio más fertilización	1,2 A	1,8 A	98 A	4,9 A	6,1 A	4,2 A

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento (prueba de Duncan)

Altitud 601 msnm; PMA 2660 mm; TMA 22,3°C; un mes con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Tropical)

Como puede observarse en general hubo una ligera ventaja para el tratamiento asociado con fertilización.

Crecimiento y manejo. Un mayor número de plantaciones se han establecido en Costa Rica, donde el CATIE inició las experiencias en 1965. El Cuadro 31 presenta los datos de crecimiento en algunos lugares de América Central y la Figura 19 la tendencia de crecimiento en algunos de esos sitios. Los mismos muestran que la especie presenta un crecimiento muy rápido en las primeras etapas de vida, el cual se mantiene hasta el décimo año. No hay una relación muy clara entre el crecimiento y la altura sobre el nivel del mar, o el número de meses con déficit hídrico.

En el sitio de peor crecimiento (Volcán, Buenos Aires, Costa Rica) los suelos son arcillosos, con drenaje externo libre. En los demás sitios los suelos varían desde franco arcillo-arenosos hasta arenosos.

Cuadro 31. **Crecimiento de *Eucalyptus deglupta* en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobrevivencia (%)	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA
Guacalate	8	GUA	100	27,0	2500	6	bmh-S	Typic Tropofluvent	65	2,0 x 2,0	2 500	49	17,2	3,2	14,0	2,6
Bulbuxya	28	GUA	506	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	33	2,7	2,3		
Volcán Buenos Aires		COS	380	25,9	3672	4	bh-T		39	2,0 x 2,0	2 500	69	4,0	1,2	3,1	0,9
Cosiguina		NIC	98	27,9	2463	5	bh-T		39	2,0 x 2,0	2 500	82	12,0	3,6	9,0	2,7
El Viejo	7	NIC	98	27,9	2463	5	bh-T		54	2,1 x 2,3	2 070	75	12,3	2,7	15,3	3,4
Santa Rosa Cutris		COS	160	25,9	3182	1	bh-T		72	3,0 x 3,0	1 111	91	17,9	2,9	17,9	3,0
Volcán Buenos Aires		COS	570	25,3	2714	4	bh-T		120	2,0 x 2,0	2 500	91	20,4	2,0	16,8	1,7
Florencia		COS	601	22,3	2660	3	bmh-PT		42	2,7 x 2,7	1 323	100	13,4	3,6	10,0	2,8
Palmar Norte		COS	20	26,9	3667	3	bmh-PT		50	2,0 x 2,0	2 500	81	16,7	4,0	12,0	2,9
Ciudad Quesada		COS	580	22,9	4535	1	bmh-T		72	2,5 x 2,5	1 600	59	18,7	3,1	16,7	2,8
Hda. Argentina		COS	700	23,8	2158	5	bmh-PT		87	2,0 x 2,0	2 500	56	14,0	2,0	15,3	2,2
Ciudad Quesada		COS	540	22,9	4535	1	bmh-T		96	2,5 x 2,5	1 600	44	20,6	2,5	20,6	2,6
Palmichal		COS	1110	20,0	2502	4	bmh-PT		102	2,0 x 2,0	2 500	90	19,3	2,2	19,8	2,3

Factores limitantes

Se han reportado algunos daños en plantaciones tales como marchitez del brote terminal ("dieback") seguido, generalmente por ataques de hongos. Posiblemente esta marchitez se debe a un mal desarrollo del sistema radicular por lo que es recomendable tiempos cortos de vivero y plantar cuidadosamente para evitar daños en el sistema radicular. También se han reportado daños producidos por el viento, que quiebra las ramas y produce huecos que afectan la calidad del fuste, así como ataques de chancro (Diaportne cubensis).

La mayor plaga en todas las etapas de desarrollo son los termites que atacan el árbol produciendo galerías y dejan tubos de madera sana de sólo pocos centímetros de espesor, por lo que son recomendables rotaciones cortas de 10-15 años. También es necesario controlar la presencia de hormigas defoliadoras (Atta spp) que pueden causar daños de consideración. Suelos arcillosos no permiten un buen desarrollo de la especie.

La mayor limitación en programas de producción de leña es la poca capacidad de rebrotar (de cepa) que tiene esta especie.

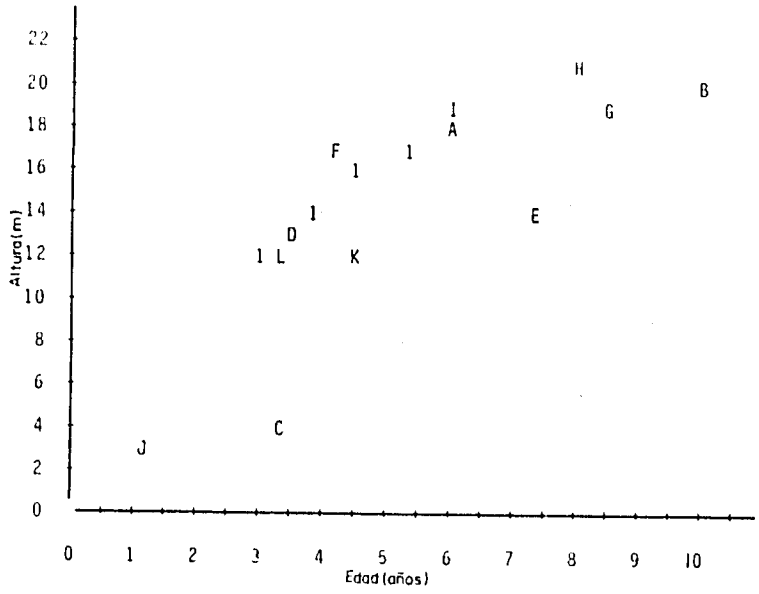


Figura 19. Crecimiento en altura de Eucalyptus deglupta en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo
1: Gu[illegible]te	GUA	8	100	27,0	2500	6	bmh-S	Typic Tropofluvent
A: Sta [illegible]osa Cutris	COS		160	25,9	3182	1	bh-T	
B: Buenos Aires	COS		570	25,[illegible]	2714	4	bh-T	
C: Buenos Aires	COS		380	25,9	3672	4	bh-T	
D: Florencia	COS		601	22,3	2660	3	bmh-PT	
E: Hda. Argentina	COS		700	23,5	2158	5	bmh-PT	
F: Palmar Norte	COS		30	26,9	3667	3	bh-T	
G: Palmichal	COS		1110	20,8	2502	4	bmh-PT	
H: C. Quesada	COS		540	22,9	4535	1	bmh-T	
I: C. Quesada	COS		580	22,9	4535	1	bmh-T	
J: Bulbuxya	GUA	2a	506	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent
K: El Viejo	NIC	7	98	27,9	2463	5	bh-T	
L: Cosiguina	NIC		98	27,9	2463	5	bh-T	

Eucalyptus globulus

Nombre científico: Eucalyptus globulus Labill

Familia: Myrtaceae

Sub-especies: se reconocen, en su habitat natural, cuatro sub-especies: Eucalyptus globulus ssp. bicostata (Maiden et al.), Kirkpatrick ex Eucalyptus bicostata Maiden et al.; Eucalyptus globulus ssp. maidenii (F. Muell.) Kirkpatrick, ex Eucalyptus maidenii F. Muell.; Eucalyptus globulus ssp. pseudoglobulus (Naudin ex Maiden) Kirkpatrick, ex Eucalyptus pseudoglobulus Naudin ex Maiden. o ex Eucalyptus stjohnii (R.T. Baker) R. T. Baker, y Eucalyptus globulus Labill. ssp. globulus. Bajo esta clasificación, la especie cultivada universalmente fuera de Australia y conocida como Eucalyptus globulus Labill es en sentido estricto Eucalyptus globulus Labill. ssp globulus.

Nombres comunes: (Eucalipto) globulus (América Central y países de habla hispana), eucalipto plateado (nombre dado en Guatemala a esta especie y al Eucalyptus cinerea).

Características sobresalientes

Es la especie de eucalipto más conocida y plantada en el mayor número de países en el mundo. Es fácil de establecer, de rápido crecimiento y resiste los vientos y heladas. Es un árbol de buen porte y forma, usado como ornamental por su follaje plateado, fácilmente reconocible por el penetrante olor a alcanfor de las hojas al estrujarlas. La madera produce leña de buena calidad muy utilizada en las zonas altas de América del Sur. Es muy susceptible a sequías fuertes y prolongadas, así como a suelos poco profundos o muy compactados.

Distribución

La distribución natural del complejo de eucaliptos "blue gum" está confinada a Tasmania, Victoria y Nueva Gales del Sur en Australia entre las latitudes 31° y 43° S. Hay cuatro sitios principales de ocurrencia: Los Pirineos australianos (ssp bicostata); You Yangs-Bacchus Marsh (ssp pseudoglobulus); en el oeste de Tasmania e Isla del Rey (King Island) la ssp globulus. Hay ocurrencias aisladas de la subespecie bicostata en otros sitios alrededor de 31° S. La subespecie maidenii se localiza en pendientes escarpadas de la región costera sur de Nueva Gales del Sur y el este de Victoria.

Actualmente la especie se ha plantado en Europa, Africa, América del Sur (Brasil, Perú, Ecuador y Colombia) y en Hawaii. En América Central se localizan pequeñas plantaciones y árboles aislados (como ornamental) en casi todos los países.

Descripción de la especie

Arbol de gran porte, siempreverde, de 40-55 m de altura o más, con un fuste recto, grueso, casi cilíndrico de 0,6-2 m de diámetro y cerca de dos terceras partes de la altura total libres de ramas; copa irregular, angosta, de ramas largas y follaje colgante. El sistema radicular es profundo.

Fuste de base recta con corteza lisa, con moteaduras grises, marrón y verdosas o azuladas que desprende en tiras largas; corteza interna amarilla clara con una capa delgada de color verde.

Ramas con corteza lisa, delgada, de color verde azulado. Ramillas delgadas, cuadrangulares, de color verde-amarillento que se tornan rojas o marrón oscuros. Hojas juveniles opuestas, glaucas; hojas adultas alternas, pecioladas, lanceoladas y a menudo curvadas, que cuelgan en pecíolos amarillentos, ligeramente acuminadas en el ápice y base decurrente, de bordes lisos, glabras, gruesas, con nervaduras secundarias rectas y numerosas y nervaduras paralelas a los bordes; de color verde oscuro brillante en el haz y el envés.

Flores individuales blancas (raras veces hay dos o tres) en la base de las hojas, con un pedicelo delgado y muy corto. Frutos o cápsulas simples, en la base de las hojas, redondeados, tetragonales y arrugados, con un disco blanquecino, ancho, grueso, aplanado o convexo y 3-5 incisiones. Semillas numerosas, (230 000 a 330 000 semillas/kg) irregulares, elípticas, de 2 - 3 mm de longitud de color negro mate, con muchas semillas pequeñas y estériles. Aproximadamente hay entre 70 000 y 110 000 semillas viables por kilogramo.

Madera blanca, con duramen amarillo marrón pálido, con textura mediana, grano recto a entrecruzado, y anillos de crecimiento conspicuos.

Usos

Leña: la madera arde bien con pocas cenizas; el valor calórico es de 20 700 kJ/kg (4950 kcal). Produce carbón de buena calidad.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es pesada, densa y dura (0,67 a 0,80 g/cm^3), muy apreciada en construcción, postes, pilotes y mangos para herramientas, e incluso para durmientes de ferrocarril. La madera es resistente a ataques de termites debido a las resinas que contiene. Es uno de los mejores eucaliptos para la fabricación de pulpa.

Otros usos: en las tierras altas de los Andes de Perú, Ecuador y Colombia se le usa como cerco vivo y barreras rompevientos para proteger pastizales y sitios de pastoreo de ovejas; este uso puede extenderse a las tierras altas de América Central. Las hojas se utilizan para la obtención de eucaliptol, de uso medicinal; también se usan para preparar infusiones para combatir enfermedades bronquiales. El humo producido al quemar las hojas ahuyenta los insectos. También se utiliza la especie para la producción de miel de buena calidad.

Requerimientos ambientales

Temperatura: nativa de climas templados, se le cultiva en áreas con temperaturas medias anuales de 12-18°C. En su habitat natural soporta hasta ochenta heladas al año. En las zonas altas de los Andes resiste bien numerosas heladas a lo largo del año.

Precipitación: en su área de distribución natural se presentan precipitaciones entre 600 y 1100 mm y se le encuentra aún en localidades con 500 mm y pocos meses de sequía no severa.

Altura: se le ha plantado con éxito hasta 3000 msnm en Africa Oriental y hasta 3600 m en el Perú. En América Central el límite inferior está alrededor de 1100 msnm.

Suelos: se adapta a una gama amplia de suelos, aunque prefiere los bien drenados. Crece mejor en suelos profundos, arcillo-arenosos o francos de buena calidad. Suelos poco profundos, la salinidad y el mal drenaje son los principales factores limitantes.

Silvicultura

Regeneración natural

No existe experiencia en Amórica Central sobre regeneración natural. En otras áreas es necesario que la semilla caiga sobre terreno libre de maleza para que emerjan las plantas y puedan crecer.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. Aunque no existe mayor experiencia sobre recolección de semillas en los países de América Central, se sabe que la especie fructifica a partir de agosto y las semillas pueden colectarse entre diciembre y abril. La recolección es a veces difícil por el tamaño de los árboles. Los frutos se secan al sol y las semillas se almacenan en cámaras frías.

Producción en vivero. Normalmente la semilla no requiere ningún tratamiento previo a la germinación, pero una estratificación de frío y humedad durante una semana asegura una germinación rápida y uniforme. Las semillas se colocan en germinadores desinfectados, para evitar ataques de hongos. La germinación se produce en 7-10 días y se puede repicar cuando sólo están presentes las hojas del cotiledón. La producción de plantas se hace normalmente en recipientes (bolsas u otros). Se puede utilizar la producción a raíz desnuda pero se debe tener mucho cuidado al realizar la poda de raíces y al trasladar las plántulas para evitar desecación y daño a la raíz principal.

En las zonas altas normalmente necesita de seis a 10 meses de estadía en vivero, período en el cual es necesario proteger de las heladas. Para ello se puede utilizar cobertores sobre las plantas, riego abundante, rehiletes para hacer circular el aire, quema de basura u otros para inducir el movimiento del aire o colocar las bolsas en la tierra para aprovechar el calor durante

la noche, cuidando que haya buen drenaje. Una de estas medidas o la combinación de ellas puede evitar los daños producidos por las heladas durante la época de vivero. Experiencias en Australia indican que las plantas jóvenes responden favorablemente a la fertilización con nitrógeno y fósforo.

Siembra directa. En América Central no se dispone de información sobre siembra directa de la semilla de esta especie.

Plantación. El sitio de plantación debe prepararse cuidadosamente para asegurar el establecimiento y buen crecimiento inicial. Es necesario controlar adecuadamente las malezas durante el primer año y medio de vida. En suelos muy compactados por sobrepastoreo se debe practicar una aradura previa del terreno (y, aunque costoso, subsolado si es factible). Las distancias de plantación varían según el tipo de plantación, desde 1 m, 2 m y 3 m en plantaciones en línea, o 2 m x 2 m ó 2,5 m x 2,5 m ó más en plantaciones densas.

Aunque la especie posee lignotubérculos es necesario evitar los incendios, especialmente cuando la plantación es joven. Fuegos sucesivos pueden ser fatales para la plantación.

Crecimiento y manejo. A pesar que la especie tiene rápido crecimiento, aun en sitios con menos de 800 mm anuales de precipitación, las plantaciones jóvenes realizadas por el Proyecto Leña en algunos sitios de América Central generalmente han tenido poco desarrollo (Cuadro 32 y Figura 20). Sin embargo, la especie tiene gran potencial en las zonas altas del área.

Las causas del escaso desarrollo de estos ensayos han sido la competencia de malezas y pastos, suelos con drenaje excesivo o muy compactados, inundaciones y ataques de hormigas defoliadoras (Atta spp.).

En una plantación realizada en Bárcenas, Guatemala, en un suelo sobrepastoreado se aró el suelo hasta una profundidad de 30 cm, se realizó plateo individual al momento de la plantación y se fertilizó con 3-5 g/planta de N-P-K (15-15-15) en un anillo a 5 cm alrededor del cuello de la planta; a los seis meses la altura promedio de la plantación era de 1,5 m y algunos ejemplares habían alcanzado más de 2,5 m de altura y más de 1,5 cm de dap. Las condiciones del sitio de plantación son: altitud 1450 msnm, TMA 21,4°C, PMA 1128 mm y seis meses con déficit hídrico. En el mismo sitio los árboles a los cuales sólo se ha controlado la maleza posteriormente, sin plateo individual, tienen un menor desarrollo.

Factores limitantes

Los principales factores limitantes en América Central han sido: competencia de malezas, suelos con excesivo drenaje (muy secos), inundaciones periódicas, ataques de hormigas (Atta spp), ataques de hongos (Peztalottia sp, Botrytis cinerea que causan serios daños en plantas jóvenes) y ataques de insectos en las raíces (Philophaga sp).

Cuadro 32. **Crecimiento de Eucalyptus globulus en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA
El Potrerón	19	HON	1180	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	18	0,7			
San Pedro Ayampuc	16	GUA	1350	18,2	1247	5	bn-MBS	Udic Haplustalf	43	2,0 x 2,0	2 500	40	5,0	1,4	5,6	1,6
Piedades Norte	25	COS	1100	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	53	1,8	0,9	1,2	0,6
La Trinidad	116	COS	2500	15,0	2078	5	bmh-MST	Andic Humitropept	9	2,0 x 2,0	2 500	100	0,8			
Macho Gaff	114	COS	2480	18,6	2078	5	bp-MT	Typic Troporthent	21	2,0 x 2,0	2 500	100	0,5			
Macho Gaff	115	COS	2480	18,6	2078	5	bp-MT	Typic Troporthent	22	2,0 x 2,0	2 500	95	0,6			
Macho Gaff	115	COS	2480	18,6	2078	5	bp-MT	Typic Troporthent	22	2,0 x 2,0	2 500	93	1,1	0,6		

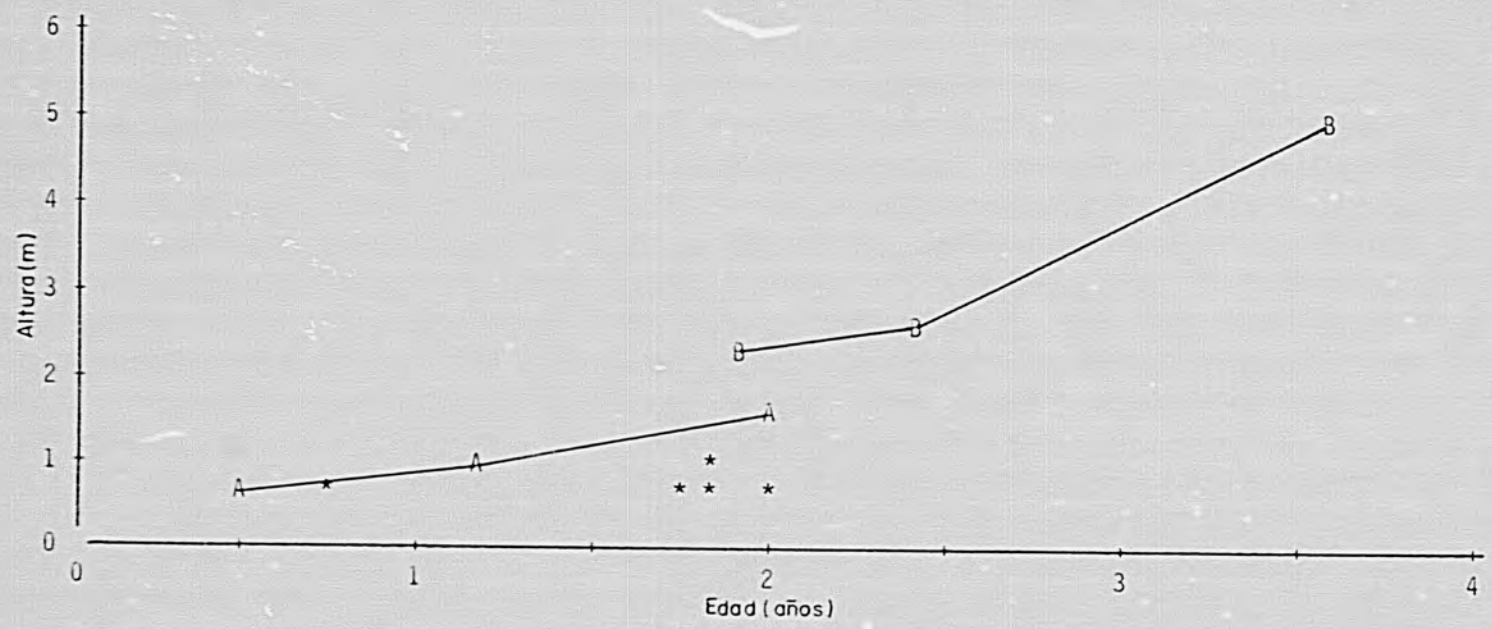


Figura 20. Crecimiento en altura de Eucalyptus globulus en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Piedades Norte	COS	25	1100	21,7	1926	5	bn-PT	Ustic Dystrandept	Vientos y suelo compactado
B: San Pedro Ayampuc	GUA	16	1350	18,2	1247	5	bh-MBS	Udic Haplustalf	Ataques constantes de Atta spp
*: Otros sitios									

Eucalyptus grandis

Nombre científico: Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid.

Sinónimo: Eucalytpus saligna var. pallidivalvis Baker & Smith

Nombre común: Eucalipto grandis

Características sobresalientes

Es un árbol de gran porte, de crecimiento rápido, adaptado a un rango amplio de suelos. Se asemeja un poco a Eucalyptus saligna, por lo que a menudo se le confunde con este, aunque se distingue de E. saligna porque no posee lignotubérculos y en forma natural crece en el pie de monte de las montañas, mientras que E. saligna lo hace en las laderas. La madera se utiliza en postería y para la producción de leña y carbón de buena calidad.

Distribución

Se localiza en forma natural en las zonas costeras de Nueva Gales del Sur y Queensland (16° a 33°S) y no se adentra más de 100 km en el continente. Se encuentra con mayor frecuencia entre 25° y 33° S, en zonas bajas hasta 600 msnm. Se ha introducido en Africa, Asia, América del Sur y América Central, así como en Florida y Hawaii. Al igual que con E. saligna es necesario conocer la procedencia y estar seguro de la pureza de la semilla al realizar nuevas plantaciones.

Descripción de la especie

Es un árbol muy grande, de más de 40 m de altura (45-55 m en Australia) y más de un metro de diámetro (hasta 2 m) en árboles plenamente desarrollados. La base es recta, raíces sin lignotubérculo y fuste recto y limpio en más de dos tercios de la altura total. La copa es clara y amplia cuando crece aislado o pequeña y comprimida en plantaciones muy densas. La corteza es blanca grisácea o verde azulada, lisa y desprende en tiras largas. En la base (hasta una altura mayor que en E. saligna), la corteza es fibrosa de color gris claro. Ramillas delgadas, angulosas y recubiertas de pruina (cera) blanquecina.

Hojas alternas horizontales o colgantes con pecíolos delgados y cortos, lanceoladas, acuminadas y de base cuneada-pecíolada, glabras, delgadas y con nervaduras secundarias finas y regulares, borde entero, ligeramente onduladas, brillantes, de color verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés.

Flores blancas en umbelas, simples en la base. Cada umbela contiene de 5-12 flores de pedicelo corto o carente de él. Botones florales (yemas) más grandes que los de E. saligna, piriformes, con una tapa cónica de punta redondeada, usualmente cubierta de pruina y base acampanulada.

Frutos o cápsulas seminales numerosas, de pecíolo corto, piriformes o cónicos. Semillas pequeñas, aproximadamente 2,5 millones/kg, de las cuales generalmente unas 650 000 son viables.

Madera rosada a ligeramente pardo-rojiza clara, de grano recto, moderada fortaleza y durabilidad.

Usos

Leña: el crecimiento rápido y los altos volúmenes de madera que puede producir la hacen recomendable para la producción de madera para leña. Por ejemplo, se le usa como combustible para ferrocarriles en Africa Oriental.

Madera de uso comercial y familiar: madera de peso variable (desde 0,4 hasta 0,79 g/cm^3), moderadamente dura, se raja y tuerce con facilidad al secar lo que limita su utilización. Es fácilmente trabajable y se usa en ebanistería de mediana calidad. La madera joven se utiliza en cajonería y fabricación de embalajes. Puede utilizarse en construcción en general y en construcciones rurales, también como postes de cercas, aunque debe protegerse del ataque de termites. Debido a la rectitud de los fustes, se emplea como postes de transmisión (eléctrica y telefónica). La madera se usa para la fabricación de pulpa para papel y tiene potencial para la obtención de chapas y tableros aglomerados. También se utiliza en puntales para minas y otros usos menores.

Otros usos: la especie es utilizada como ornamental y como árbol de sombra. Las abejas que utilizan el néctar y polen de sus flores producen miel de buena calidad. El árbol se utiliza en cortinas rompevientos y posiblemente como cerco vivo.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en el área de distribución natural el clima es subtropical húmedo con temperaturas promedio altas en verano 24-32°C (máximas de hasta 40°C); temperaturas promedio bajas en invierno 3-8°C y mínimas absolutas de -1° a 3°C. Lejos de la costa y en zonas altas se presentan heladas ocasionales. En plantaciones se producen severos daños si se presentan heladas repentinas. Si la disminución de la temperatura es gradual, la especie puede resistir hasta -5°C. La temperatura media anual debe ser superior a 16°C. En América Central se le ha plantado en sitios con temperatura media anual superior a 20°C.

Precipitación: la precipitación media anual en su habitat natural varía entre 1000 y 1800 mm y hasta 3500 mm con estación seca corta y lluvias en el verano y otoño. Se ha establecido con éxito en sitios con más de 1100 mm y cinco a seis meses con déficit hídrico.

Altitud: en Australia crece desde el nivel del mar hasta unos 900 m. Cerca del ecuador se han establecido plantaciones hasta 2000 m e inclusive hasta 2700 msnm en Kenya, pero a partir de 2400 probablemente E. globulus es más productiva. En América Central se ha plantado hasta 1200 msnm.

Suelos: en Australia crece sobre suelos húmedos profundos, bien drenados, de origen volcánico o aluvial. Es intolerante a suelos inundados, aunque resiste períodos cortos de inundación. Puede crecer en suelos pobres, desde arcillosos a arenosos, ácidos. Es sensible a deficiencias en boro, los síntomas son similares a los de marchitez por sequía.

Silvicultura

Regeneración natural

No se dispone de información en América Central.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. Al igual que con otros eucaliptos existe poca experiencia sobre la época de recolección de semillas. Observaciones preliminares indican que la época de fructificación se extiende de agosto a marzo y la recolección de semillas puede efectuarse entre diciembre y abril.

Producción en vivero. Deben guardarse los mismos cuidados que con otros eucaliptos. La especie se produce generalmente en recipientes (bolsas de polietileno es el método más común en América Central). La semilla se siembra preferentemente en germinadores aunque también puede hacerse directamente a la bolsa con repique posterior para dejar sólo una planta por bolsa.

Al germinar es necesario controlar posibles ataques fungosos. La planta crece rápidamente y puede alcanzar 20 cm en diez semanas y estar lista para plantación (30-40 cm) en un período total de 16 semanas.

Plantación. Es intolerante a la competencia de malezas y pastos, por lo que es necesario un severo control durante las primeras etapas de crecimiento. Una preparación total del terreno, especialmente en suelos muy compactados, es una práctica que rinde grandes beneficios ya que favorece el crecimiento inicial rápido. Igualmente la fertilización al momento de plantación, o pocos días después favorece el desarrollo inicial. El boro ha mostrado ser necesario en muchos sitios de plantación para evitar la marchitez descendente. El espaciamiento inicial de plantación varía con el tipo de producto a obtener desde 2,0 m x 2,0 m para leña y postes hasta 3,5 m x 3,5 m para madera.

Crecimiento y manejo. Los resultados iniciales en algunos ensayos en Costa Rica y Honduras no han sido muy halagadores (Cuadro 33 y Figura 21) debido posiblemente a la falta de control de malezas, incidencia de hormigas defoliadoras (Atta spp), suelos compactados por sobrepastoreo y en algunos casos inundaciones periódicas.

Cuadro 33. **Crecimiento de *Eucalyptus grandis* en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA
La Ermita	48	HON	780	23,1	938	8	bs-S	Entic Dystrandept	16	1,5 x 1,5	4 444	87	1,9	1,4		
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	5	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	50	0,6	0,5		
El Potrerón	19	HON	1180	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	36	0,7			
El Zamorano	43	HON	830	22,3	1110	6	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	24	6,8	2,6	7,1	2,7
Choloma	3	HON	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	48	2,5 x 2,5	1 600	5	11,7	3,3	14,1	3,5
Sta Clara	9	HON	840	23,0	1461	6	bh-S		195	2,0 x 2,0	2 500	61	24,8	1,5	17,7	1,1
Sta Clara	13	HON	840	23,0	1461	6	bh-S		195	2,0 x 2,0	2 500	50	25,8	1,6	18,1	1,1
Sta Clara	13	HON	840	23,0	1461	6	bn-S		195	2,0 x 2,0	2 500	23	23,2	1,4	20,1	1,2
Piedades Sur	70	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	18	2,0 x 2,0	2 500	93	1,6	1,1		
La Paz	84	COS	1180	21,7	1926	5	bh-PT	Hydric Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	95	1,4	0,7		
Piedades Norte	37	COS	1140	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	95	2,9	1,4	2,3	1,1
Piedades Norte	86	COS	1025	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	97	1,6	0,8		
Piedades Sur	80	COS	1080	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	75	2,3	1,1	1,3	0,6
San Ramón	82	COS	1000	21,7	1926	5	bh-PT	Aeric Tropaquult	24	2,0 x 2,0	2 500	93	3,3	1,6	2,3	1,1
Santiago	69	COS	1150	21,7	1926	5	bh-PT	Andeptic Ustorthent	24	2,0 x 2,0	2 500	93	1,3	0,7		
Piedades Norte	56	COS	1070	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	1,6 x 3,0	2 083	93	1,9	1,0		
Piedades Norte	48	COS	1170	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	25	2,0 x 2,0	2 500	91	1,1	0,5		
Junquillo Abajo	119	COS	1110	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	16	2,0 x 2,0	2 500	81	1,2	0,9		
Grifo Alto	97	COS	930	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	18	2,0 x 2,0	2 500	91	1,2	0,8		

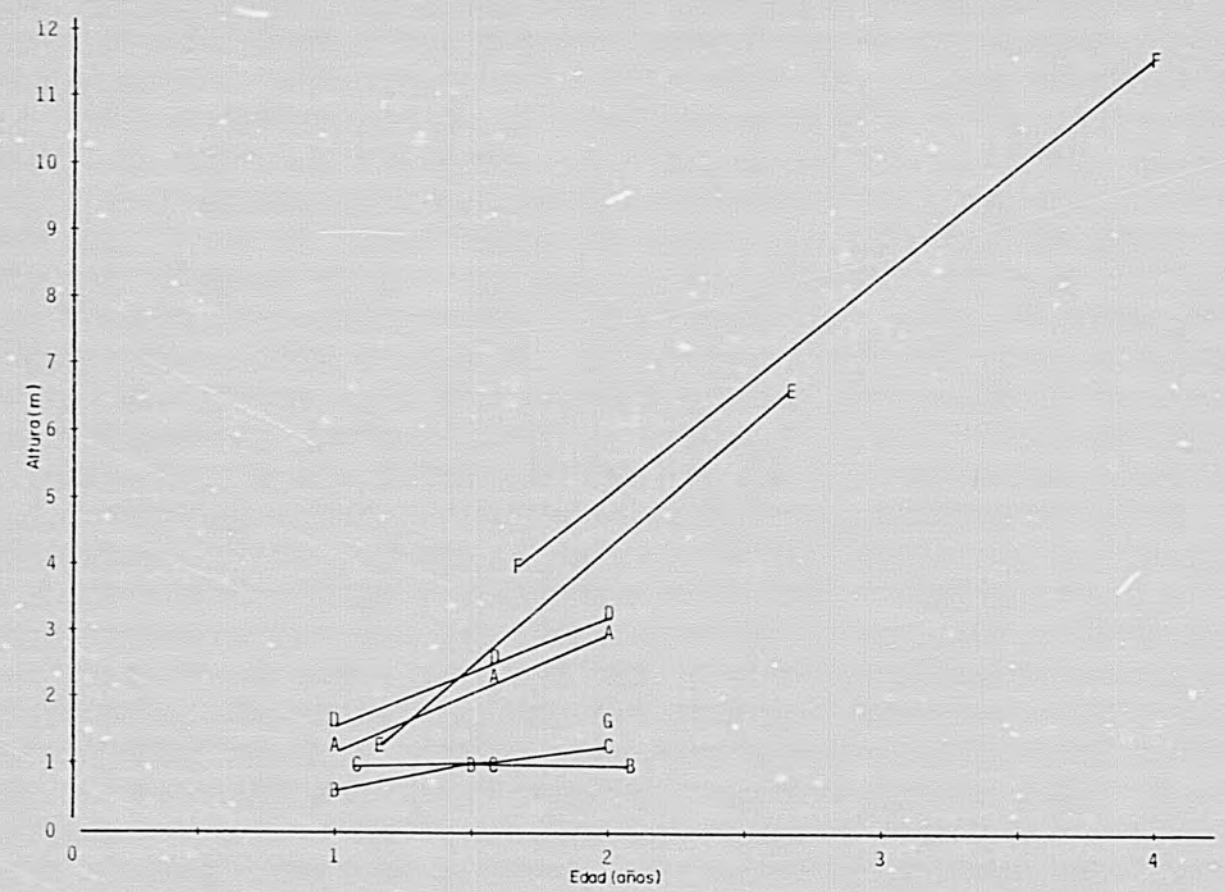


Figura 21. Crecimiento en altura de Eucalyptus grandis en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Piedades Norte	COS	37	1140	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Suelo bajo pastos
B: Piedades Norte	COS	48	1170	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Suelo compactado bajo pastos
C: Santiago	COS	69	1150	21,7	1926	5	bh-PT	Andeptic Ustortnent	Suelo con drenaje excesivo
D: San Ramón	COS	82	1000	21,7	1926	5	bh-PT	Aeric Tropaquult	Drenaje imperfecto
E: El Zamorano	HON	43	830	22,3	1110	6	bh-S		Suelo moderadamente compactado
F: Choloma	HON	3	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	Alta mortalidad (90%)
G: Piedades Norte	COS	86	1025	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	

En un experimento realizado en Costa Rica con tres procedencias australianas de la especie (Cuadro 34) se encontró un crecimiento superior para la procedencia Gympie, aunque las otras dos procedencias también venían de la misma región: Queensland. Esto pone de manifiesto la importancia de la procedencia al realizar plantaciones.

Cuadro 34. **Comportamiento de tres procedencias de *Eucalyptus grandis* en Turrialba (135) Costa Rica**

Procedencia	11 meses altura (m)	24 meses altura (m)	24 meses dap (cm)	36 meses altura (m)	36 meses dap (cm)
Gympie, Qld.	3,2	9,2	7,8	13,1 A *	10,6 A
Crediton, Qld.	2,5	6,2	6,5	9,2 AB	8,1 AB
Atherton, Qld.	2,2	6,5	5,0	8,3 B	7,2 B

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento Prueba de Tukey.

Altitud 600 msnm; TMA 22,3°C; PMA 2650 mm; un mes con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Tropical)

La especie rebrota vigorosamente cuando los árboles son jóvenes; la capacidad de rebrote disminuye después de los 10 años de edad. Este es un método usual de regeneración de las plantaciones en rotaciones de 10-12 años. Parece que la capacidad de rebrote se mantiene aún después de una quinta rotación.

Factores limitantes

Como ya se ha dicho, los principales factores limitantes en América Central han sido: uso de suelos compactados por sobrepastoreo sin preparación adecuada, competencia de malezas y pastos, inundaciones periódicas. En una zona de bosque húmedo Tropical en Costa Rica (La Selva, Alajuela) y en Turrialba se detectaron ataques de chancro causado por *Diaporthe cubensis* que produce serias lesiones en el fuste, en árboles de un año de edad. Otro problema lo constituyen las hormigas (*Atta* spp) que defolian árboles jóvenes causando atraso en el crecimiento.

Eucalyptus saligna

Nombre científico: Eucalyptus saligna Sm.

Familia: Myrtaceae

Nombres comunes: eucalipto, saligna

Características sobresalientes

Arbol de gran porte y rápido crecimiento, de corteza lisa, azulada, áspera en la base; a veces se confunde con Eucalyptus grandis, del que se distingue por la presencia de lignotubérculos; crece en laderas y se adapta a sitios húmedos y frío-montanos. Tiene ramas persistentes, aun en la sombra.

Distribución

Es nativo del sureste de Australia en las cuencas de los ríos costeros de Nueva Gales del Sur y sureste de Queensland, entre 21° y 36° latitud sur y se adentra hasta 120 km en el continente. En el sur de su rango distribución natural, E. saligna ocurre en valles y laderas protegidas entre la gran cordillera australiana y el océano. En el norte se extiende hasta las montañas altas. Se ha plantado extensamente en Africa, Nueva Zelandia y América del Sur (Brasil, Argentina y Uruguay). Hay plantaciones pequeñas en América Central.

Debido a la cercanía botánica con E. grandis en muchos sitios se mezcla o se confunde con esta especie, o se plantan híbridos de las dos especies, por lo que es necesario al igual que con E. grandis estar seguros de la procedencia y la pureza de la semilla al realizar nuevas plantaciones. Australia es la fuente más segura.

Descripción de la especie

Es un árbol grande de muy buena forma que puede alcanzar 40-50 m de altura o más y diámetro de 1,2 a 1,8 m. La copa es abierta, irregular y extendida. Fuste recto, libre de ramas aproximadamente las dos terceras partes de la altura total, base recta y raíces profundas. Posee lignotubérculos, corteza azulada mate o gris-verdosa, lisa, que se desprende en capas dejando expuesta una capa amarillenta. En árboles maduros la corteza en la base (hasta aproximadamente 9 m de altura) es gruesa, rugosa, persistente y agrietada. Ramillas delgadas, angulosas, de color verde amarillento a rosado.

Hojas alternas (opuestas cuando jóvenes) con peciolo delgado y corto, de inserción oblicua u horizontal. Lámina foliar lanceolada, curvada, acuminada y delgada en la base, glabra, verde mate o verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés.

Cabezuelas florales en umbelas simples, en la base de las nojas y a lo largo de las ramillas. Cada umbela contiene de tres a nueve flores blancas, usualmente siete, con un pedicelo corto o casi carente de él. Frutos o cápsulas seminales ligeramente acampanulados. Semillas pequeñas, de 1-2 mm de longitud, de color pardo mate; 2,5 a 3,5 millones/kg y 30 a 50 por ciento de germinación.

Madera rojiza, de textura áspera, grano recto, en algunos casos ondulado. Fácil de trabajar y con buen acabado (fácil de pulir).

Usos

Leña: debido al rápido crecimiento y alta producción de biomasa es una especie con buen potencial para la producción de leña. En Brasil se le convierte en carbón para la fabricación de acero; en Guatemala se utiliza como leña para secado de té.

Madera de uso comercial y familiar: madera moderadamente dura y pesada (0,55 g/cm^3), se utiliza para construcción, armado de barcos, durmientes de ferrocarril, pisos, carpintería, tornería, y obtención de chapas. Cuando el árbol ha crecido lentamente la madera puede presentar problemas en el pulpado semiquímico, lo que no sucede con madera de plantaciones de rápido crecimiento.

Otros usos: la especie se ha utilizado como ornamental y para sombrío y también en la producción de miel.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en el área de distribución natural el clima es cálido a subtropical; áreas cercanas a la costa están libres de heladas, pero en zonas altas ocurren heladas durante el invierno. En las zonas más frías pueden ocurrir hasta 60 heladas al año y la temperatura mínima absoluta puede descender hasta -8°C. La temperatura media anual es de 15° a 21°C, y el promedio máximo en la estación cálida varía entre 24-33°C. En América Central se ha plantado en lugares con una temperatura media anual entre 18°C y 26°C.

Precipitación: en Australia, en el área de origen la precipitación varía entre 800 mm y 1300 mm con máximos en el verano en Queensland y distribución más uniforme en el sur. En los sitios experimentales en América Central la precipitación generalmente es mayor de 1900 mm, pero con cuatro a cinco meses con déficit hídrico.

Altitud: en el área natural de distribución varía desde cerca del nivel del mar hasta 1100 m de altitud. En América Central se le ha plantado desde cerca del nivel del mar hasta 1200 msnm, con mayores rendimientos en zonas bajas.

Suelos: usualmente se desarrolla en suelos limosos o arcillosos moderadamente fértiles, húmedos pero no inundables. El material parental puede ser esquisto, arenisca, conglomerados o basalto. El mejor desarrollo se presenta

en suelos sueltos aluviales limo arenosos. En América Central los mejores desarrollos se dan en suelos sueltos bien drenados de origen volcánico.

Silvicultura

Regeneración natural

En América Central no existe experiencia sobre regeneración natural de esta especie.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. La recolección manual de semillas es difícil en árboles adultos por la altura de los mismos. La producción de frutos se inicia en agosto-setiembre y la recolección de semillas se puede realizar entre diciembre y abril en Costa Rica.

Producción de vivero. La producción de plántulas en vivero exige los mismos cuidados que otros eucaliptos (ver E. camaldulensis). En Australia usualmente se produce en recipientes aunque en Nueva Zelanda se utiliza planta a raíz desnuda con poda adecuada de raíces. En Brasil, además de la producción de plántulas provenientes de semilla en bolsa plástica se utiliza reproducción por estaquillas, provenientes de árboles superiores, enraizadas en vivero en recipientes individuales (cánulas plásticas). En América Central se utiliza la producción en bolsa plástica con germinación previa en germinadores esterilizados para prevenir ataques de hongos.

Plantación. Al igual que con otros eucaliptos es necesaria una buena preparación del suelo, con control de malezas durante las primeras etapas de establecimiento. Debe evitarse suelos muy compactados o con problemas de drenaje. Las experiencias en América Central indican que E. saligna responde favorablemente a fertilización temprana.

Crecimiento y manejo. En América Central se ha plantado en Guatemala, Honduras y Costa Rica con éxito variable. El Cuadro 35 presenta los resultados de crecimiento en estos países. La Figura 22 presenta la tendencia de crecimiento en altura en algunos sitios seleccionados.

En algunos sitios la especie muestra crecimiento rápido, por lo menos entre el primero y el sexto año, con un incremento promedio anual entre 1,4 cm y 4,4 cm de diámetro y entre 1,9 m y 5,1 m de altura. En el área de San Ramón, Costa Rica donde la especie presentó los mayores incrementos, a los dos años, la semilla utilizada provenía de una plantación localizada en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. La semilla utilizada en Patulul, Guatemala, provenía de Queensland, Australia.

De los datos se puede deducir que en los sitios ensayados, la altitud no es un factor limitante al crecimiento, así como tampoco parece serlo la época seca; sin embargo, es necesaria más investigación es para corroborar los datos.

Cuadro 35. **Crecimiento de Eucalyptus saligna en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA	Producción leña (tm/ha)
El Potrerón	19	HON	1180	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	46	0,4	0,2			
Choloma	3	HON	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	48	2,5 x 2,5	1 600	97	8,1	2,0	8,7	2,1	
Patulul	80	GUA	450	24,2	3472	4	bmh-S	Typic Vitrandept	45	2,0 x 3,5	1 428	81	15,6	4,1	11,2	2,9	
Patulul	7	GUA	450	24,2	3472	5	bmh-S	Typic Vitrandept	69	2,0 x 3,5	1 428	84	23,1	4,0	19,1	3,3	
Bulbuxya	28	GUA	506	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	11	1,4	1,2			
San Pedro Ayampuc	16	GUA	1350	18,2	1247	5	bh-MBS	Udic Haplustalf	43	2,0 x 2,0	2 500	32	3,5	1,0	2,9	0,8	
La Esperanza	14	COS	1060	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	14	2,0 x 2,0	2 500	36	0,6	0,5			
Piedades Norte	19	COS	1100	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	15	2,0 x 2,0	2 500	91	1,0	0,8			
Piedades Sur	70	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	18	2,0 x 2,0	2 500	93	1,4	0,9			
Piedades Norte	63	COS	1050	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	1,0 *		100	10,2	5,1	8,8	4,4	
La Paz	85	COS	1160	21,7	1926	5	bh-PT	Hydric Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	100	1,8	0,9			
Piedades Norte	39	COS	1180	21,7	1926	5	bh-PT	Hydric Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	93	1,8	0,9			
Piedades Sur	46	COS	1080	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	63	1,6	0,8			
Piedades Norte	38	COS	1070	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	25	2,0 x 2,0	2 500	98	9,7	4,9	8,1	4,0	
Piedades Norte	47	COS	1170	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	25	2,0 x 2,0	2 500	75	1,1	0,5			
San Ramón	81	COS	1000	21,7	1926	5	bh-PT	Aeric Tropaquult	25	2,0 x 2,0	2 500	93	4,0	1,9	3,1	1,4	
San Ramón	108	COS	1100	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	26	2,0 x 2,0	2 500	100	5,6	2,5	4,6	2,1	
Piedades Norte	38	COS	1070	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	31	2,0 x 2,0	2 500	97	10,1	3,9	9,6	3,7	13 **
Piedades Norte	15	COS	1060	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	36	2,0 x 2,0	2 500	85	6,3	2,2	6,4	2,1	
Junquillo Abajo	119	COS	1100	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	16	2,0 x 2,0	2 500	81	0,5	0,4			
Fila de Mora	95	COS	950	20,6	2611	5	bmh-PT	Ustic Tropohumult	18	2,0 x 2,0	2 500	67	1,1	0,7			
Grifo Alto	97	COS	930	20,6	2300	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	18	2,0 x 2,0	2 500	81	2,9	1,9	2,4	1,6	

* Cerca viva
** Peso seco

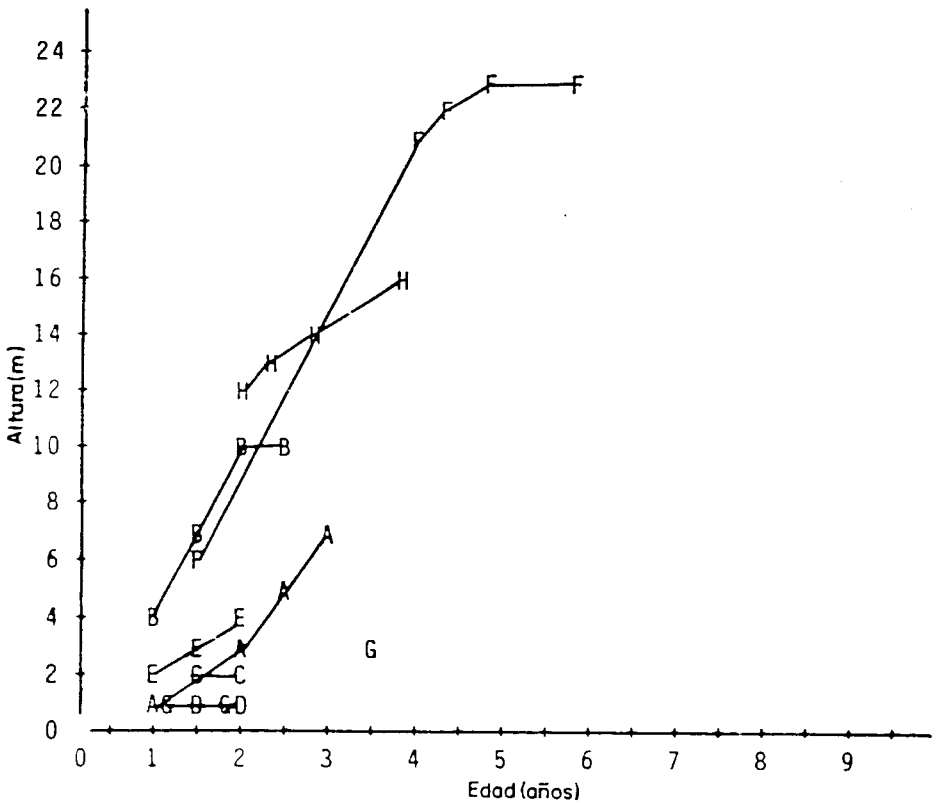


Figura 22. Crecimiento en altura de Eucalyptus saligna en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: La Esperanza	COS	15	1060	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Suelo bajo pastos
B: Piedades Norte	COS	38	1070	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Uso agrícola anterior
C: La Paz	COS	39	1160	21,7	1926	5	bh-PT	Hydric Dystrandept	Suelos compactados
D: Piedades Norte	COS	47	1170	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	Suelos compactados
E: San Ramón	COS	81	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	Drenaje imperfecto
F: Los Andes	GUA	7	450	24,2	3472	5	bmh-S	Typic Vitrandept	Suelo agrícola
G: San Pedro Ayampuc	GUA	16	1350	18,2	1247	6	bh-MBS	Udic Haplustalf	Ataque constante de Atta spp
H: Los Andes	GUA	80	450	24,2	3472	5	bmh-S	Typic Vitrandept	Suelo agrícola

Puede observarse diferencias muy grandes de crecimiento aún en lugares muy cercanos, las cuales pueden atribuirse especialmente a la compactación del suelo por el uso anterior (ganadería). La sobrevivencia también es afectada por el tipo de suelo. Otros factores limitantes para el desarrollo de la especie en los lugares donde se ha trabajado con ella han sido suelos sin una adecuada preparación, inundables durante una parte del año y ataques de hormigas defoliadoras (Atta spp).

En un experimento realizado en Turrialba, Costa Rica, se probaron tres procedencias australianas frente a semillas colectadas cerca al sitio de plantación (Cuadro 36). Los resultados mostraron un mejor crecimiento para árboles provenientes de semillas colectadas localmente, lo cual podría indicar una mejor adaptación al sitio de plantación.

Cuadro 36. **Comportamiento de cuatro procedencias de Eucalyptus saligna en Turrialba (135) Costa Rica**

Procedencia	11 meses altura (m)	24 meses altura (m)	24 meses dap (cm)	36 meses altura (m)	36 meses dap (cm)
Juan Viñas, C.R.	2,9	8,0	7,5	11,7 A *	10,3 A
S. Calliope, Qld.	2,2	6,3	5,0	8,4 AB	7,3 AB
Gladfield, Qld.	2,4	6,1	5,1	8,3 AB	6,7 B
N. Raymond Terr., N.S.W.	2,2	6,0	5,1	8,1 B	7,0 AB

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Altitud 600 msnm; TMA 22,3°C; PMA 2650 mm; un mes con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Tropical)

En un aprovechamiento realizado en San Ramón, Costa Rica, en una plantación sobre suelos anteriormente dedicados al cultivo de caña, se obtuvo, a los 31 meses, una producción de 43,5 tm/ha (16,5 tm/ha/ año) de leña seca al horno (80°C) y 13,3 tm/ha de follaje (seco al horno). La madera tenía un poder calórico de 18 390 kJ/kg. Al plantar se aplicaron 50 g/planta de N-P-K (10-30-10) sobre la superficie alrededor de las plantas.

E. saligna rebrota adecuadamente y el corte con motosierra no afecta la sobrevivencia de los rebrotes. Aparentemente dos o tres rebrotes por árbol producen la mayor cantidad de biomasa en rotaciones cortas. La sobrevivencia ha sido muy variable, dependiendo del tipo de suelo donde se han establecido las plantaciones.

Factores limitantes

Ya se han señalado como factores limitantes los suelos compactados, presencia de horizontes endurecidos, mal drenados y ataques de hormigas (Atta

Eucalyptus tereticornis

Nombre científico: Eucalyptus tereticornis Sm.

Familia: Myrtaceae

Sinónimo: Eucalyptus umbellata (Gaertn.) Domin.

Nombre común: (Eucalipto) tereticornis.

Características sobresalientes

Especie de rápido crecimiento y mejor forma que E. camaldulensis, aunque menos resistente que este a la sequía, presenta buenas perspectivas en América Central. Produce leña de buena calidad y es uno de los eucaliptos con mayor rango de distribución latitudinal, clasificado dentro del grupo de los "red gum", de corteza lisa.

Distribución

Se localiza en la costa oriental de Australia, desde los 6° a 38° de latitud sur, desde Victoria hasta Queensland. También se encuentra en forma natural en el norte de Papua-Nueva Guinea.

Se ha introducido en países tropicales y subtropicales de Africa, Asia y América del Sur. En la India es el eucalipto más ampliamente plantado (más de 400 000 ha hasta 1974). En América Central se encuentran pequeñas plantaciones en Nicaragua, Guatemala, Honduras y Costa Rica.

Descripción de la especie

Es un árbol de gran porte que puede alcanzar una altura de 30-45 m, con un fuste recto de 1-2 m de diámetro, de copa grande y poco densa o abierta. El tronco es de base recta, fuste cilíndrico; corteza lisa, blanquecina, que desprende en láminas delgadas o tiras largas, produciendo moteamientos blanquecinos, grises o azulados en parches y con acumulación de corteza vieja (gris oscura, rugosa) en la base.

Hojas primero opuestas luego alternas, pecioladas, lanceoladas estrechas, a menudo curvas, puntiagudas en el ápice y angostas en la base, ligeramente gruesas, de color verde brillante tanto en el haz como en el envés, glabras, con numerosas nervaduras finas, en ángulo agudo con la nervadura central.

Flores en umbelas simples en la base de las hojas. Cada umbela posee de cinco a doce flores blancas, dispersas sobre igual número de pedicelos. Las yemas florales [illegible] una base semirredondeada y una tapa delgada alargada de forma cónica, parecida a un cuerno. Frutos en cápsulas seminales numerosas, semiredondeados, [illegible] prominente, que termina en 4-5 dientes que sobresalen y s[illegible] hacia el centro. Semillas numerosas, pequeñas y delgadas de aproximadamente [illegible] mm de diámetro, de color marrón oscuro brillante a negro. La producción de semilla se inicia a los 4-5 años, según la localidad. El número de semillas varía entre 360 000 y 800 000/kg con alto porcentaje de viabilidad (superior al 90%).

Madera rojiza, con textura uniforme y grano entrecruzado, difícil de trabajar.

Usos

Leña: la madera de esta especie produce leña y carbón de excelente calidad. El poder calórico es de 22 100 kJ/kg (5280 kcal/kg).

Madera de uso comercial y familiar: la madera de esta especie es dura y pesada (0,75 a 1,0 g/cm^3) se utiliza ampliamente en construcción, puntales de minería y para postes de todo tamaño, en cajonería, tableros de partículas y tableros de fibra, durmientes de ferrocarril y pulpa para fabricación de papel.

Otros usos: la especie se utiliza en la restauración e inmovilización de dunas, control de erosión mediante el uso de cortinas rompevientos y como cerco vivo. La especie también se ha empleado para la extracción de taninos y aceites. Las hojas se utilizan para la obtención de aceites asenciales y las flores para la producción de polen y miel.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en el área de distribución natural las temperaturas mínimas y máximas fluctúan entre 2° y 32°C y las medias anuales entre 17° y 27°C. En algunos lugares se presentan hasta 15 heladas por año. Se ha reportado que la especie puede soportar temperaturas ocasionales de hasta -7°C. En América Central se ha plantado en sitios con temperatura promedio anual entre 21° y 28°C.

Precipitación: en su habitat natural la precipitación varía entre 500 y 1500 mm anuales, con estación seca de hasta siete meses. En la India se ha plantado en sitios con 400 mm anuales mientras que en Colombia se ha plantado en sitios de cerca de 2200 mm y en Papua Nueva Guinea en sitios de 3500 mm. En América Central se le ha plantado en sitios con precipitación entre 700 y 1400 mm y hasta nueve meses de déficit hídrico.

Altitud: desde cerca al nivel del mar en Australia hasta 1800 msnm en Papua-Nueva Guinea. En América Central se ha plantado desde el nivel del mar hasta 1200 msnm.

Suelos: la especie se desarrolla bien en suelos profundos, de textura liviana, bien drenados y húmedos (pero no inundables), aluviales, areno-limosos. Generalmente no se desarrolla bien en suelos muy ácidos.

Silvicultura

Regeneración natural

No se dispone de información en el área centroamericana.

Regeneración artificial

Recolección de semilla. No se ha hecho colecciones de semilla en América Central. La fecha de producción y colección en Nicaragua coincide con la de *E. camaldulensis*, es decir junio-julio.

Regeneración artificial. Las semillas tienen alta viabilidad y poder germinativo. Para la germinación deben observarse los mismos cuidados que para *E. camaldulensis*. La germinación dura aproximadamente seis días y cuando las plántulas tienen 5 cm se transplantan a bolsas u otros recipientes. No existe experiencia en América Central sobre producción a raíz desnuda y otros tipos de plantas. Las plantas están listas para plantación definitiva en un período de 14-16 semanas.

Plantación. Al igual que otros eucaliptos, *E. tereticornis* tiene poca capacidad para competir con la maleza, por lo que es necesario un estricto control en las primeras etapas de desarrollo. Es deseable una buena preparación del suelo antes de la plantación.

Se han utilizado diferentes densidades de plantación, desde 4400 hasta 1600 árboles/ha. El Cuadro 37 presenta los resultados de crecimiento a los 43 meses, promedio de dos parcelas por espaciamiento en tres densidades de plantación en San Pedro Sula, Honduras.

Cuadro 37. **Crecimiento a los 43 meses de *Eucalyptus tereticornis* en diferentes densidades de plantación en San Pedro Sula (24) Honduras**

Distancia plantación	Densidad inicial	Sobrevivencia (%)	Altura (m) promedio	Altura (m) IMA	dap (cm) promedio	dap (cm) IMA
1,5 x 1,5	4444	86	8,5	2,3	5,6	1,5
2,0 x 2,0	2500	78	9,5	2,6	6,9	1,9
2,5 x 2,5	1600	83	10,4	2,9	7,9	2,2

Altitud 50 msnm; TMA 26°C; PMA 1374 mm; cinco meses con déficit hídrico; zona de vida: bosque seco Tropical; suelo Typic Ustropept.

Los datos indican que la mayor disponibilidad de espacio de crecimiento permitió un mayor desarrollo en diámetro y en altura. Los datos relativos a la altura indican que hasta la edad considerada no se ha presentado competencia marcada entre los árboles.

En cuanto a fertilización no se tiene mucha experiencia. En un experimento en San Pedro Sula, Honduras, plantado a 1,5 x 1,5 m, se aplicó, al momento de plantación, en una corona en la superficie, diferentes dosis de una fórmula incompleta de N-P-K (18-46-00) y B_2O_3 (Cuadro 38). Los suelos en el sitio son agrícolas, con buena fertilidad natural. Como talvez era de esperarse, no se detectó diferencias significativas en el crecimiento. Sin embargo, parece haber un efecto pequeño aditivo al aplicar el fertilizante compuesto y el boro, o posiblemente debido únicamente al boro.

Cuadro 38. **Crecimiento a los 24 meses de <u>Eucalyptus tereticornis</u> con diferentes dosis de fertilización en San Pedro Sula, (28) Honduras**

Tratamiento (g/planta) N-P-K	B	Sobrevivencia (%)	Altura (m) promedio	IMA	dap (cm) promedio	IMA
0	0	84	6,7	3,3	4,7	2,3
50	0	96	6,3	3,1	4,3	2,1
50	5	100	6,7	3,3	4,7	2,3

Altitud 50 msnm; TMA 26°C; PMA 1374 mm; cinco meses con déficit hídrico; bosque seco Tropical; suelo Typic Ustropept

Crecimiento y manejo. El Cuadro 39 presenta los resultados de crecimiento en algunos sitios de América Central; la Figura 23 presenta las tendencias de crecimiento de la especie en algunos de esos sitios.

De acuerdo con los resultados el incremento medio anual en diámetro fluctúa entre 0,5 cm y 2,6 cm y depende de las condiciones del sitio. Para la altura el crecimiento varía entre 0,5 m y 2,8 m por año con predominio de incrementos de 1,5 m anuales.

Los mayores crecimientos se presentaron en sitios abajo de 850 m de altitud y especialmente con menos de 200 msnm. No existe suficiente información que permita determinar exactamente el efecto de la precipitación y el régimen de humedad (déficit hídrico) sobre el crecimiento. Se debe investigar más sobre el efecto de la densidad inicial de plantación, manejo o control de malezas y preparación inicial del suelo.

Las experiencias realizadas indican que plantaciones establecidas en sitios con pastos o anteriormente usados para pastoreo no tuvieron éxito, mientras que aquéllas en sitios anteriormente usados en cultivos sí lo tuvieron. Cuando la plantación se asoció inicialmente con cultivos limpios, los crecimientos obtenidos fueron superiores a los otros (caso de Gualán en

Cuadro 39. **Crecimiento de Eucalyptus tereticornis en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Supervivencia (%)	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA
La Ermita	48	HON	780	23,1	938	8	bs-S	Entic Dystrandept	16	1,5 x 1,5	4 444	95	2,2	1,6	2,6	1,9
Mayuelas	19	GUA	129	28,0	727	9	bs-S	Typic Ustorthent	44	2,0 x 2,0	2 500	100	10,6	2,8	9,6	2,6
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	6	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	20	0,3			
La Trinidad	46	HON	640	24,6	1035	6	bn-S	Tipic Ustifluvent	20	1,5 x 1,5	4 444	50	1,0			
Choloma	83	HON	100	26,0	1373	5	bh-S		23	2,0 x 2,0	2 500	100	5,3	2,7	4,2	2,1
El Potrerón	19	HON	1180	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	24	2,0 x 2,0	2 500	48	0,5			
El Zamorano	43	HON	830	22,3	1110	6	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	28	4,4	1,6	4,4	1,6
Río Abajo	18	HON	950	22,8	1101	6	bh-S		41	2,0 x 2,0	2 500	64	2,0	0,5	2,0	0,5
Choloma	2	HON	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	72	2,5 x 2,5	1 600	33	12,4	2,1	14,2	2,4
El Zapote	4	HON	500	24,0	3178	2	bmh-S		65	2,5 x 2,5	1 600	12	8,0	1,4	8,3	1,5
Bulbuxya	28	GUA	506	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	33	2,4	2,0		
El Granero, Sébaco	1	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	102	2,0 x 2,0	2 500	77	13,3	1,5	11,7	1,3
El Granero, Sébaco	1	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	102	2,0 x 2,0	2 500	86			10,5	1,2
El Granero, Sébaco	2	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	111	2,0 x 2,0	2 500	50	14,3	1,5	13,4	1,4
El Granero, Sébaco	2	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	111	2,0 x 2,0	2 500	75	14,2	1,5	13,5	1,4
Piedades Sur	70	COS	1200	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	18	2,0 x 2,0	2 500	85	0,3			

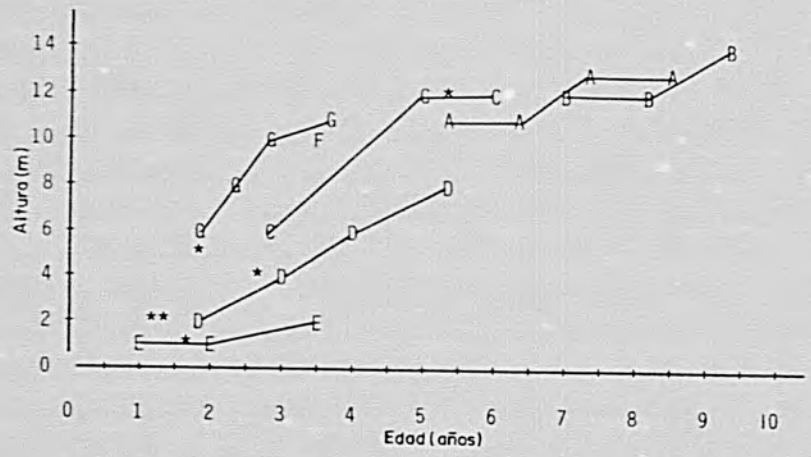


Figura 23. Crecimiento en altura de Eucalyptus tereticornis en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Sébaco	NIC	1	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	Fertilizado, suelo agrícola
B: Sébaco	NIC	2	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	Suelo agrícola
C: Choloma	HON	2	160	26,0	1373	5	bh-S	Typic Eutropept	
D: El Zapote	HON	4	500	24,0	3178	2	bmh-S		
E: Río Abajo	HON	18	950	22,8	1101	6	bh-S		Suelo compactado
G: San Pedro Sula	HON	24	50	26,0	1374	5	bh-S	Typic Ustropept	Suelo agrícola
H: Mayuelas	GUA	19	129	28,0	727	9	bs-S	Typic Ustorthent	Asocio inicial con maíz
*: Otros sitios									

Guatemala). La falta de control de malezas, así como suelos muy secos no permitieron el desarrollo de las plantaciones.

En un experimento sobre procedencias australianas (Queensland) de E. tereticornis en Turrialba, Costa Rica, (Cuadro 40) se encontró adaptabilidad a suelos ácidos y mejor crecimiento de las procedencias N.Mt. Molloy y S.W. Mt. Garnett de Qld.

Cuadro 40. **Comportamiento de tres procedencias de Eucalyptus tereticornis en Turrialba (135) Costa Rica**

Procedencia	11 meses altura (m)	24 meses altura (m)	24 meses dap (cm)	36 meses altura (m)	36 meses dap (cm)
N. Mt. Molloy, Qld.	2,9	6,4	6,3	9,2 A*	8,4 A
S.W. Mt. Garnett, Qld.	2,6	5,9	5,0	8,4 A	7,2 A
Mt. Poverty, Qld.	2,0	4,0	3,7	5,7 B	5,9 B

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Altitud 600 msnm; TMA 22,3°C; PMA 2650 mm; un mes con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Tropical)

Factores limitantes

Los factores que limitan el crecimiento de esta especie en América Central son: competencia de malezas y falta de control de las mismas, suelos extremadamente secos o compactados y ataques de hormigas defoliadoras (Atta spp).

Gliricidia sepium

Nombre científico: Gliricidia sepium (Jacq) Steud.

Familia: Leguminoseae (Faboideae o Papilionoideae)

Sinónimos: Gliricidia sepium (Jacq) Walp. Gliricidia sepium (Jacq) Kunth ex Walp. Gliricidia maculata (H.B.K.) Steud. Gliricidia maculata Kunth.

Nombres comunes: los nombres más comúnmente usados son: madero negro y madriado. Otros nombres utilizados en la región son: bala, balo, cacaonance, centé, palo de hierro, madero, sangre de drago, madrial.

Características sobresalientes

Esta leguminosa es muy conocida como árbol de cercos vivos especialmente en fincas ganaderas, donde se ha plantado por estacas largas (más de dos metros). La especie se utiliza como sombrío de café y cacao; se cree que fija el nitrógeno del aire. Se defolia casi totalmente durante la época seca. Produce leña de excelente calidad, mencionada como una de las especies preferidas en todos los países de América Central. Crece bien en un rango amplio de condiciones de suelo y clima, aunque suelos con altos contenidos de arcilla o poca retención de humedad limitan su crecimiento. Resiste bien el fuego y rebrota aun después que la parte aérea haya sido quemada casi totalmente.

Distribución

Especie nativa de las zonas bajas con una estación seca bien definida de México y América Central, se extiende hasta el norte de América del Sur (Colombia y Guayanas). Fue introducida en las islas del Caribe y Filipinas y también en Africa, el sur de Asia e Indonesia donde se ha naturalizado.

En América Central, especialmente en Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala, existen rodales naturales de esta especie.

Descripción de la especie

Es un árbol de tamaño mediano, de hasta 10-15 m de altura y generalmente 40 cm o menos de diámetro, sin espinas, con copa abierta y follaje ralo irregular. La forma del árbol es variable desde erecta y recta en algunas ecotipos (procedencias) hasta retorcida y muy ramificada. El tronco es de base recta, fuste normalmente torcido.

En plantas provenientes de semillas el sistema radicular es profundo con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En plantas provenientes de estacas las raíces son superficiales. Las raíces secundarias poseen generalmente nódulos que se cree fijan nitrógeno atmosférico.

Las hojas son alternas, imparipinadas, hojuelas opuestas en el raquis, de ápice agudo y base redondeada, de 3-6 cm de largo y 1,5-3 cm de ancho. Las flores son zigomorfas, papilionadas de 2 a 2,5 cm de largo; caliz de color verde claro con matices rojos; corola glabra formada por cinco pétalos de color rosado blancuzco.

En las zonas con estación seca marcada el árbol pierde casi completamente las hojas cuando produce flores. En América Central la época de floración se inicia en diciembre y se prolonga hasta comienzos de marzo, durante la estación seca. En zonas húmedas la producción de flores y semillas y la pérdida de hojas es variable entre años; en algunos años no hay producción de semillas. Los frutos son vainas dehiscentes, aplanadas, de color verde amarillento cuando nuevas y oscuras al madurar; de tallo corto en la base y punta corta en el ápice. Las legumbres tienen de 10-15 cm de longitud, 12-20 mm de ancho y contienen de tres a ocho (en algunos casos diez) semillas planas, elípticas, brillantes de color café oscuro cuando maduras, de 1,0 cm de longitud. Hay aproximadamente 4500 a 6000 semillas por kg.

La madera es dura, pesada y fuerte, albura de color castaño claro y duramen de color castaño oscuro que cambia a castaño rojizo al exponerse al aire.

Usos

Leña: la madera de *Gliricidia sepium* es muy apreciada como leña en la región centroamericana. La madera seca quema lentamente, libre de chispas y olores desagradables, produce poco humo y abundantes brasas; el poder calórico es de 20 500 kJ/kg (4900 kcal/kg) para madera seca al horno . La madera raja fácilmente, se puede quemar verde y almacenar al aire. Se utiliza en la fabricación de carbón.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es dura y pesada (0,75 g/cm^3 en madera madura) y difícil de trabajar pero tiene buen brillo, veteada, con líneas finas; en madera sazonada parece caoba. Se ha utilizado para fabricar muebles, implementos agrícolas y mangos de herramientas. Es utilizada como postes de cercos y en construcciones fuertes (columnas y vigas) por su alta resistencia a los termites y a la pudrición. Ha sido empleada para la fabricación de durmientes de ferrocarril. También se utilizan horcones y varas de esta especie para el secado de tabaco al sol.

Otros usos: la especie se usa tradicionalmente como fuente de forraje. Se han iniciado experimentos controlados para determinar las formas de manejo para la producción de forraje, debido a los altos contenidos de proteína cruda (13,3% para tallos tiernos y 30% para hojas frescas, en materia seca).

El ganado puede ingerir el follaje tierno solo o mezclado con otros alimentos como gramíneas y melazas; también se ha ensilado para suministrarlo al ganado durante la estación seca. El follaje de esta especie se ha utilizado para alimentar ganado vacuno, cerdos, cabras, aves, ovejas, aunque supuestamente es tóxico para algunos animales.

Se han señalado propiedades medicinales para las hojas, las cuales son usadas como cataplasmas para enfermedades de la piel (ulceraciones y alergias en general); también se emplea para combatir plagas en nidos de aves y parásitos de la piel en perros y ganado. Aparentemente las hojas aceleran la maduración del banano; las flores son utilizadas como alimento humano en Guatemala, El Salvador y Costa Rica.

El nombre común "madre cacao" indica que uno de los usos más extendidos en algunos países de América Tropical es como sombrío en plantaciones de cacao, así como en plantaciones de café y té. Se ha utilizado además como soporte para pimienta negra y ñame.

La especie se ha utilizado en cercos vivos y cortinas rompevientos en algunas áreas anteriormente dedicadas al cultivo de algodón. Se utiliza como restaurador de la fertilidad del suelo debido a la producción de materia orgánica y la posible fijación de nitrógeno.

Se ha plantado estacas asociadas con maíz y frijol durante un año, mientras forman copa y sombra para plantación posterior de café. También se ha plantado en asocio con maíz y/o frijol bajo el sistema taungya o en cultivo en callejones (Alley Cropping) usando el follaje como abono verde. En el oriente de Guatemala (en sistema de agricultura migratoria) se dejan los tocones, luego de la limpia, para su posterior rebrote y regeneración en la fase de barbecho. Ha sido empleada en algunos lugares como árbol ornamental. Las flores se utilizan como fuente de miel en algunas regiones.

Requerimientos ambientales

Temperatura: crece en áreas de altas temperaturas, por encima de 20°C promedio anual, sin heladas. Comúnmente se le ha plantado en lugares con temperaturas promedio superiores a 22°C.

Precipitación: en el área de distribución natural se le encuentra en zonas con precipitaciones anuales de 1500 a 2500 mm y más, preferiblemente con una estación seca definida. Se le ha plantado con éxito en lugares con aproximadamente 600 mm y ocho meses con déficit hídrico. En sitios con menos precipitación la especie puede sobrevivir pero crece lentamente.

Altitud: normalmente se le encuentra en tierras bajas, por debajo de 500 msnm, pero se han encontrado rodales naturales a 1400 msnm cerca de San José La Arada, Guatemala. En América Central se le ha plantado ampliamente en zonas abajo de 600 m sobre el nivel del mar.

Suelos: crece bien en una gran gama de suelos, desde secos a húmedos, incluyendo suelos erodados, compactados ligeramente, arenosos, suelos calcáreos o con presencia de piedras. Es poco exigente en cuanto a fertilidad natural pero requiere buen drenaje.

Salinidad: aparentemente es tolerante a la salinidad ambiental ya que se encuentran algunos rodales naturales tanto en playas arenosas como en playas parcialmente inundables por agua salada.

Silvicultura

Regeneración natural

Gliricidia sepium se regenera naturalmente en terrenos pobres, libres de maleza o con poca competencia, debido a la alta producción de semillas y a la capacidad de las semillas para soportar períodos prolongados de sequía y germinar en suelos desnudos y pobres al inicio de las lluvias. En las zonas húmedas tropicales la regeneración natural es escasa o inexistente.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En la Vertiente Pacífica de América Central la producción de semillas se inicia a finales de enero y se extiende hasta comienzos de abril. Debido a la dehiscencia característica de la especie los frutos deben colectarse cuando presentan una coloración amarillo-parduzca, o cuando se inicia la dehiscencia de los primeros frutos; la semilla también puede colectarse directamente del suelo. Una vez colectadas, las vainas se ponen a secar al sol hasta que abren naturalmente. La semilla se puede almacenar hasta por un año en sitios frescos, en recipientes herméticos para evitar ataques de insectos; en cámaras frías por períodos prolongados.

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

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

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

Siembra directa. Para la siembra directa es necesario utilizar 2-3 semillas por postura, preferiblemente asociada con cultivos limpios o en terreno arado y asegurando un control adecuado de malezas en las primeras etapas de desarrollo. En densidades de plantación de 2500 árboles/ha o más, al cabo de un año las copas han cerrado y controlan la maleza. Diversas experiencias en América Central indican que la especie puede ser propagada por siembra directa sin diferencias apreciables en crecimiento cuando se compara con otros tipos de plántulas.

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

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

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

En cercos vivos se tienen varias opciones de manejo de los rebrotes: cortes sucesivos cada 2-3 meses para forraje o cortes cada dos años para sacar nuevo material para cercos y leña; también es posible obtener varas para sostén de hortalizas.

Tipo de planta y distancia de plantación: se ha empleado diferentes tipos de planta para el establecimiento de plantaciones. En Deazúcar, Nicaragua, se realizó una plantación a 2 x 2 m, con diferentes tipos de planta; los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo en diámetro y altura a tres edades diferentes (Cuadro 41). La sobrevivencia fue afectada por el tipo de material utilizado aunque no varió a partir del sétimo mes. La menor sobrevivencia se presentó en plántulas a raíz desnuda, mientras que el material en bolsa presentó altas tasas de sobrevivencia. Arboles procedentes de seudoestaca presentaron mayor desarrollo en diámetro y altura.

Cuadro 41. **Crecimiento de Gliricidia sepium según tipo de plántula y edad en Deazúcar (31) Nicaragua. Distanciamiento inicial: 2 m x 2 m**

Tipo de plántula	7 meses sobrevivencia (%)	7 meses altura (m)	32 meses altura (m)	32 meses dap (cm)
Completa en bolsa	100 A	0,9 A*	3,7 A	3,2 A
Deshojada en bolsa	88 A B	0,7 B	3,4 A	3,0 A
Tallo podado en bolsa	80 B	0,7 B	4,1 A	3,1 A
Raíz desnuda	24 C	0,6 B	3,2 A	2,9 A
Planta deshojada	24 C	0,6 B	3,0 A	3,0 A
Seudoestaca	76 B	1,0 A	4,2 A	3,4 A

* Letras diferentes indican diferencias significativas. Prueba de Duncan $P \leq 0,05$

Altitud 70 msnm; TMA 27,7°C; PMA 1131 mm; siete meses con déficit hídrico; bosque seco Tropical; suelo Udic Haplustoll

Se han utilizado diferentes distancias de plantación, según el objetivo de la misma, desde 0,75 m hasta 2 m en cercos vivos; desde 4 m x 4 m hasta 8,5 m x 8,5 m como sombrío en plantaciones de café y cacao y desde 1 m x 1 m hasta 3 m x 3 m con varias combinaciones entre estos distanciamientos en plantaciones para leña. Distancias mayores a 1,5 m x 2 m producen los mayores incrementos en el crecimiento diamétrico. En un experimento sobre distancias de plantación realizado en Deazúcar, Nicaragua (Cuadro 42) se encontró pequeñas diferencias, estadísticamente significativas, en el crecimiento diamétrico entre distancias con una pequeña ventaja de crecimiento en altura y diámetro a los 32 meses y un mayor número de ejes para el mayor espaciamiento. Lo anterior parece sugerir que la especie requiere de al menos 3 m^2/planta en los primeros años para crecer bien.

Cuadro 42. **Crecimiento de Gliricidia sepium bajo diferentes espaciamientos en Deazúcar (30) Nicaragua**

Distanciamiento (m x m)	7 meses altura (m)	19 meses altura (m)	19 meses dap (cm)	Sobrevivencia (%)	Número ejes	32 meses altura (m)	32 meses dap** (cm)
1,5 x 2,0	1,2 A*	2,7 A	1,7 A	100	1,3	4,1 A	2,9 B
2,0 x 2,0	1,1 A	2,6 A	1,7 A	98	1,9	4,1 A	3,0 B
2,5 x 2,0	1,0 A	2,6 A	1,8 A	97	3,1	4,0 A	2,9 B
3,0 x 2,0	1,2 A	2,8 A	1,9 A	100	4,6	4,3 A	3,2 A

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.
** Diámetro promedio de los ejes.

Altitud 70 msnm; TMA 27,7°C; PMA 1131 mm; siete meses con déficit hídrico; bosque seco Tropical; suelo Udic Haplustoll.

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

Crecimiento y Manejo. Crecimiento: En diferentes sitios de América Central el mayor crecimiento se presenta en las primeras etapas de desarrollo, aproximadamente durante los primeros dos años (Cuadro 43 y Figuras 24, 25 y 26). Los mejores crecimientos se presentaron en suelos de los órdenes Entisol, Inceptisol, Alfisol y Mollisol, en suelos Vertisoles el crecimiento fue menor; la especie falló en un suelo vértico sobrepastoreado y compactado del grupo Eutropept, así como en un suelo con muy poca retención de humedad (Typic Ustipsamment).

Con excepción de algunos sitios, los mayores incrementos en altura se presentaron en densidades de 2500 árboles/ha o menos sobre suelos de tipo Alfisol o Entisol. La combinación de ocho o más meses con déficit hídrico con suelos pesados, sobrepastoreados o de poca retención de humedad, disminuyen los incrementos o hace que la especie falle. Por otro lado el rendimiento es también menor en sitios a más de 500 msnm (Fig. 24).

Rebrotes: Es ampliamente conocida la capacidad de producción de rebrotes de esta especie. El Cuadro 44 presenta los resultados de crecimiento de rebrotes de diferentes edades en diferentes lugares de América Central. Los resultados indican que no existen diferencias significativas en crecimiento entre los diversos tratamientos y que el número promedio de rebrotes cuando se dejan crecer libremente, es aproximadamente dos rebrotes/tocón, similar a los tratamientos dos o más rebrotes/tocón. Esto sugiere que no es necesaria la selección y que se obtendría un mayor rendimiento en madera al tener un mayor número de ejes (mayor número de ejes con igual diámetro y altura promedio darían mayor volumen).

Cercos vivos: en Guatemala se ha establecido cercos vivos con plántula de semilla producida en bolsa. El Cuadro 45 presenta los resultados de crecimiento de cercos vivos no podados hasta la fecha, establecidos en dos sitios de Guatemala. La sobrevivencia fue variable debido a que en los casos de La Máquina, los cercos se establecieron cerca de un camino público y fueron afectados por los vecinos quienes cortaban y defoliaban las plantas pequeñas. El establecimiento a partir de planta de vivero es posible si no se ven sometidas a influencias externas.

Producción de biomasa. En cercos vivos: en un aprovechamiento realizado en cercos vivos con rebrotes de dos años en Alajuela, Costa Rica, se obtuvo 12,5 tm/km de biomasa seca al horno (80°C) de los cuales el 94 por ciento pudo ser utilizada como leña y el resto era follaje. En otro aprovechamiento en San Ramón, Costa Rica, de rebrotes de dos años se obtuvo una producción de 3600 postes/km (2,5 m de longitud y 3,6 $\pm$ 0,7 cm de diámetro en la parte más delgada). Aunque en estos casos no se dispone de datos para cortes sucesivos hay indicación de que la producción de leña varía con la frecuencia de corte. Así por ejemplo en San Carlos, Costa Rica, se obtuvo una producción de 0,7 tm/km (peso seco) con cortes cada tres meses, mientras que para un solo corte a los

seis meses la producción fue de 2,8 tm/km, lo que indica que la especie necesita más de tres meses para producir ramas lignificadas que pueden utilizarse como leña.

En Honduras se han obtenido producciones de 13,8 tm/km (peso seco) de leña, más 1580 postes para cerca en cercos de ocho años, con frecuencia de corte cada 19-24 meses. El Cuadro 46 presenta los resultados de aprovechamiento de cercos vivos en diferentes sitios de América Central.

En vegetación natural: se han realizado aprovechamientos en bosques de este tipo en Guatemala, El Salvador y Nicaragua y se han encontrado rendimientos no mayores a 7,7 tm/ha/año y 671 fustes/ha para una edad de 3,3 años en Talcualuya, El Salvador y menores rendimientos en los otros dos lugares (Cuadro 47).

En plantaciones: en el Cuadro 43 se presentan los datos de producción de leña y follaje (peso verde) de la primera rotación de algunos aprovechamientos en plantaciones del Proyecto Leña en América Central. En Escuintla, Guatemala, se obtuvo a los dos años 8,9 tm/ha de leña (peso seco) en una plantación con densidad de 2500 árb/ha; en Cañas, Costa Rica, en una plantación de cuatro años y 1111 árb/ha se obtuvo 17,3 tm/ha de leña (peso seco); en San Andrés, El Salvador se obtuvo 57,9 tm/ha de leña (peso seco) en una plantación de 25 años y una densidad de 138 árb/ha. Lo anterior indica que los incrementos en la producción varían con la edad y con la densidad de plantación, siendo más altos en los primeros años; aunque en rotaciones de 25 años y menos de 150 árboles/ha se obtuvo incrementos de más de 2 tm/ha/año. Por lo tanto, en plantaciones para producción de leña se puede iniciar con densidades altas (hasta 2500 árboles/ha) para aprovechar el crecimiento inicial.

Factores limitantes

Gliricidia sepium es suceptible a la competencia de malezas en las primeras etapas de desarrollo por lo que es necesario un control intensivo de las mismas. Es atacado por áfidos, especialmente en las hojas tiernas, en casos extremos pueden causar el secamiento de las hojas o permitir el ataque posterior de hongos que causan necrosis. También se ha detectado la presencia de insectos, especialmente del género *Empoasca* que causan secamiento de las hojas.

En sitios cercanos a cultivos o vegetación secundaria se han presentado ataques de ratas que descortezan la base de los árboles hasta causar la muerte (en algunos casos) en plantas pequeñas. También se ha detectado ataques de hormigas, especialmente del género *Atta*, que defolian los árboles, aunque sin consecuencias graves, ya que hay recuperación posterior.

La especie no se desarrolla bien sobre suelos con altos contenidos de arcilla o sobre suelos con poca retención de humedad; aparentemente su desarrollo se ve afectado en sitios con más de ocho meses de déficit hídrico o en áreas con menos de 600 mm anuales, en suelos sobrepastoreados (compactados) o con problemas de inundaciones periódicas.

Cuadro 43. **Crecimiento de Gliricidia sepium en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	Ejes/ árbol x̄	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA	Producción Leña (tm/ha)	Producción Follaje (tm/ha)
Palo Amontonado	56	GUA	517	24,0	470	12	me-S	Typic Eutropept	13	2,0 x 2,0	2 500	78		0,7	0,6				
Tierra Blanca	58	GUA	517	24,0	470	12	me-S	Typic Quartzipsamment	13	2,0 x 2,0	2 500	100		0,4	0,3				
Santa Rita	31	GUA	300	24,1	574	10	bs-S	Typic Ustorthent	13	2,0 x 2,0	2 500	97		1,2	1,1				
San Benito	60	GUA	654	26,0	620	10	bs-S	Vertic Ustropept	15	1,0 x 1,0	10 000	80		0,9	0,7				
El Retiro	51	GUA	654	26,0	620	10	bs-S	Typic Haplustoll	20	2,0 x 2,0	2 500	94		2,6	1,5	2,6	1,5		
El Progreso	57	GUA	360	27,3	904	8	bs-S	Lithic Ustorthent	21	2,0 x 2,0	2 500	100		2,9	1,6	2,5	1,4		
San Juan Ermita	81	GUA	471	26,0	979	8	bs-S		21	2,0 x 2,0	2 500	75		2,9	1,7				
La Libertad (1)	11	ELS	400	23,8	1173	6	bs-S		40	irregular	1 730	98	1,5	8,5	2,6	7,6	2,3		
La Libertad (1)	11	ELS	400	23,8	1173	6	bs-S		40	irregular	1 124	100	1,2	11,1	3,3	11,9	3,6	51,1	5,4 *
Nueva Concepción	25	GUA	50	27,0	1320	6	bh-S	Typic Tropaquent	13	2,0 x 2,0	2 500	100	2,9	2,1	1,9	1,5	1,3	2,5	3,1 *
La Trinidad	46	HON	640	24,6	1035	6	bh-S	Typic Ustifluvent	17	1,5 x 1,5	4 444	100		1,7	1,2				
Talanga	47	HON	850	22,3	1085	7	bh-S	Typic Hapludalf	20	1,5 x 1,5	4 444	88		1,5	0,9				
Nueva Concepción	41	GUA	50	27,0	1320	6	bh-S	Typic Tropaquent	22	2,0 x 2,0	2 500	59	2,1	3,8	2,0	3,6	1,9		
La Máquina (3)	45	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Fluventic Troporthent	24	2,0		41	1,9	4,4	2,2	4,5	2,3		
Comayagua (2)	71	HON	700	21,3	1110	6	bh-S	Entic Dystrandept	30	4,0 x 4,0	625	100		2,9	1,1	3,0	1,2		
Zamorano	43	HON	830	22,3	1110	6	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	92		2,4	0,9	2,0	0,7		
La Máquina	22	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	74		3,9	1,4	3,1	1,1		
La Máquina (3)	44	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Fluventic Troporthent	34	2,0		66	2,4	3,8	1,3	4,2	1,5		
La Máquina	98	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Typic Ustropept	35	2,0 x 3,0	1 666	87		7,8	2,6	6,3	2,1		
Ciudad Arce	4	ELS	500	23,8	1701	6	bh-S		38	2,5 x 2,5	1 600	51	2,6	5,2	1,6	4,3	1,3		
San Andrés (1)	32	ELS	520	23,8	1701	6	bh-S		300	8,5 x 8,5	138	100		18,2	0,7	31,9	1,3	115,8	11,1 *
El Cristo (3)	130	GUA	10	27,8	2346	7	bmh-S	Ultic Haplustalf	22	2,0		96	2,9	3,9	2,1	3,6	1,9		
San Gabriel	50	GUA	347	24,0	2654	6	bmh-S	Aeric Tropaquept	23	2,0 x 2,0	2 500	100	3,3	3,7	1,9	4,7	2,4	17,9	5,7 *
Nisperales (2)	74	HON	400	26,7	2860	1	bmh-S	Typic Tropohumult	27	2,0 x 3,0	1 666	98	2,2	5,6	2,4	5,5	2,4		
Nisperales (2)	74	HON	400	26,7	2860	1	bmh-S	Typic Tropohumult	27	2,0 x 5,0	1 000	100	2,5	4,2	1,8	4,1	1,8		
Taquillo (1)	6	ELS	200	24,4	2004	6	bmh-S		35	2,0 x 2,0	2 500	94	1,7	5,6	1,9	4,0	1,3	26,5	19,1 *
Taquillo (1)	6	ELS	200	26,4	2004	6	bmh-S		38	2,0 x 2,0	2 500	71	1,2	6,5	2,0	5,5	1,7		
Taquillo (1)	6	ELS	200	26,4	2004	6	bmh-S		42	2,0 x 2,0	2 500	98	2,0	6,0	1,7	4,7	1,3		
Palín	9	GUA	1080	19,2	2249	6	bmh-MBS	Typic Troposamment	64	3,0 x 4,0	823	82		6,6	1,2	9,7	1,8		
Sébaco	129	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	34	2,0 x 2,0	2 500	91	4,4	2,2	0,7	2,3	0,8		
Sébaco	33	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	35	2,0 x 2,0	2 500	100		4,0	1,3	3,7	1,2		
San Pablo	125	COS	40	26,3	1859	5	bs-T	Vertic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	76		0,8	0,8				
San Pedro (1)	106	COS	60	26,3	1859	5	bs-T	Vertic Rhodustalf	19	2,0 x 2,0	2 500	76	1,7	3,5	2,2	2,2	1,4		
San Pedro (1)	106	COS	60	26,3	1859	5	bs-T	Vertic Rhodustalf	19	2,0 x 2,0	2 500	85	2,1	5,2	3,2	3,4	2,1		
Pavana Centro	54	HON	40	28,7	1381	6	bs-T	Haplic Durixeralf	20	1,0 x 2,0	5 000	100		3,5	2,1	2,9	1,7		
Playa Grande	56	HON	30	28,7	1381	6	bs-T	Typic Eutropept	20	1,5 x 1,5	4 444	100		3,4	2,0	3,3	1,9		
Santa Rita (3)	74	COS	60	26,3	1859	5	bs-T	Fluventic Haplustoll	24	2,0		95	3,2	1,8	0,9	6,6	3,3		
Deazúcar	51	NIC		27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	29	1,6 x 2,0	3 125	88	3,4	3,1	1,2	3,1	1,2		
Mateare Uca	27	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	31	2,0 x 2,0	2 500	100		2,2	0,8	2,4	0,9		
Deazúcar	32	NIC	70	27,7	1133	7	bs-T	Udic Haplustoll	32	2,0 x 2,0	2 500	100		4,4	1,6	4,3	1,6		
El Gurú	100	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T	Typic Eutrandept	32	3,0 x 3,0	1 111	93	3,6	6,3	2,3	4,5	1,6		
El Gurú	26	NIC	100	28,4	1625	5	bs-T	Typic Eutrandept	33	2,0 x 2,0	2 500	100		7,5	2,7	6,9	2,5		
Mateare Uca	66	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	33	2,0 x 2,0	2 500	83	3,0	3,0	1,1	2,9	1,0		
Masaya Uca	55	NIC	215	26,8	1438	6	bs-T		34	2,0 x 2,0	2 500	65	4,3	2,4	0,8	2,5	0,8		
Loma Larga	49	PAN	25	27,0	1210	5	bs-T	Vertic Haplustalf	34	2,0 x 2,0	2 500	83	2,4	4,0	1,4	3,2	1,0	11,8 **	
San Francisco	71	NIC	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	34	3,0 x 3,0	1 111	79	3,6	4,9	1,7	4,6	1,6		
Las Lajas	120	COS	60	27,2	1714	5	bs-T	Typic Ustifluvent	46	3,0 x 3,0	1 111	96	1,9	7,2	1,8	6,1	1,5	34,6	10,3 *
Agua Caliente	44	HON	40	28,7	1381	6	bh-T		20	1,5 x 1,5	4 444	100		3,0	1,8	2,2	1,3		
San Joaquín (3)	101	COS	60	26,0	1770	5	bh-T		25	2,0		50	3,3	4,1	1,9				
Cuesta Blanca	24	COS	500	27,0	2223	5	bh-T	Paralithic Ustorthent	44	2,0 x 2,0	2 500	69	2,1	4,1	1,1	3,9	1,0		
Monte Romo	117	COS	710	27,0	1860	6	bmh-PT	Udic Rhodustalf	24	1,0 x 2,0	5 000	92	2,1	2,4	1,2	2,1	1,0		

* Peso verde
** Peso seco

(1) Siembra directa
(2) Plantado por estacas
(3) Cerco vivo

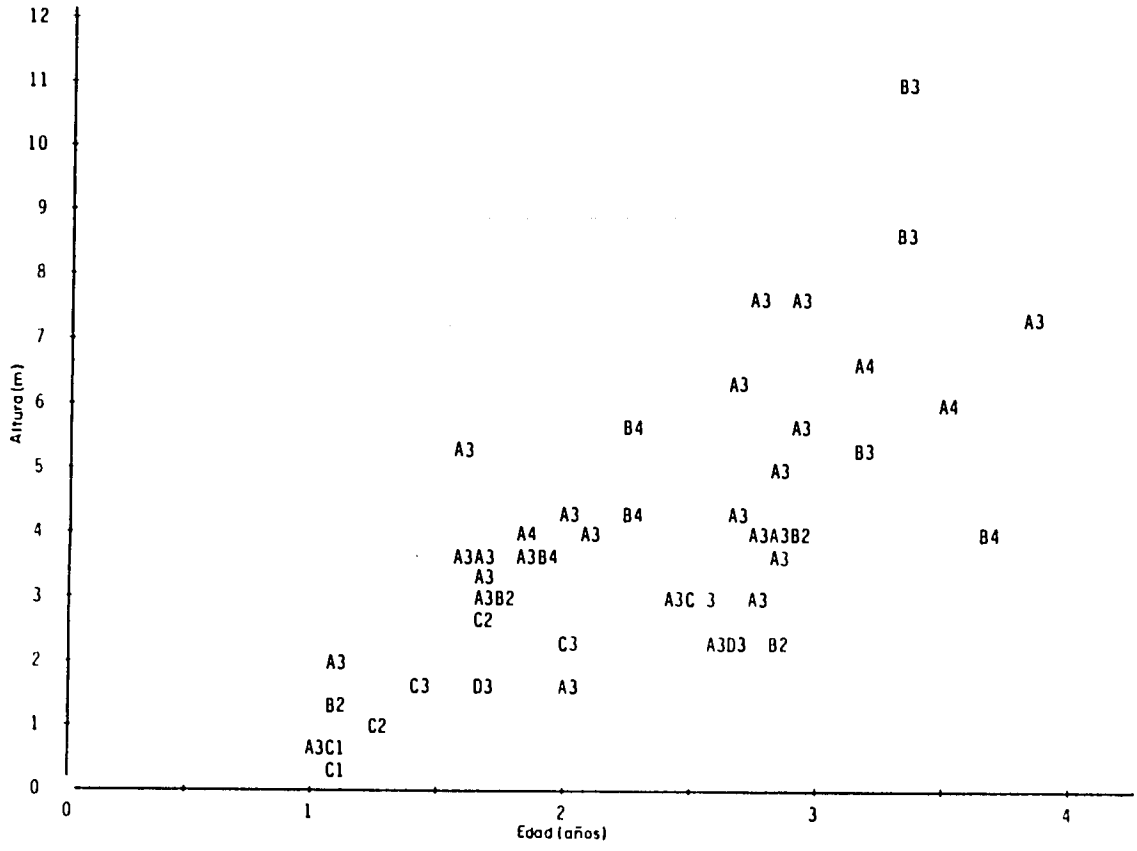


Figura 24. Efecto de la altitud y la precipitación sobre el crecimiento en altura Gliricidia sepium en América Central

A: menos de 250 msnm
B: entre 250 y 500 msnm
C: entre 500 y 750 msnm
D: entre 750 y 1000 msnm

1: menos de 500 mm
2: entre 500 y 1000 mm
3: entre 1000 y 2000 mm
4: entre 2000 y 3000 mm

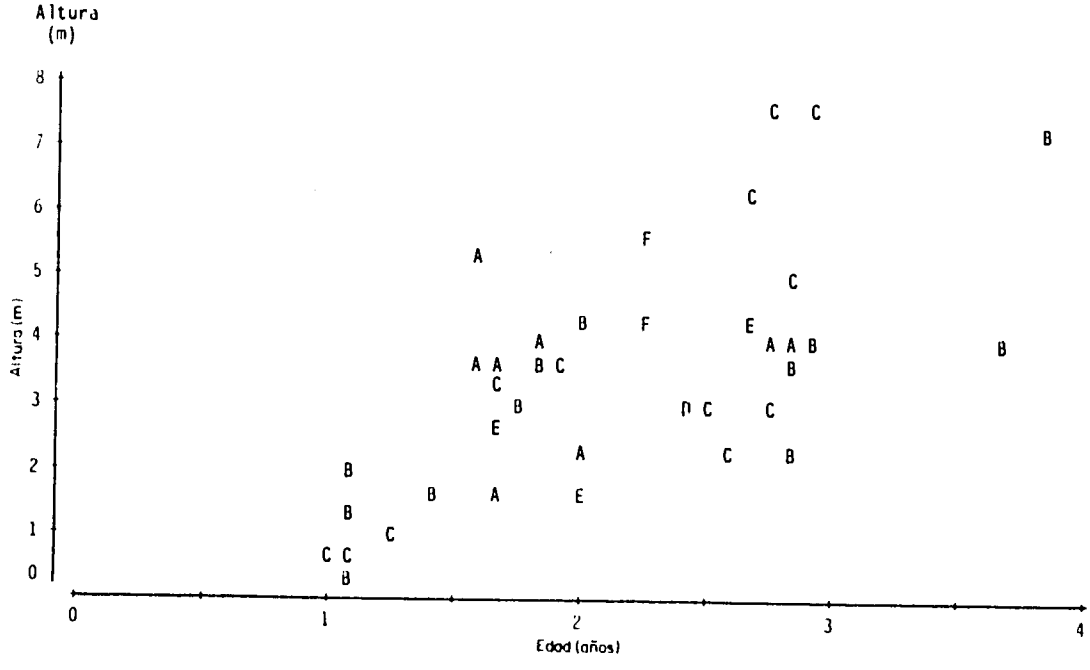


Figura 25. Efecto del tipo de suelo sobre el crecimiento en altura de Gliricidia sepium en América Central

A: Alfisoles
B: Entisoles
C: Inceptisoles
D: Vertisoles
E: Mollisoles
F: Ultisoles

Cuadro 44. **Crecimiento de rebrotes de Gliricidia sepium en diferentes lugares de América Central**

Sitio		País	Densidad media (árb/ha)	Tratamiento (reb/tocón)	Reb/tocón promedio última medición	5 meses Altura (m)	5 meses dap* (cm)	14 meses Altura (m)	14 meses dap (cm)	24 meses Altura (m)	24 meses dap (cm)	33 meses Altura (m)	33 meses dap* (cm)
Gualán[1/]	47	GUA	630	2	1,3	3,2	2,1	3,8	3,1	3,8 A**	4,2 A		
				3	2,6	2,9	1,8	3,7	3,2	4,4 A	3,5 B		
				4	3,2	3,1	2,1	3,9	3,4	4,4 A	4,0 A		
				5	4,7	2,9	1,8	3,5	2,9	4,0 A	3,4 B		
Las Maderas[1/]	34	NIC	925	1	1,0	2,7 A	2,6 A					3,5 A	3,5 A
				2	1,3	2,9 A	2,7 A					3,8 A	3,6 A
				3	1,8	2,6 A	2,5 A					4,4 A	3,5 A
				todos	2,0	2,7 A	2,5 A					3,9 A	3,5 A
El Amparo[1/]	36	NIC	5 500	1	1,0	1,9 A	2,3 A					3,2 A	3,0 A
				2	1,4	2,0 A	2,3 A					3,1 A	3,0 A
				3	1,3	1,8 A	2,2 A					3,1 A	2,7 A
				todos	1,4	1,9 A	2,2 A					2,7 A	2,3 A
Nisperales[2/]	37	HON	1 111	3	1,8	6,5***	5,8						
			1 370	4	1,3	6,5	5,0						

1/ Vegetación natural
2/ Plantación

* dap: diámetro promedio de los ejes
** Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Duncan.
*** Edad de los rebrotes: 63 meses

Gualán: altitud 129 msnm; IMA 28,6°C; PMA 728 mm; ocho meses déficit hídrico; bosque seco Premontano (Subtropical); suelo: Typic Ustropep
Las Maderas: altitud 350 msnm; IMA 26,9°C; PMA 785 mm; nueve meses déficit hídrico; bosque muy seco Tropical; suelo Udic Haplustalf
El Amparo: altitud 70 msnm; IMA 26,7°C; PMA 1491 mm; seis meses déficit hídrico; bosque seco Tropical
Nisperales: altitud 400 msnm; IMA 26,7°C; PMA 2860 mm; un mes déficit hídrico; bosque muy húmedo Premontano Subtropical; suelo Typic Tropohum

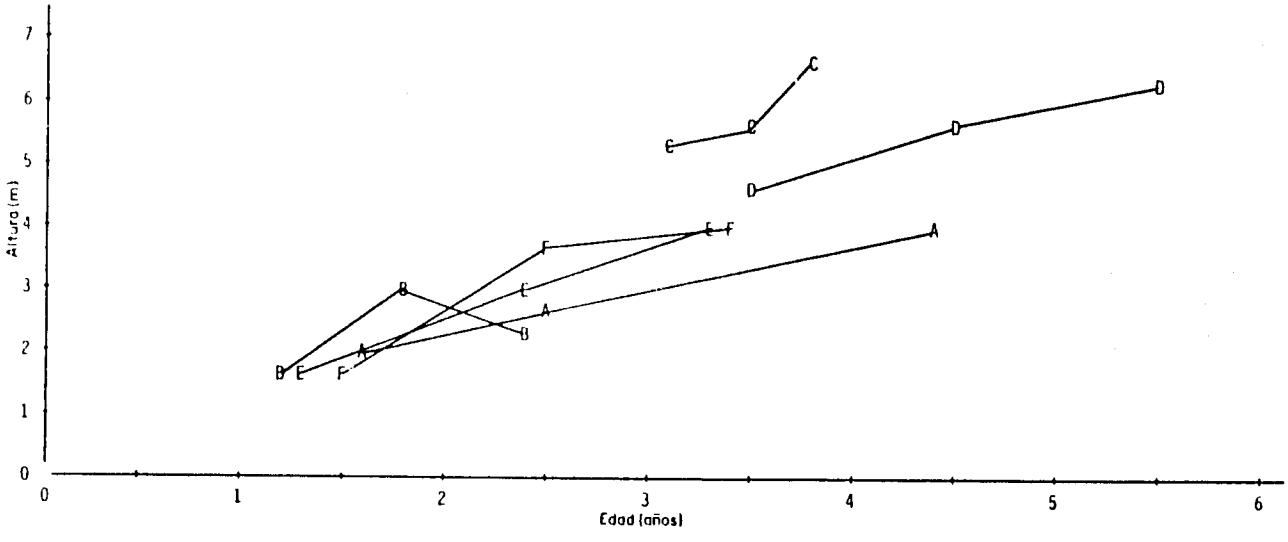


Figura 26. Crecimiento en altura de Gliricidia sepium en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	IMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Cuesta Blanca	COS	24	500	27,0	2223	5	bh-T	Paralithic Ustorthent	Presencia de piedras, fertilizado
B: Monte Romo	COS	117	710	27,0	1860	5	bh-PT	Udic Rhodustalf	Suelo con pastos y ataque de ratas
C: Taquillo	ELS	6	200	26,4	2004	6	bmh-S		Siembra directa
D: Palin	GUA	9	1080	19,2	2249	6	bh-S	Typic Tropopsamment	Suelo franco arenoso bien drenado
E: La Máquina	GUA	22	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	Suelo agrícola abandonado
F: Loma Larga	PAN	49	25	27,0	1210	5	bs-T	Vertic Haplustalf	Suelo compactado

Cuadro 45. **Crecimiento de *Gliricidia sepium* en cercos vivos establecidos con planta en bolsa, en tres sitios de Guatemala**

Sitio	Espaciamiento (m)	Edad (meses)	Suelo	Sobrevivencia (%)	Altura (m) promedio	Altura (m) IMA	dap (cm) promedio	dap (cm) IMA
La Máquina								
44 GUA	2	34	Fluventic Troporthent	66	3,8	1,3	4,2	1,4
45 GUA	2	24	Fluventic Troporthent	41	4,4	2,2	4,5	2,2
Coatepeque								
130 GUA	1	22	Ultic Haplustalf	96	3,9	2,1	3,6	1,9

La Máquina: altitud 100 msnm; TMA 27°C; PMA 1860 mm; seis meses de déficit hídrico; bosque húmedo Premontano

Coatepeque: altitud 10 msnm; TMA 27,8°C; PMA 2346 mm; siete meses de déficit hídrico; bosque húmedo Premontano

Cuadro 46. **Producción de *Gliricidia sepium* en cercos vivos establecido por estacas en Costa Rica y Honduras**

Sitio	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déficit hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Edad cerco (meses)	Edad rebrotes (meses)	Espaciamiento	PRODUCCION/km 1/ postes (No.)	leña (tm)	follaje (tm)	total (tm)
San Carlos 145 COS	225	25,0	4000	0	bmh-T	57	3	1,5		0,3*	0,6*	0,9*
						63	3			0,4*	0,6*	1,0*
						63	6			2,8*	1,4*	4,2*
Alajuela COS	1017	19,2	1956	5	bh-P(T)	24		1,5		11,7	0,8	12,5*
Piedades Sur 35 COS	1116	20,2	2219	4	bh-P(T)	84	24	1,5	3 600			
El Progreso HON	50	26,0	1200	5	bh-P(S)	96	19	1,2	1 580	13,4**	13,5***	
						156	15	2,0	1 000	17,6**	12,9***	

1/ Producción al momento de la cosecha, en la primera rotación
* Peso seco al horno (80°C)
** Peso seco estimado a partir de la relación peso seco/peso verde = 0,5
*** Peso verde

Cuadro 47. Producción proveniente de rebrotes de Gliricidia sepium en vegetación natural en la "primera" rotación en tres sitios de América Central 1/

Sitio	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déficit hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Edad (años)	Densidad/ha tocones	Densidad/ha ejes	Ejes/ árbol	Altura (m)	dap (cm)	PRODUCCION tm/ha Leña	Follaje	Total
K57,5 Maderas 2/ NIC	250	24,8	785	6	bms-T	6,0	925	1475	1,7	8,5	7,6	24,5*	3,7*	28,2*
Talcualuya**** 11 ELS	400	23,8	1173	6	bh-P(S)	3,3	565	671	1,5	11,1	11,9	25,5***	5,4**	
Talcualuya**** 11 ELS	400	23,8	1173	6	bh-P(S)	3,3	1250	1794	1,4	10,7	9,8			
Gualán 3/ 47 GUA	129	28,6	728	8	bs-P(S)	3,4	626	2626	4,2	4,7	4,0	6,0***	3,2**	
Waswali 4/ 54 NIC	347	25,3	1374	6	bs-T	12,0			3,0	9,7	1,4			

1/ Primera rotación mensurada por el Proyecto Leña
2/ Suelo: Udic Haplustalf
3/ Suelo: Typic Ustropept
4/ Suelo: Udic Argiustoll

* Peso seco al horno (80°C)
** Peso verde
*** Peso seco estimado a partir de la relación peso seco/verde = 0,5
**** Sitios donde se ha controlado la maleza

Gmelina arborea

Nombre científico: Gmelina arborea Roxb.

Sinónimo: Gmelina arborea Linn.

Familia: Verbenaceae

Nombres comunes: melina, gmelina, yemane.

Características sobresalientes

G. arborea es una especie de crecimiento rápido y buena sobrevivencia cuando se planta en suelos de textura media, profundos, bien drenados y fertilidad media a buena. La madera es utilizada para diversos usos, entre ellos la producción de leña y carbón. Propia de las zonas bajas tropicales y subtropicales con estación seca definida. Es más exigente que algunas especies de eucalipto, el crecimiento se ve restringido en suelos poco profundos, con capas superficiales endurecidas o presencia de piedras.

Distribución

La especie es nativa de la India, Bangladesh, Burma y países vecinos. Además de Asia, actualmente se cultiva en Africa y América Tropical, especialmente en Brasil. En América Central se tienen plantaciones importantes en Costa Rica y pequeñas plantaciones en los demás países del área.

Descripción de la especie

Es una especie decidua que puede alcanzar grandes dimensiones en condiciones favorables. La altura varía entre 12 y 30 m y diámetro máximo entre 60 y 100 cm. Cuando crece aislada desarrolla una copa amplia, ramas gruesas bajas y tronco muy cónico. En plantaciones densas desarrolla un fuste limpio de ramas bajas y menos cónico. El tronco es de base recta; corteza externa lisa, gris blanquecina; corteza interna amarillenta, moteada que pardea al aire rápidamente.

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

Las hojas son simples, opuestas, grandes, oval-acuminadas y con la base cordada. El haz es normalmente glabro o con muy poca vellosidad. El envés presenta pubescencia estrellada de color amarillo-oscuro. Flores numerosas en panículas terminales, ramificadas y densamente pubescentes. La floración se produce en la época seca o al inicio de las lluvias. Frutos (drupas) abundantes,

ovaliformes, de color amarillo cuando maduros, de 2-2,5 cm de longitud, con un endocarpo endurecido, que contiene 1-4 semillas en sus cavidades. Normalmente sólo una a tres semillas son viables.

La madera es de grano recto, de color blanquecino, poco durable en contacto directo con el suelo.

Usos

Leña: G. arborea ha sido utilizada como leña en Malawi, Sierra Leona y Nigeria. En Malawi se le utiliza para el secado de tabaco, mezclando leña verde (dos partes) y seca. En Costa Rica se le ha utilizado como leña en salineras, aunque debe estar bien seca para alcanzar altas temperaturas. La leña quema rápidamente y tiene un buen poder calorífico (alrededor de 20 000 kJ/kg o 4800 Kcal/kg). En Costa Rica, para madera de 34 meses de edad se encontró un poder calórico de 19 124 kJ/kg y 0,31 por ciento de cenizas. La madera debe protegerse de los ataques de termites cuando se almacena al aire. Produce carbón que arde bien y sin humo, pero con abundantes cenizas.

Madera de uso comercial y familiar: la madera de melina es medianamente densa (0,48 g/cm^3), poco atractiva pero fácil de trabajar, de gran durabilidad y no se encoje ni distorsiona en diferentes ambientes por lo que puede compararse con la madera de teca. Es utilizada en la manufactura de productos donde la estabilidad dimensional es importante. Por estas razones es una madera utilizada en carpintería, ebanistería, paneles, instrumentos musicales, cajonería en general, tallado y otros. Además se utiliza en construcciones rurales, para postes, yugos y otros.

También se utiliza en la fabricación de pulpa para papel de buena resistencia, blanqueada o no. En Costa Rica la empresa Scott Paper basa actualmente la producción de papeles de uso doméstico en pulpa proveniente de madera de G. arborea.

La madera también puede ser utilizada para la obtención de chapas y madera contrachapada y en la fabricación de palillos de fósforos.

Otros usos: las flores de la especie producen miel de excelente calidad. El follaje joven es apetecido por animales quienes pueden producir daño a las plantaciones jóvenes o a los rebrotes por el ramoneo. Los frutos, hojas, flores, raíces y corteza son utilizados en el sureste asiático como medicina para diferentes enfermedades. Se planta para la protección de campos cultivados, ya sea como cerco vivo o como parte de cortinas rompevientos. No se recomienda la plantación en terrenos con alta pendiente ya que al igual que la teca, el follaje denso disminuye considerablemente la presencia de otra vegetación, dejando el suelo susceptible a la erosión por escurrimiento superficial. Igualmente, por tener hojas de área foliar grande concentra una gran cantidad de agua que puede causar daños al suelo. En zonas de poca pendiente se recomienda plantar asociada con cultivos anuales durante el primero o dos primeros años.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en su rango natural de distribución las temperaturas mínimas absolutas están entre -1°C y 16°C y las máximas entre 38°C y 48°C. Las heladas pueden dañarla en forma severa. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 24° y 35°C. En América Central se le ha plantado con éxito en sitios con temperatura media anual entre 24° y 29°C.

Precipitación: crece naturalmente en áreas con precipitación media anual entre 750 mm y 2000 mm aproximadamente. La precipitación óptima es de 1800 a 2300 mm aunque puede crecer en sitios de hasta 4500 mm. Requiere un período seco que puede variar entre dos y ocho meses. En América Central se le ha plantado en zonas con precipitaciones desde 850 hasta 2700 mm anuales y cinco a ocho meses con déficit hídrico.

Altitud: la mayor parte de la zona de distribución natural se encuentra entre 90 y 900 m de altitud. En la parte occidental del Himalaya se le encuentra hasta 1200 m y en Sri Lanka se le ha encontrado hasta 1500 m. En América Central se le ha plantado desde el nivel del mar hasta más de 800 m.

Suelos: tiene el mejor desarrollo y longevidad en suelos profundos, húmedos, bien drenados y con un buen suministro de nutrimentos. Puede crecer en suelos desde ácidos o calcáreos, hasta lateritas, pero el crecimiento se ve afectado en suelos superficiales, con capas endurecidas, impermeables, pedregosos, o en suelos ácidos muy lixiviado o arenas secas. Es muy susceptible a la competencia de malezas.

Sombra: es una especie esencialmente heliófila, intolerante a la sombra.

Silvicultura

Regeneración natural

En Africa, en suelos arenosos y sin malezas, alrededor de plantaciones, hay abundante regeneración natural. La semilla puede germinar bajo la cubierta de copas aclareadas de una plantación. Estas mismas características se han observado en plantaciones en América Central.

Para estimular la germinación es necesario alternar calor y humedad. Además parece necesario que los endocarpos se encuentren total o parcialmente enterrados para que haya suficiente humedad en forma constante.

Regeneración artificial

Recolección de la semilla. G. arborea produce semillas a los 3-4 años de plantada. En América Central la floración se produce generalmente entre enero y febrero. En Manila, Costa Rica, la floración se produce en diciembre. La recolección de frutos se realiza entre febrero y mayo y aún junio en zonas secas.

Producción en vivero. La semilla es epigea, similar a la de teca. El endocarpo se abre mediante una o dos valvas. Primero emerge la radicula y posteriormente los cotiledones. Al igual que con teca deben usarse germinadores. Los endocarpos deben quedar cubiertos (con suelo, paja u otro material) para evitar pérdidas de humedad. Debe regarse abundantemente. Las semillas normalmente germinan en un período de 2-4 semanas. Luego se trasladan a los bancales para la producción de seudoestacas. La distancia entre plantas en estos bancales debe ser aproximadamente 20 cm x 20 cm.

En vivero se recomienda el uso de bancales para producción de seudoestacas. No es recomendable la producción en bolsas por los costos altos y el crecimiento rápido de la especie. Para el traslado al campo definitivo las seudoestacas deben tener 20-30 cm de raíz y un tocón de no más de 5-10 cm de longitud y 1,5 cm a 5 cm de diámetro al cuello. Este tipo de material se puede conseguir en vivero en un período de 6-8 meses, en ciertos casos en cuatro meses.

Al confeccionar las seudoestacas se debe tener cuidado que el tocón esté lignificado, ya que en caso contrario, la presencia de suber permite ataques fungosos que destruyen la planta. Es recomendable hacer un corte en bisel (inclinado) de un solo plano.

Plantación. Esta especie es muy susceptible a la competencia de malezas por lo que es necesaria una buena preparación del terreno (limpieza). Donde las condiciones lo permitan es recomendable quemar la maleza antes de la plantación.

La distancia de plantación que más se ha utilizado en América Central es 2,0 m x 2,0 m, pero también se han empleado distancias de 2,5 m x 2,5 m y 3,0 m x 3,0 m. Aunque no se han realizado ensayos sobre distancias de plantación, el comportamiento de las plantaciones estudiadas parece confirmar que 2,5 m x 2,5 m es uno de los mejores distanciamientos.

Tampoco se han realizado estudios detallados sobre fertilización en la etapa de vivero ni en la etapa de plantación. En Guatemala se realizó un ensayo de fertilización en una plantación de un año, plantada a 2,0 m x 2,0 m. La aplicación se hizo en julio, en el período seco (canícula) dentro de la estación de lluvias. Se adicionaron cuatro dosis de fertilizante N-P-K (15-15-15): 0, 50, 100 y 150 g/ planta, en un círculo a 15 cm de la base de los árboles, cubriendo con tierra luego de la aplicación del fertilizante. La prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) detectó la existencia de diferencias significativas entre los incrementos producidos por la fertilización a los cinco meses, con una ligera ventaja para los tratamientos 50 y 150 g/planta; sin embargo hace falta más investigación al respecto (Cuadro 43).

Crecimiento y manejo. Crecimiento: *G. arborea* es una especie de crecimiento inicial muy rápido aunque las características del suelo, por ejemplo la profundidad afectiva, la textura y la presencia de rocas afectan este crecimiento. El Cuadro 49 presenta los resultados de crecimiento en diferentes sitios de América Central.

Cuadro 48. **Efecto de cuatro niveles de fertilización con NPK (15-15-15) en el incremento en diámetro y altura de Gmelina arborea para un período de cinco meses en una plantación de un año en La Máquina (61) Guatemala**

Tratamiento (g/planta)	Incremento dap (cm)	Incremento altura (m)
0	2,9 AB*	2,7 A B
50	3,3 A	3,4 A
100	2,6 B	3,2 A
150	3,3 A	3,5 A

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Altitud 100 msnm; TMA 27°C; PMA 1860 mm; seis meses con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Subtropical); suelo Vertic Haplustalf

Del análisis del cuadro se puede deducir que el incremento medio anual en diámetro es superior en 1,4 cm/año para los primeros ocho años de vida y 1,4 m/año o más en altura para el mismo período. Para edades superiores a los ocho años disminuyen los incrementos medios anuales en diámetro y altura, en plantaciones sin ralear. En algunos sitios con suelos vérticos el crecimiento es menor. La sobrevivencia es buena en la mayoría de los sitios.

En general los incrementos medios son superiores a 2 cm en diámetro y 2 m en altura en los primeros cuatro años de vida, lo que indica un crecimiento muy rápido en las primeras etapas de vida.

No se dispone de suficiente información sobre la influencia de la precipitación total en los incrementos, aunque en el sitio más seco (Sébaco) los incrementos medios anuales fueron menores.

En los sitios donde se evaluó el número de ejes por planta, se encontró un promedio de 1,3 a 1,7 ejes, o sea plantas con más de un eje en el 30 a 70 por ciento de los casos. En general cuando se produce más de un eje, uno de ellos tiende a crecer con mayor vigor.

La Figura 27 indica que la especie presenta, en todos los casos, un crecimiento inicial muy rápido durante los primeros cuatro años, el que disminuye a partir del sexto año.

Rebrotes: como ya se ha indicado, la especie produce abundante cantidad de rebrotes de crecimiento muy rápido en las primeras etapas. En un ensayo realizado en Hojancha, Costa Rica, se encontró que cuando se dejaba crecer libremente los rebrotes, el número promedio por planta era de cuatro (Cuadro 50); en La Lima, Honduras se encontró tres ejes/planta cuando no se hace ninguna selección.

Cuadro 49. **Crecimiento de Gmelina arborea en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	Ejes/árbol $\bar{x}$	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA	Producción leña (tm/ha)
La Máquina	24	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	22	2,0 x 2,0	2 500	100		6,3	3,4	6,8	3,7	34 *
San Andrés	2	ELS	520	23,8	1701	6	bh-S		26	2,5 x 2,5	1 600	42	1,3	5,2	2,4	6,5	3,0	
La Máquina	24	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	97		9,8	3,6	8,9	3,2	
La Lima (1)	6	HON	30	25,0	1204	6	bh-S		108	3,0 x 3,0	1 111	39		22,0	2,4	28,0	3,1	235 *
El Cristo (2)	131	GUA	10	27,8	2346	7	bmh-S	Ultic Haplustalf	22	1,0		85	1,5	6,4	3,5	7,4	4,0	
Esquintla	26	GUA	347	24,0	2654	6	bmh-S	Acric Tropaquept	33	2,0 x 2,0	2 500	63	1,3	8,9	3,2	8,8	3,2	
Sébaco	130	NIC	480	25,7	889	8	bms-T		34	2,0 x 2,0	2 500	96	1,6	4,6	1,6	5,6	1,9	
Sébaco	2	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	114	2,0 x 2,0	2 500	65		9,7	1,1	12,3	1,3	
Sébaco	1	NIC	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	115	2,0 x 2,0	2 500	86		9,8	1,1	12,2	1,3	
San Pablo	125	COS	40	26,3	1859	5	bs-T	Vertic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	100		4,0	4,0	4,7	4,7	
Mateare Uca	51	NIC	70	27,7	1131	6	bs-T	Mollic Vitrandept	29	1,6 x 2,0	3 125	56	1,4	5,8	2,4	6,6	2,7	
Deazúcar	32	NIC	70	27,7	1133	7	bs-T	Typic Pellustert	33	2,0 x 2,0	2 500	100		6,4	2,3	7,4	2,7	
San Fco. Libre	80	NIC	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	33	2,0 x 2,0	2 500	77	1,7	3,8	1,4	3,8	1,4	
San Fco. Libre	67	NIC	100	28,4	1261	7	bs-T	Vertic Ustropept	34	2,0 x 2,0	2 500	98		6,6	2,3	7,1	2,5	
Acosasco	5	NIC	110	27,4	1559	6	bs-T		90	2,5 x 2,5	1 600	100		10,4	1,4	12,9	1,7	
Cerro Azul	107	COS	400	26,3	1859	5	bh-PT	Oxic Rhodustalf	18	2,0 x 2,0	2 500	83		3,8	2,5	4,2	2,8	
San Gerardo	10	COS	370	27,0	2223	5	bh-T		42	2,0 x 2,0	2 500	96		11,6	2,9	10,1	2,6	
La Libertad (3)	2	COS	430	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Ustorthent	44	2,0 x 2,0	2 500	100		8,2	2,2	8,0	2,1	
El Viejo	9	NIC	98	27,9	2463	5	bh-T		68	2,0 x 2,0	2 500	92		11,9	2,1	12,8	2,3	
Monte Romo	92	COS	710	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	96		2,0	2,0			

(1) Planta en bola de tierra
(2) Cerco vivo
(3) Planta en seudoestaca
* Peso verde

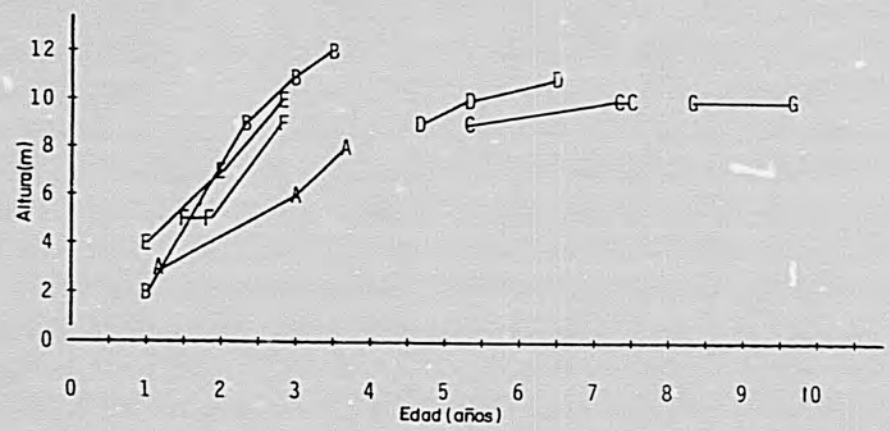


Figura 27. Crecimiento en altura de Gmelina arborea en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: La Libertad	COS	2	430	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Ustorthent	Planta en seudoestaca
B: San Gerardo	COS	10	370	27,0	2223	5	bh-T		Planta en bolsa plástica
C: Sébaco	NIC	1	480	25,7	889	8	bms-T	Vertic Fluventic Ustropept	
D: Ascosasco	NIC	5	110	27,4	1559	6	bs-T		
E: La Máquina	GUA	24	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	Suelo agrícola abandonado
F: Escuintla	GUA	26	347	24,0	2654	6	bmh-S	Vertic Tropaquept	Suelo parcialmente inundable

Cuadro 50. **Crecimiento de rebrotes de 34 meses de Gmelina arborea en una plantación de 58 meses a 2,3 m x 2,3 m con un diámetro basal promedio de 9,6 cm en Hojancha (75) Costa Rica**

Tratamiento (No. rebrotes)	Sobrevivencia de los tocones (%)	ejes/tocón	altura (m)	dap* (cm)
1	100	1,0	8,3	9,0
hasta 2	97	1,9	8,3	7,8
hasta 3	86	2,6	7,3	6,4
hasta 4	72	2,9	6,5	4,9
todos	100	4,0	7,8	5,8

* diámetro promedio de los ejes

Altitud 710 msnm; TMA 27°C; PMA 2223 mm; cinco meses con déficit hídrico; bosque muy húmedo Premontano (Tropical); suelo Vertic Haplustalf

El diámetro promedio de los ejes disminuye al aumentar el número de ejes/tratamiento, aunque el tratamiento "todos" es ligeramente superior al tratamiento cuatro ejes. La altura parece estar menos afectada por el tratamiento, si bien disminuye al aumentar el número de ejes.

En La Máquina, Guatemala, se obtuvo 3,9 rebrotes por tocón con una altura promedio de 4 m y 2,8 cm de diámetro/eje a los siete meses, en tocones de 24 meses, plantados a 2 m x 2 m, con un diámetro basal promedio de 10,6 cm.

Cercos vivos: en algunos sitios se ha utilizado como cerco vivo. En Coatepeque, Guatemala (10 msnm, TMA 27,8°C, PMA 2346 mm y siete meses con déficit hídrico) se instaló un cerco vivo de G. arborea con plántulas producidas en vivero, a dos metros entre plantas. A los 22 meses se tenía una sobrevivencia de 85 por ciento, diámetro promedio de 7,4 cm y 6,4 m de altura promedio de los árboles sin podar.

Producción de biomasa: debido al rápido crecimiento se han obtenido altos rendimientos de biomasa. Por ejemplo, en La Máquina, Guatemala, sobre suelos poco profundos Ultic Haplustalf, a los 22 meses se obtuvo 34 tm/ha de leña verde (aproximadamente 20 tm/ha de leña seca al horno). En La Lima, Honduras se obtuvo 235 tm/ha de peso verde (aproximadamente 138 tm/ha peso seco) de biomasa utilizable como leña en una plantación de nueve años.

Factores limitantes

En general la especie es susceptible a la competencia de malezas, gramíneas u otras. En zonas húmedas se ha visto invasión de enredaderas de la familia Convolvulaceae que pueden ahogar las plantas de G. arborea. En América Central las plantaciones, especialmente las más jóvenes, han sido atacadas por hormigas defoliadoras del género Atta.

En plantaciones jóvenes de 2-3 años se ha detectado la presencia de termites, sin que hasta la fecha se hayan presentado ataques a la madera.

La presencia de capas endurecidas o capas de piedras cerca de la superficie impiden el desarrollo radicular y crecimiento de la especie.

Grevillea robusta

Nombre científico: Grevillea robusta A. Cunn.

Familia: Proteaceae

Nombres comunes: Grevilea, gravilea, roble de seda, roble australiano.

Características sobresalientes

Es un árbol de muy buena forma, atractivo y ornamental, semi-caducifolio por un período breve. Las hojas se asemejan a grandes frondas de helechos, verdes por el haz y plateadas en el envés.

Es una especie de crecimiento rápido en suelos francos hasta arenosos. En zonas altas resiste a heladas y sequías. Se planta extensamente para madera y como árbol de sombra. En el altiplano central de Guatemala, donde se planta como sombrío para café, se usa como leña en hornos para cocer ladrillos, hornos de panadería y en hogares, así como en la obtención de madera (tablilla) para decoración de interiores.

Distribución

G. robusta es nativa de las áreas costeras subtropicales del oriente australiano en Nueva Gales del Sur y Queensland, desde la costa hasta 160 km dentro del continente, entre los 27° y 30° latitud sur.

Se ha introducido y naturalizado en regiones tropicales y sub-tropicales, para sombra y madera. Se planta en Asia, Africa, América Latina y el Caribe.

Descripción de la especie

Es un árbol semi-deciduo de tamaño mediano a grande, de 12-20 m de altura, algunas veces puede alcanzar y superar los 30 m. Fuste y base rectos, de 30 a 90 cm de diámetro con numerosas ramas. Corteza clara hasta gris oscura, rugosa y gruesa con surcos profundos.

Hojas alternas, pinadamente compuestas (casi siempre bipinadas), divididas en lóbulos delgados, finamente aserradas. El haz es de color verde brillante y glabro; el envés sedoso con pubescencia de color blanquecino o cenizo.

Flores en racimos sin ramificaciones que nacen, la mayoría, directamente del tronco y a lo largo de las ramillas por atrás y en la base de las hojas.

Las flores son vistosas, amarillentas, numerosas y pareadas, agrupadas en uno de los lados del eje que es rígido y delgado. Frutos en folículos, ligeramente aplanados, negros. En cada fruto hay una o dos semillas, elípticas, aplanados y con un ala alrededor de la misma, de color pardo. Hay aproximadamente 100 000 semillas por kg.

Madera de color pardo-rosado pálido con albura blanco-grisácea, atractiva porque posee radios anchos que se asemejan al roble, de apariencia sedosa. No resiste la podredumbre ni ataques de termites de madera seca.

Usos

Leña: en Guatemala la madera proveniente de las podas de árboles para sombra de cafetales constituye el combustible básico para los hornos de las ladrilleras de El Tejar, Chimaltenango, en el altiplano. También se usa como combustible en hogares y panaderías. La madera tiene un poder calórico de aproximadamente 20 400 kJ/kg.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es moderadamente pesada (0,57 g/cm^3), fácil de trabajar, aunque el aserrín puede causar alergias en la piel. La madera se usa en recubrimientos, carpintería, paneles, interiores, tornería y en la fabricación de parket. También se usa para la fabricación de durmientes de ferrocarril, madera contrachapada y en embalajes. Se puede usar para la fabricación de pulpa.

Otros usos: se utiliza como ornamental y como árbol de sombra a lo largo de calles y carreteras, así como en plantaciones de té y café. Las flores vistosas atraen a las abejas, las que producen miel de buena calidad. Tiene posibilidades como cerco vivo.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en el área de distribución natural la temperatura máxima del mes más caliente es aproximadamente 28-30°C y las temperaturas del mes más frío 5-6°C. Prefiere temperaturas cálidas, de templadas a sub-tropicales, con una temperatura media anual alrededor de 20°C. Los árboles maduros pueden resistir heladas ocasionales de hasta -10°C, pero las plantas jóvenes son sensibles a las heladas.

Precipitación: G. robusta es nativa de climas húmedos subtropicales con precipitación entre 1000 y 1500 mm anuales, concentrados en el verano con primaveras muy secas. Ha sido introducida en zonas de 400-600 mm y seis a ocho meses de sequía, así como en sitios de más de 2500 mm.

Altitud: en condiciones naturales crece entre 100 y 800 msnm. En plantaciones se le ha plantado en un amplio rango de altitudes, desde el nivel del mar hasta 2300 msnm.

Suelos: en condiciones naturales crece en suelos fértiles a lo largo de arroyos. También se encuentra en laderas expuestas con suelos menos fértiles.

En plantaciones crece bien en diferentes tipos de suelos incluyendo suelos arenosos, francos, de mediana fertilidad y ácidos. Prefiere suelos profundos, ya que el sistema radicular tiende a ser profundo. No tolera saturación de agua en el suelo. En Guatemala crece muy bien en suelos franco-arenosos derivados de cenizas volcánicas, en asocio con plantaciones de café.

Silvicultura

La especie se propaga con facilidad y se regenera naturalmente debido a la producción alta de semillas. Puede llegar a constituirse en maleza, especialmente en potreros, por lo que es necesario ejercer un buen control sobre ella. La recolección de semillas es difícil debido a las dimensiones de los árboles. Las semillas pierden rápidamente su viabilidad cuando no se almacenan en cámaras refrigeradas.

La semillas no requieren tratamiento pregerminativo. Cuando las plantas en bolsa alcanzan 40-60 cm de altura se transplantan al campo definitivo. También se puede propagar por estacas. No tiene capacidad de rebrote de cepa, aunque los árboles podados, incluyendo la punta, rebrotan abundante y rápidamente.

Las pocas parcelas en plantaciones cerradas, estudiadas hasta la fecha muestran que el crecimiento puede ser afectado por drenaje impedido en suelos algo pesados y poco profundos (Cuadro 51).

Factores limitantes

Es apetecida por hormigas del género Atta. También se reporta que el árbol detiene su crecimiento aproximadamente a los 20 años.

Las ramas son quebradizas y pueden ser dañadas por los vientos.

Cuadro 51. **Crecimiento de Grevillea robusta en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	IMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobrevivencia (%)	ALTURA		dap	
													$\bar{x}$	IMA	$\bar{x}$	IMA
La Ermita	48	HON	780	23,1	938	8	bs-S	Entic Dystrandept	16	1,5 x 1,5	4 444	96	1,6	1,2	-	-
Siguatepeque	45	HON	1080	21,3	1110	5	bh-S	Fluventic Hapludoll	15	1,5 x 1,5	4 444	88	0,4	0,3	-	-
La Trinidad	46	HON	640	24,6	1035	6	bh-S	Typic Ustifluvent	17	1,5 x 1,5	4 444	42	0,5	0,4	-	-
San Pedro Ayampuc	16	GUA	1350	18,2	1247	5	bh-MBS	Udic Haplustalf	43	2,0 x 2,0	2 500	20	1,1	0,3	-	-

Guazuma ulmifolia

Guazuma ulmifolia Lamb.

Familia: Sterculiaceae

Sinónimos: Guazuma tomentosa H.B.K.

Nombres comunes: Guácimo, caulote, cablote, guacimillo, tapaculo.

Características sobresalientes

Es una especie pionera, con árboles vigorosos pero de crecimiento inicial lento, con muy buena capacidad de rebrote. En la región de origen se le deja crecer en los potreros donde sirve como sombra y fuente de alimento para el ganado. Produce leña de buenas características, muy usada por los hogares e industrias rurales de la llanura costera pacífica de América Central y otras zonas bajas. La regeneración natural es abundante y en algunos casos es "manejada" para fines de producción de leña.

Distribución

Es nativa de América, desde el sur de México hasta el norte de Argentina y se le encuentra en las islas del Caribe. No se ha introducido ampliamente fuera de la región de origen.

Descripción de la especie

Es un árbol de porte pequeño a mediano, generalmente alcanza 15 m de altura (algunas veces hasta 30 m) y diámetros entre 30 y 60 cm. La copa generalmente es redonda, extendida y pierde las hojas después de una sequía prolongada. La corteza es grisácea a café oscuro, acanalada y áspera. Las hojas son simples, alternas, ovaladas a lanceoladas, de 6 a 13 cm de largo y 2,5 a 6 cm de ancho, de color verde mate, más claro en el envés, el cual al igual que las ramas finas está cubierto por pelos estrellados de color café. Flores pequeñas y amarillentas que se agrupan en panículas de 2,5 a 5,0 cm de largo, en la base de las hojas. Los frutos son cápsulas verrugosas redondas a elípticas de hasta 2,5 cm de largo, negras cuando maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras. Un kilogramo de semilla contiene aproximadamente 225 000 semillas.

Usos

Leña: el uso principal que se le da a esta especie en América Central es como leña, tanto en hogares como en industrias rurales. La leña es fácil de rajar y secar, resiste la pudrición, arde bien con buena producción de brasas,

calor y poco humo. El poder calórico es de 18 400 kJ/kg con un contenido de cenizas de 0,98 por ciento. Se ha empleado para la fabricación de carbón.

Madera de uso comercial y familiar: se le emplea como postes de cerca y varas para construcciones rurales. Los rebrotes jóvenes se utilizan para la producción de varas para sostén de cultivos agrícolas. La madera se puede utilizar en carpintería, ebanistería y en la fabricación de cajas de embalaje. La madera tiene una gravedad específica que varía entre 0,40 y 0,65 g/cm^3.

Otros usos: se puede utilizar en programas de conservación de suelos en terrenos con pendiente fuerte. Las hojas y frutos son apetecidos por el ganado. Las hojas tienen cerca de 17 por ciento de proteína cruda y los frutos un siete por ciento. Los frutos se utilizan para la elaboración de concentrados para el ganado. Uno de los mayores usos potenciales para la especie es en asociaciones silvopastoriles. Las flores atraen las abejas que elaboran miel de buena calidad. Las hojas y frutos se emplean en medicina casera para desarreglos estomacales.

Requerimientos ambientales

Temperatura: propio de zonas bajas cálidas con temperatura media anual superior a 24°C, aunque ocasionalmente aparece en zonas de hasta 20°C.

Precipitación: en América Central se le encuentra en forma natural en zonas con 700 a 1500 mm, aunque también se ha encontrado en zonas con más de 2500 mm anuales. En las zonas húmedas se presenta una distribución más o menos uniforme de las lluvias, mientras que en las zonas más secas ocurren hasta ocho meses de déficit hídrico.

Altitud: en forma natural se le encuentra desde el nivel del mar hasta 1200 msnm, aunque las mayores poblaciones se localizan abajo de 400 msnm.

Suelos: se adapta a un rango amplio de suelos desde texturas livianas hasta suelos pesados y aún Vertisoles. Crece en sitios con buen drenaje aunque ocasionalmente se le encuentra en suelos con drenaje deficiente. Se le ha plantado, con buena sobrevivencia y crecimiento, en suelos con piedras sueltas en la superficie, aunque no con horizontes pedregosos. Es más frecuente en suelos con pH superior a 5,5.

Silvicultura

Regeneración natural

La regeneración natural es abundante en áreas abiertas como márgenes de caminos, potreros de pastoreo extensivo y en áreas en barbecho. El ganado que come los frutos constituye un medio importante de dispersión.

En las áreas de barbecho donde se establece *Guazuma ulmifolia* la especie puede llegar a dominar al resto de la vegetación. Estas áreas son utilizadas como fuentes importantes de leña.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En América Central en las zonas con estación seca definida, la floración ocurre durante la época seca entre los meses de enero y marzo con una segunda floración durante la canícula de julio. La maduración de los frutos ocurre aproximadamente un año después. Los primeros frutos maduros aparecen al inicio de la época seca (noviembre-diciembre) con mayor productividad entre febrero y abril. Es frecuente observar flores y frutos maduros e inmaduros en el mismo árbol.

La recolección de los frutos es fácil aunque aquellos recogidos del suelo pueden estar infestados por larvas de insectos. Es necesario macerar los frutos para extraer las semillas, las cuales pueden almacenarse en recipientes sellados en lugares frescos hasta por un año aunque la viabilidad disminuye bastante. Normalmente se almacenan en cámaras frías.

Producción en vivero. En vivero se necesita cuidados especiales. Las semillas aún frescas deben tratarse con agua caliente (80°C) durante uno a dos minutos y luego con agua en movimiento durante 24 horas, con lavado manual posterior, para remover el mucílago que las cubre. Con este tratamiento se ha obtenido hasta un 80 por ciento de germinación. Con semilla de un año o más, tratada en igual forma, los porcentajes de germinación son inferiores al 60 por ciento. La germinación se inicia entre el sexto y octavo día y se completa a los 12 días.

Los germinadores deben desinfectarse para evitar ataques fungosos. También se ha empleado siembra directa en las bolsas o en bancales para producción de plantes a raíz desnuda o seudoestacas. Cuando se siembra directamente en bolsa es recomendable poner 2-4 semillas/bolsa.

Se puede obtener material para plantación de la regeneración natural, ya sea como seudoestaca o plántulas a raíz desnuda, con buenos resultados de sobrevivencia y crecimiento inicial.

En vivero se ha empleado fertilización con NPK (10-30-10) a razón de 3-4 g/planta mezclado con el sustrato de las bolsas, obteniendo plantas de altura más uniforme. El tiempo para obtener plantas de 30-40 cm en bolsa es de aproximadamente 14 a 16 semanas. En la producción de seudoestacas se requiere de cinco a ocho meses para obtener material de 1,5 a 2,5 cm de diámetro en el cuello.

Plantación. Al igual que con otras especies, es necesario preparar adecuadamente el suelo removiéndolo en lo posible con arado o haciendo hoyos amplios y profundos y controlando la maleza en las etapas iniciales. Se adapta a suelos compactados aunque el desarrollo es lento. En general se ha plantado a un distanciamiento de 2 m x 2 m cerrando el dosel al año aproximadamente, edad hasta la cual hay que realizar control de malezas.

En zonas ganaderas de Costa Rica se ha iniciado la plantación de pequeños bosquetes de 25 a 49 árboles en potreros, plantados inicialmente a 2 m x 2 m para posteriormente ralear dejando un espaciamiento de 4 m x 4 m ó 6 m x 6 m y manejar la copa mediante podas arriba de los dos metros de altura cada dos a

cuatro años para producción de leña. Estos árboles proveen sombra y forraje para el ganado.

Crecimiento y manejo. El Cuadro 52 presenta los datos de crecimiento de Guazuma ulmifolia en algunos sitios de América Central. Los resultados indican que en general la especie presenta una sobrevivencia alta, excepto en suelos muy arcillosos, muy compactados o erosionados. En general la especie es de crecimiento inicial algo lento (Figura 28); los mejores crecimientos se dan en zonas con precipitación entre 900 y 1500 mm con estación seca marcada. No existe suficiente experiencia en cuanto a distanciamientos de plantación, aunque el espaciamiento más ampliamente usado (2 m x 2 m) parece permitir un buen desarrollo inicial.

En un muestreo realizado en 17 árboles aislados de G. ulmifolia, provenientes de regeneración natural, localizados en potreros ganaderos en Arena de Hojancha, Costa Rica, sometidos a podas de la copa cada cuatro años, a 2,5 m de altura, se encontró que hay una gran variación en el número de ramas producidas y utilizables como leña (entre 10 y 15). Existe una correlación alta entre la edad de la copa, el peso total y el peso de leña de la misma. El Cuadro 53 presenta los promedios de producción total (leña más follaje) y producción de leña en peso seco a 105°C, para copas de diferentes edades en árboles individuales.

Cuadro 52. **Crecimiento de Guazuma ulmifolia en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobrevivencia (%)	Ejes/árbol $\bar{x}$	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA	Producción leña (tm/ha)
Morazán	57	GUA	360	27,3	904	6	bs-S	Lithic Ustorthent	21	2,0 x 2,0	2 500	94		3,2	1,8	3,5	2,0	
La Lima	81	HON	25	25,4	1205	7	bh-S	Typic Eutropept	20	1,1 x 1,2	7 576	100		3,9	2,3	3,1	1,9	
Bulbuxya	28	GUA	506	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	100		2,2	1,9			
San Pablo	125	COS	40	26,3	1859	5	bs-T	Vertic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	92		2,7	2,7	3,2	3,2	
Corozal	46	PAN	80	26,6	1637	5	bs-T	Typic Ustorthent	12	2,0 x 2,0	2 500	97		1,7	1,7			
La Arena	42	PAN	80	26,6	1637	5	bs-T	typic ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	100		1,9	1,9			
Las Animas	43	PAN	133	26,7	1569	5	bs-T		12	2,0 x 2,0	2 500	100		0,5	0,5			
Las Tablas	36	PAN	50	26,9	1145	7	bs-T	Typic Chromustert	12	2,0 x 2,0	2 500	100		1,4	1,4			
Las Cabras	18	PAN	50	27,2	1382	5	bs-T	Ultic Haplustalf	12	4,0 x 4,0	625	93		0,7	0,7			
El Matadero	32	PAN	16	27,6	1090	7	bs-T	Vertic Ustropept	18	2,0 x 2,0	2 500	37		2,5	1,7	2,3	1,5	
Hospital Santos	9	PAN	20	27,6	1089	7	bs-T	Udic Haplustalf	24	2,0 x 2,0	2 500	97	1,1	3,3	1,7	3,7	1,9	7 **
La Mina	30	PAN	70	26,7	1162	7	bs-T	Udic Haplustalf	24	2,0 x 2,0	2 500	100	1,4	4,0	2,0	3,4	1,7	
Pueblo Nuevo	20	PAN	33	27,5	1463	5	bs-T	Ultic Haplustalf	13	2,0 x 2,0	2 500	46		4,3	1,6	4,9	1,8	6 **
Esc. Nor. Azuero	14	PAN	16	27,6	1089	7	bs-T	Arcilloso	35	2,0 x 2,0	2 500	67		4,5	1,5	4,7	1,6	
Hospital Santos	9	PAN	20	27,6	1089	7	bs-T	Udic Haplustalf	36	2,0 x 2,0	2 500	96		2,6	0,9	2,7	0,9	
Hospital Santos	9	PAN	20	27,6	1089	7	bs-T	Udic Haplustalf	38	2,0 x 2,0	2 500	100	1,3	3,0	0,9	3,7	1,2	14 *
Llano de la Cruz	15	PAN	70	25,1	3576		bn-T	Vertic Tropudalf	12	2,0 x 2,0	2 500	100		0,3	0,3			
Agua Caliente	44	HON	40	28,7	1381	6	bh-S		20	1,5 x 1,5	4 444	33		1,4	0,8			
La Libertad	5	COS	430	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Tropaquept	37	2,0 x 2,0	2 500	92		2,0	0,6			
Matambú	12	COS	310	27,0	2223	5	bh-T	Typic Haplustalf	40	2,0 x 2,0	2 500	98		5,3	1,6	5,1	1,5	
Monte Romo	92	COS	710	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	64		1,5	1,5			
Monte Romo	91	COS	710	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	29	2,0 x 2,0	2 500	100		2,7	1,1			
Cuesta Roja	28	COS	800	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	35	2,0 x 2,0	2 500	100	1,7	4,8	1,6	4,7	1,6	

* Peso verde
** Peso seco

Cuadro 53. **Producción de leña y biomasa total proveniente de copas de diferentes edades en árboles individuales de Guazuma ulmifolia en Arena de Hojancha, Costa Rica**

Edad de la copa (años)	Leña* (kg/árbol)	Biomasa total* (kg/árbol)
1	16,1	35,0
2	70,8	98,4
3	168,4	211,4
4	311,4	377,0

* Peso seco (105°C)

Altitud 355 msnm; TMA 27°C; PMA 2223 mm; seis meses de déficit hídrico; zona de vida: bosque húmedo Tropical; suelos: Haplustalf

Factores limitantes

El principal factor limitante para la producción en vivero parece ser el mucílago que cubre la semilla, el cual es necesario eliminar para obtener una buena germinación. La planta es susceptible a la competencia de malezas y no se desarrolla bien en suelos muy compactados o con altos contenidos de arcilla. Se han observado ataques de larvas de insectos en los frutos y las plantas jóvenes son atacadas por un Cerambicidae (Cerambix spp) que anilla y corta la madera de tallos y ramas de hasta 3 cm de diámetro. Las hojas son atacados por áfidos. Se ha observado muerte regresiva del ápice, aunque sin matar el árbol, debida a la inundación temporal del sitio de plantación.

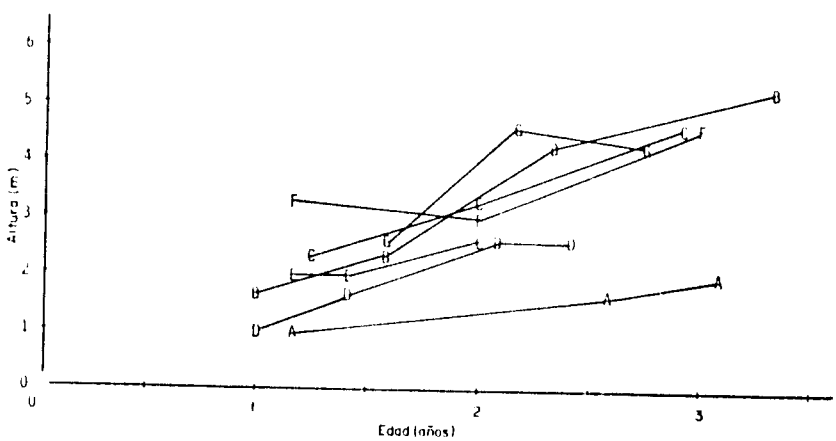


Figura 28. Crecimiento en altura de Guazuma ulmifolia en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: La Libertad	COS	5	430	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Tropaquept	Drenaje imperfe . Fertilización inicial
B: Matambú	COS	12	310	27,0	2223	5	bh-T	Typic Haplustalf	Suelo agrícola. Fertilización inicial
C: Cuesta Roja	COS	28	600	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	Drenaje excesivo
D: Monte Romo	COS	91	710	27,0	2223	5	bmh-PT	Udic Rhodustalf	Uso anterior bosque secundario
E: Los Santos	PAN	9	20	27,6	1089	7	bs-T	Udic Haplustalf	Uso anterior pastos
F: Normal Azuero	PAN	14	16	27,6	1089	7	bs-T	Arcilloso	Uso anterior bosque secundario
G: Pueblo Nuevo	PAN	20	33	27,5	1463	5	bs-T	Ultic Haplustalf	Plantado en asocio con maíz, frijol, yuca

Leucaena diversifolia

Nombre científico: Leucaena diversifolia (Schlecht) Benth.

Familia: Leguminosae (Mimosoideae)

Sinónimos: Inicialmente Acacia diversifolia Schlecht. Otros sinónimos de esta especie son: Leucaena brachycarpa Urban 1900; L. dugesiana B&R 1928; L. guatemalensis B&R 1928; L. laxifolia Urban 1900; L. molinae Standley & Wms 1950; L. oaxacana B&R 1928; L. pallida B&R 1928; L. paniculata B&R 1928; L. pueblana B&R 1928; L. revoluta B&R 1928; L. standleyi B&R 1928; L. stenocarpa Urban 1900; L. trichandra (Zucc.) Urban 1900.

Nombres comunes: Guaje o Yaje en México y Guatemala, Leucaena diversifolia en el resto de América Central.

Características sobresalientes

Especie de rápido crecimiento distribuida ampliamente en la zona seca de Guatemala y el sur de México. La madera, especialmente la del duramen, es más dura y apreciada localmente como leña que la de L. leucocephala. En algunas condiciones produce mayor volumen que ésta. Crece bien en terrenos pobres y suelos vérticos no inundables.

Distribución

Nativa del sur de México y Guatemala, se le encuentra naturalmente en rodales aislados desde Honduras y El Salvador hasta México, generalmente en zonas de mediana altitud (600-2300 m), tanto en zonas subhúmedas como en zonas húmedas. En Guatemala se localiza en la zona subhúmeda de la cuenca media del río Motagua y en zonas más altas (1700 m) alrededor de Ciudad de Guatemala. Se ha introducido a Colombia donde se ha investigado la tolerancia a suelos ácidos con alta saturación de aluminio.

Descripción de la especie

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

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

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

Las hojas son alternas, pequeñas, de 8-15 cm y ocasionalmente hasta 20 cm, paripinadas con 10-18 pares de pinas de peciolo rojizo; glándulas grandes, conspicuas, oblongas y hasta en número de cuatro por hoja; pinas y hojuelas opuestas.

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

Usos

Leña: la madera es utilizada en las egiones subhúmedas de Guatemala como leña de excelente calidad ya que produce brasas, poco humo, quema lentamente y raja con facilidad. La leña es más dura y apreciada que la de *L. leucocephala*. Es durable y permite almacenamiento al aire; puede utilizarse semiverde con un secado al aire de 1-2 semanas. El poder calórico es de alrededor de 20 000 kJ/kg. Puede usarse para la fabricación de carbón.

Madera de uso comercial: la madera es dura y pesada (0,65-0,75 g/cm^3). Se utiliza para la confección de mangos para herramientas, postes muertos, en construcciones rurales como vigas y columnas de ranchos. También para la confección de barbacoas para secado de tabaco.

Otros usos: la especie se utiliza para la producción de forraje. El contenido de mimosina es bajo, lo que le daría ventaja sobre *L. leucocephala*, en lugares donde la especie crece bien. Los frutos inmaduros son utilizados en el sur de México y en Huehuetenango, Guatemala, como alimento humano. Las flores pueden ser utilizadas para la producción de miel.

En zonas secas y en suelos ácidos crece mejor que *L. leucocephala*; se puede utilizar con éxito para la rehabilitación de suelos dado que fija nitrógeno. Igualmente, puede utilizarse para el control de erosión y como barreras vivas en terrenos de alta pendiente.

Puede ser utilizada como cerco vivo, con planta procedente de semillas. No se conoce el comportamiento de estacas largas. En Costa Rica se le ha utilizado en forma experimental por algunos cafetaleros como sombrío de cafetales. En la zona subhúmeda oriental de Guatemala se aprovechan para leña los rebrotes, producidos después de un periodo de barbecho de cinco a ocho años en

terrenos abandonados por la agricultura migratoria. También se ha plantado en asocio con maíz y frijol.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en forma natural se le encuentra en zonas con temperatura alta, aunque también se le puede hallar en zonas altas con temperaturas de hasta 14°C, sin heladas. Ha sido plantada en zonas con más de 26°C de temperatura promedio lográndose un buen crecimiento.

Precipitación: se le encuentra en forma natural en lugares con precipitaciones desde 500 mm hasta 2000 mm. Se ha plantado con éxito en lugares hasta con 600 mm y ocho meses de déficit hídrico; en zonas de más de 1800 mm y estación seca de seis meses presenta rápido crecimiento.

Altitud: se le encuentra desde el nivel del mar hasta 1800 m de altitud. En experiencias realizadas en Guatemala, a 100 msnm, se ha encontrado un crecimiento superior a algunas variedades de *L. leucocephala*, incluyendo la variedad K-8; en Puriscal, Costa Rica, a 1000 msnm también ha mostrado crecimientos superiores a *L. leucocephala*.

Suelos: en condiciones naturales crece en suelos variados, ligeramente ácidos, de pH mayor que seis, aunque en Colombia algunas líneas se adaptan bien a suelos ácidos (pH 4,5). También crece sobre suelos abandonados por agricultura migratoria en zonas subhúmedas y suelos superficiales con abundancia de rocas. Los mejores crecimientos se han obtenido sobre suelos Alfisoles francos.

Silvicultura

Regeneración natural

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

Regeneración artificial

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

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

La germinación puede hacerse en germinadores de arena desinfectada puestos a la sombra o directamente en las bolsas donde se colocan 2-5 semillas/bolsa y se entierran ligeramente. Aunque no hay muchas experiencias sobre la reproducción por seudoestaca, ensayos realizados en Costa Rica indican la posibilidad de emplear esta forma de reproducción; en este caso, la producción de plántulas se hace directamente en bancales.

En vivero necesita de 12 a 14 semanas para tener plantas de 30-40 cm listas para el campo definitivo.

Siembra directa. La especie puede reproducirse por siembra directa, asociada o no con cultivos anuales, pero con estricto control de malezas.

Plantación. En general la plantación de esta especie es similar a la de Leucaena leucocephala y otras especies. Antes de plantar en campo definitivo es necesario un buen control de malezas ya que la competencia puede eliminar la plantación. Es necesario el control durante el primer año, mientras cierran las copas, para evitar que la maleza incline los árboles (en las primeras etapas los árboles no crecen completamente erectos). En zonas húmedas se ha visto competencia fuerte de malezas de enredaderas (familia Convolvulaceae); el control se puede realizar manualmente con machete o con aplicaciones de herbicidas de contacto.

Las distancias de plantación utilizadas más comúnmente son 2,0 m x 2,0 m y 1,5 m x 2,0 m; también se ha usado 4,0 m x 3,0 m como sombrío para café. Faltan experiencias sobre tipos de planta, formas de plantación, efecto de fertilización y prácticas de manejo.

Crecimiento y Manejo. Crecimiento: En general la especie ha mostrado rápido crecimiento en los sitios donde se ha plantado, pero es necesario ampliar la experiencia a otros sitios, así como con diferentes procedencias (Guatemala, México, Honduras) y líneas desarrolladas en otros sitios (Colombia, Hawaii).

El Cuadro 54 presenta los datos de crecimiento y la Figura 29 la tendencia de crecimiento en varios sitios de América Central.

De acuerdo con los resultados, hay diferencias de comportamiento entre los sitios y en algunos casos baja sobrevivencia. En el caso de Guatemala fue notable observar que la producción de L. diversifolia fue superior a la de L. leucocephala K-8 a los 33 meses de plantada (25,2 tm/ha, peso seco, de leña de L. diversifolia contra 18,2 tm/ha, peso seco, de L. leucocephala K-8).

Rebrotes: L. diversifolia rebrota fácilmente y en gran cantidad. No hay información sobre el número de rebrotes que produce el mayor rendimiento. En Guatemala, en La Máquina (100 msnm, 27°C y 1860 mm y seis meses de déficit

hídrico), dejando crecer libremente los rebrotes se obtuvo a los 10 meses, en tocones de árboles de 23 meses, un promedio de 4,6 rebrotes, con altura promedio de 3,4 m y diámetros entre 1,5 y 2,9 cm.

Producción de biomasa: la especie ha mostrado una alta producción de biomasa, especialmente para edades superiores a 30 meses. En La Garita, Alajuela, Costa Rica se obtuvo a los 31 meses una producción de 23,4 tm/ha de leña seca al horno y 13,9 tm/ha de follaje; en La Máquina, Guatemala a 33 meses se obtuvo 25,2 tm/ha de leña seca (Cuadro 54).

En La Garita, Alajuela, Costa Rica (840 msnm, 22,8°C y 1906 mm y cinco meses de déficit hídrico), se obtuvo 10 meses después de haber aprovechado una plantación de 31 meses un promedio de 3,7 rebrotes por tocón, con una altura promedio de 5,3 m y 2,9 cm de diámetro; la producción de biomasa proveniente de los rebrotes fue de 15,8 tm/ha de leña y 10,9 tm/ha de follaje seco al horno (80°C).

Factores limitantes

Se ha observado que uno de los principales factores limitantes es la competencia de malezas en las primeras etapas de desarrollo. En la zona seca se ha reportado el ataque de Cerambix spp que anilla y corta los tallos y ramas de hasta 3 cm de diámetro.

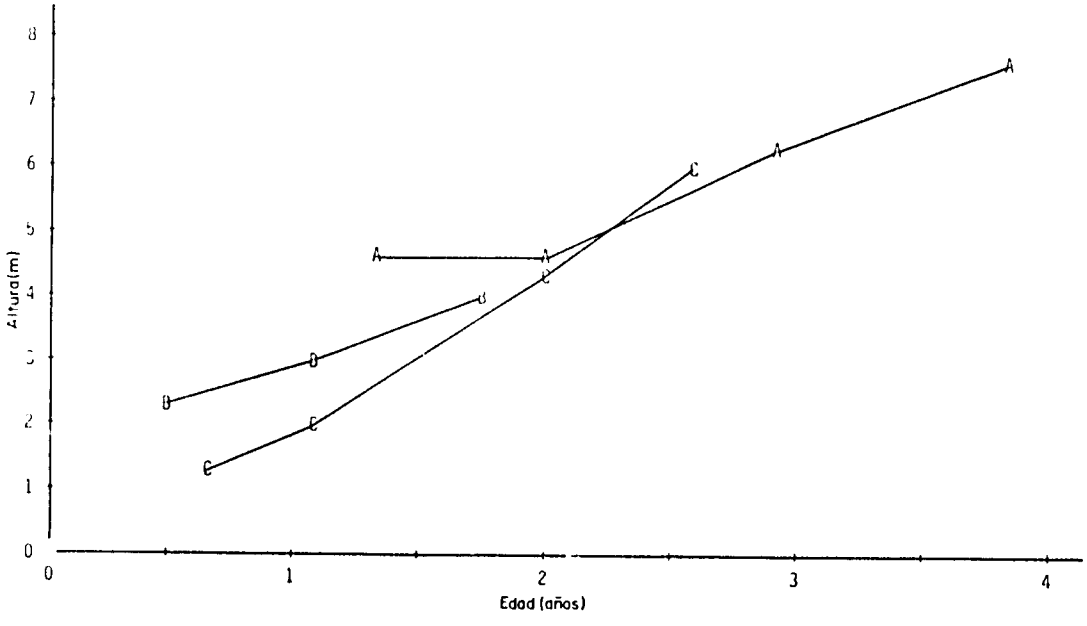


Figura 29. Crecimiento de Leucaena diversifolia en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: La Máquina	GUA	13	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	Suelo agrícola
B: El Progreso	GUA	57	360	27,3	574	8	bs-S	Litnic Haplustalf	Uso anterior bosque sec.
C: La Garita	COS	172	840	22,8	1906	5	bh-PT	Arcilloso	

Cuadro 54. **Crecimiento de Leucaena diversifolia en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	Ejes/árbol $\bar{x}$	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA	Producción Leña (tm/ha)	Producción Follaje (tm/ha)
El Progreso	51	GUA	350	27,3	674	8	bs-S	Litnic Haplustalf	21	2,0 x 2,0	2 500	100		4,0	2,3	3,1	1,5		
San Pedro Sula	40	HON	50	26,0	1374	5	bn-S		13	1,5 x 2,0	3 333	50		2,9	2,6	2,3	2,1		
San Pedro Sula	40	HON	50	26,0	1374	5	bn-S		13	1,5 x 2,0	3 333	54		4,7	4,3	3,3	3,0		
La Máquina	13	GUA	100	27,0	1860	6	bn-S	Aquic Haplustalf	24	2,0 x 2,0	2 500	96	2,0	5,2	2,6	3,4	1,7	21	8 *
La Máquina	13	GUA	100	27,0	1860	6	bn-S	Aquic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	88	2,0	7,1	2,6	4,9	1,8	51	11 *
La Máquina	13	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	46	2,0 x 2,0	2 500	85	1,4	7,7	2,0	5,2	1,4		
Piedades Sur	71	COS	1200	21,7	1926	5	bn-PT	Ustoxic Dystrandept	16	3,0 x 4,0	833	44		3,3	2,5	2,9	2,2		
Piedades Norte	109	COS	1100	21,7	1926	5	bn-PT		22	2,0 x 2,5	2 000	85		2,3	1,2	1,1	0,6		
La Garita	172	COS	840	22,8	1906	5	bn-PT	Arcilloso	31	2,0 x 2,0	2 500	90	2,3	6,0	2,3	4,7	1,8	23	14 **

* Peso verde
** Peso seco

Leucaena leucocephala

Nombre científico: Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit

Familia: Leguminosae (Mimosoideae)

Sinónimos: Leucaena glauca (L) Benth; Mimosa glauca (L); Acacia glauca (L) Moench; Mimosa leucocephala Lam.; L. latisiligua (L) W.T. Gillis y L. salvadorensis Standley.

Nombres comunes: Guaje, yaje, leucaena.

Características sobresalientes

Es una de las leguminosas con más amplia variedad de usos en la zona tropical: forraje, leña, carbón, madera, fertilizante orgánico y alimento humano. Es utilizada como rompevientos, cortafuegos, sombra, en ornamentación y en la reforestación y recuperación de laderas. Su reproducción es fácil y una vez establecida en terrenos favorables puede llegar a comportarse como una maleza.

En América Central la especie pierde la mayoría de las hojas entre mediados y finales de la estación seca (febrero a abril); el nuevo follaje se produce al reiniciarse el período de lluvias. El uso como forraje puede ser limitado por la presencia de mimosina. La presencia de malezas, suelos inundables o muy arcillosos, alta precipitación y suelos ácidos perjudica el establecimiento de esta especie.

Distribución

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

Diferencias varietales: se distinguen tres grupos de variedades, agrupadas según tamaño y hábito de crecimiento: tipo Hawaii, tipo Salvador y tipo Perú.

Tipo Hawaii: son arbustos pequeños de hasta 5 m de altura que florecen cuando jóvenes (4-5 meses). Comparado con los otros dos tipos tiene un menor rendimiento en volumen total de madera y follaje. Es el tipo más propagado en los trópicos. Nativo de las costas de México.

Tipo Salvador: árbol esbelto que alcanza hasta 20 m de altura, tiene hojas, legumbres y semillas grandes y ramas delgadas. Es originario de las tierras interiores de América Central. También se conoce a este tipo como "Hawaii

gigante" e incluye las variedades K8 y K132 (México), K28, K67 y K72 (El Salvador) K29 (Honduras) y K62 (Costa de Marfil).

Tipo Perú: árboles altos de hasta 15 m, pero con ramificación abundante desde la base. Produce grandes cantidades de forraje. Su origen natural posiblemente está en Nicaragua.

El origen del "tipo Salvador" es desconocido, aunque posiblemente sea de Morazán, El Salvador. Es posible que semillas provenientes de Jocoro, El Salvador fuesen introducidas en Hawaii en 1945. Brewbaker colectó semillas de estos árboles y los designó como variedad K72. La variedad K8 fue colectada por H.S. Gentry en la región de Zacatecas, al norte de México en 1959.

Descripción de la especie

En general el Proyecto Leña ha trabajado con variedades del tipo Salvador, especialmente con la variedad K8, por lo que la información se refiere a este tipo y variedad, a menos que se especifique lo contrario.

Leucaena leucocephala es una especie semidecidua de tamaño variable, desde arbustos pequeños, de copa redondeada, de menos de 5 m, hasta árboles de altura mediana de 8-20 m y hasta 20 o más centímetros de diámetro con una copa irregular, de color verde-grisáceo; la copa es abierta en la época seca y densa en la época de lluvias.

El tronco es de base recta, fuste cilíndrico; corteza lisa, gris a pardo grisáceo, con puntos y lenticelas; corteza viva verde a ligeramente parda, ramillas delgadas verde grisáceas a pardo grisáceas. El sistema radicular es típicamente profundo con una raíz pivotante y raíces laterales que crecen en ángulos agudos respecto de la raíz principal. Las raíces secundarias cercanas a la superficie tienen nódulos que contienen Rhizobium sp y los pelos radiculares infectados con micorriza; cuando hay una capa endurecida o la napa freática está cerca de la superficie se produce un crecimiento lateral de los raíces.

Las hojas son alternas, bipinadas, con cuatro a nueve pares de pinas, oblongo lanceoladas y una glándula orbicular entre el primer par de pinas. Estípulas pequeñas, tempranamente deciduas, triangulares, glabras. Inflorescencias en cabezuelas blancas y redondeadas. Los frutos son legumbres, en racimos de 15 a 60 vainas, las legumbres son alargadas de 10-15 y hasta 20 cm de longitud y 1,5-2,0 cm de ancho, de color pardo a pardo oscuro cuando maduros; cada vaina contiene de 15 a 25 semillas.

Las semillas son elípticas, aplanadas, pardo brillantes, de 3-4 mm de ancho, 6-8 mm de longitud y cerca de 2 mm de espesor. El número de semillas/kg es de aproximadamente 18 000. Las semillas son de testa dura.

Usos

Leña: la madera de leucaena es buena para leña y carbón, está libre de nudos y puede rajarse fácilmente. En Costa Rica, madera de tres a cinco años ha mostrado un poder calórico de 18 600 kJ/kg (4445 kcal/kg) con un contenido

de cenizas de 0,65 por ciento. La madera puede quemarse verde si se mezcla con madera seca; arde bien, produce brasas, libre de chispas y olor desagradable; produce poco humo. La madera seca puede almacenarse al aire libre si se resguarda de la lluvia. La leña de esta especie es bien aceptada en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua donde crece naturalmente; en Costa Rica y Panamá ha sido aceptada por las amas de casa sin ninguna restricción. La madera puede utilizarse para la fabricación de carbón de buena calidad y alto poder calorífico (29 000 kJ/kg).

Madera de uso comercial y familiar: a pesar del rápido crecimiento tiene una gravedad específica alta (0,65 g/cm^3). Ofrece buenas posibilidades para obtener madera aserrada de pequeñas dimensiones o para productos aglomerados, tales como tableros de partículas y tableros de fibras; también es factible sacar madera para fabricar cajones, puntales de minería, postes para cercas, postes de conducción y otros usos.

Se utiliza como postes muertos en cercos y en construcciones rurales pequeñas; sus rebrotes se usan como varas para sostén de hortalizas (tomate y otras). En un ensayo realizado en Loma Larga, Provincia Los Santos, Panamá (25 msnm, TMA 27°C, PMA 1210 mm y cinco meses de déficit hídrico, suelos arcillosos en los primeros 30 cm y luego franco arenosos), en una plantación a 2 m x 2 m, cosechada a los 25 meses dejando un tocón de 40 cm, se encontró una producción anual de 9 700, 15 000 y 11 500 varas/ha para el primer año en los tratamientos hasta dos, hasta cuatro y todos rebrotes por tocón respectivamente. Las varas utilizadas tienen un diámetro central promedio de 3,3 cm y 2 m de longitud.

Otros usos: el forraje proveniente de follaje y ramas tiernas contiene proteína, algunas vitaminas, minerales y fibra. Se ha utilizado para alimentar ganado, búfalos, cerdos, cabras, ovejas, pollos, peces y conejos; las semillas tiernas se emplean en la alimentación humana y sirven para producir harina.

El contenido de mimosina es variable según las variedades y estado de crecimiento; las hojas tiernas tienen un mayor contenido que varía entre dos a cinco por ciento de la materia seca en el follaje y cerca al tres por ciento de la materia seca en la harina de semillas. Las flores atraen a las abejas, lo que hace de *L. leucocephala* un árbol melífero.

En algunos lugares se ha empleado como cerco vivo, a partir de estacas grandes; sin embargo, este uso no es muy conocido.

Debido a la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, *L. leucocephala* beneficia el suelo aumentando el contenido de nitrógeno por lo que se le usa para el mejoramiento y restauración de la fertilidad de los suelos y tiene potencial como abono verde.

Puede participar con otras especies en la formación de cortinas rompevientos; por ejemplo en Nicaragua en el programa de control de erosión eólica en la zona de León y Chinandega, en terrenos dedicados al cultivo del algodón, se ha asociado con *Tecoma stans* y *Eucalyptus camaldulensis* para formar el segundo estrato en cortinas rompevientos de tres estratos.

Se emplea asociada con maíz, frijoles, cacao y gramíneas forrajeras. Sin embargo, se han reportado daños en algunos cultivos debido a competencia por espacio radicular.

Requerimientos ambientales

Temperatura: L. leucocephala está restringida a las zonas tropicales y subtropicales libres de heladas. No se presentan daños en sitios con altas temperaturas mientras que en sitios con heladas hay pérdida de hojas y muerte regresiva de los tallos y ramas. En América Central se le ha cultivado en sitios con temperaturas medias entre 22 y 29°C, con comportamiento variable por condiciones locales de sitio.

Precipitación: las áreas de crecimiento óptimo son aquéllas con precipitación entre 600 y 2500 mm/año; sin embargo, se encuentra en lugares con 250 mm (Diamond Head, Hawaii) o hasta 7-8 meses de sequía (algunas áreas de Yucatán y Guerrero en México, Valle del Motagua en Guatemala, Valle de Azuá en República Dominicana), en estos sitios, en la época seca primero cierra y luego pierde sus hojas. En América Central se ha plantado en sitios con precipitaciones entre 880 y 2900 mm y cuatro a nueve meses de déficit hídrico, presentando buen desarrollo.

Altitud: normalmente se le planta en tierras bajas. La limitación de altura se debe a la disminución de la temperatura, asociada con variaciones en la acidez del suelo y disminución general de la fertilidad natural. En América Central se le ha plantado generalmente desde el nivel del mar hasta 600 msnm, también se han realizado algunas plantaciones con poco o mediano éxito a 800 (Costa Rica) y 1400 msnm (Guatemala).

Suelos: debido a la habilidad de desarrollar un sistema radicular profundo, L. leucocephala puede soportar un rango amplio de condiciones de suelo y obtener nutrimentos no disponibles para otras plantas. La profundidad a la que llegue el sistema radicular dependerá de la profundidad de la napa freática y de la presencia de capas endurecidas u horizontes de piedra. Cuando estas capas están cerca de la superficie se presenta un crecimiento horizontal de las raíces.

L. leucocephala crece en suelos con texturas livianas o rocosos hasta suelos con texturas pesadas, arcillosas, en suelos pertenecientes a los órdenes Alfisol, Entisol, Oxisol, Spodosol, Vertisol y Ultisol. En América Central se le ha cultivado principalmente en suelos de los órdenes Alfisol, Entisol, Inceptisol y en algunos casos en Vertisoles y vértricos.

Las mayores limitaciones de la especie parecieran ser la presencia de inundaciones, un pH bajo (inferior a 5,5) y suelos compactados por sobrepastoreo.

Para el buen desarrollo de L. leucocephala se requiere la presencia de niveles adecuados de calcio, fósforo y azufre; molibdeno, boro y zinc son elementos indispensables para una buena nodulación. La presencia de micorriza le permite crecer en suelos bajos en fósforo. Ha sido utilizada en suelos con

altos niveles de aluminio (hasta 80% de saturación); también soporta niveles bajos de hierro.

Silvicultura

Regeneración natural

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

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En el área centroamericana la época de floración se extiende desde agosto a octubre, las semillas pueden colectarse desde finales de noviembre (Costa Rica) hasta febrero (Guatemala), la produccion es más uniforme en diciembre y enero. La recolección de semilla es fácil. Los frutos deben colectarse cuando presentan una coloración café. El secado se realiza al sol y la extracción se puede hacer manualmente una vez han abierto las legumbres. Las semillas se almacenan en recipientes herméticos, en sitios frescos o cámaras frías.

Producción en vivero. Las semillas frescas presentan altas tasas de germinación (mayor al 90%) sin ningún tratamiento previo. Las semillas de un año o más presentan tasas de germinación del 60-70 por ciento; generalmente hay que aplicar un tratamiento de pregerminación tal como sumergir por 2-3 minutos en agua a 80°C seguido de inmersión en agua fría (ambiente) por 24 horas. Luego se colocan en los germinadores (camas de germinación) o se siembran en bolsa o directamente en el campo. El tiempo de germinación varía entre cuatro y diez días; las plántulas alcanzan un tamaño de 30-50 cm (tamaño para plantación definitiva al campo) en 12 a 15 semanas.

Las semillas pueden sembrarse directamente en bolsa (2 semillas/bolsa) o en bancales para la producción de seudoestacas o planta a raíz desnuda. Puede realizarse siembra directa al campo; en este caso es necesaria una buena preparación del terreno y riguroso control de malezas. Aunque la producción en bolsa es costosa, debe emplearse para programas de reforestación o forestación en suelos pobres o sitios con problemas de malezas.

En Sébaco, Nicaragua, en un sitio a 480 msnm, TMA 25,7°C, PMA 889 mm, ocho meses con déficit hídrico y suelo lypic Ustifluvent, arado, se plantaron varias parcelas con planta a raíz desnuda, obteniéndose una sobrevivencia entre 63 y 84 por ciento, 5,1 m de altura y 3,8-4,2 cm de diámetro a los 34 meses de edad.

En San Pedro Sula, Honduras (altitud 50 msnm, TMA 26°C, PMA 1374 mm, cinco meses con déficit hídrico y suelos francos, sin arar), se realizó un ensayo para determinar el crecimiento inicial de seudoestacas y plantas en bolsa. Los resultados indican que los árboles provenientes de bolsas tuvieron un mejor desarrollo, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas a los 23 meses de efectuada la plantación: 6,2 m de altura y 4,6 cm dap planta en bolsa contra 5,6 m de altura y 3,9 cm dap para plantas provenientes de seudoestaca.

Plantación. En general las labores previas a la plantación pueden resumirse en limpieza manual del área, quema de malezas, apertura de hoyos (planta en bolsa) o preparación del terreno para plantación por seudoestaca o para siembra directa. Cuando se planta en asocio con cultivos como maíz o frijol es aconsejable plantar los árboles antes de realizar las siembras agrícolas, o plantar simultáneamente.

Efecto del arado: en San Pedro Sula, Honduras, en un ensayo con planta producida en bolsa, para determinar la influencia del arado del suelo frente al no arado, no se encontró ninguna diferencia (estadísticamente significativa) entre los dos métodos de preparación a los 13, 18 y 24 meses, aunque sí hubo una ligera ventaja en crecimiento en el terreno arado hasta 40 cm de profundidad; a los 24 meses los árboles del terreno no arado medían 5,0 m de altura y 3,6 cm dap y 5,2 m altura y 3,9 cm dap los del terreno arado.

Distancias de plantación: en América Central se han utilizado diferentes densidades de plantación: desde 300 árboles/ha, como árboles de sombra para café, hasta más de 10 000 árboles/ha para producción de leña. Las distancias de plantación varían desde menos de 1 m x 1 m hasta 5 m x 5 m ó 6 m x 4 m, con variedad de combinaciones entre estos extremos. El Cuadro 55 presenta los resultados de crecimiento en ensayos de espaciamiento de diferentes edades, en diferentes sitios de América Central. La Figura 30 ilustra el efecto de diferentes densidades de plantación sobre el crecimiento diamétrico en San Pedro Sula, Honduras. Los resultados indican un mejor desarrollo en diámetro para los mayores espaciamientos; las mayores producciones se produjeron cuando se disponía de 3 m^2/planta o más dependiendo de factores locales, los incrementos más notables se presentaron durante los primeros tres años.

Fertilización: como ya se indicó, se requieren niveles adecuados de boro y molibdeno para obtener una buena nodulación; en cuanto a los otros nutrimentos, calcio y azufre parecen ser dos elementos esenciales para obtener altos rendimientos de biomasa; deficiencias de fósforo reducen el crecimiento. En San Pedro Sula, Honduras, en un suelo con pH 6,7 y presencia de grava, se fertilizó un ensayo con 50 g/planta NPK, (18-46-00); 5 g/planta de B_2O_3 (48%); 30 g/planta de $CaCO_3$, CaCO y las combinaciones NPK-B, NPK-Ca, B-Ca, NPK-B-Ca y un testigo sin fertilización. Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a los seis, doce y 24 meses, lo que podría indicar un nivel inicial de nutrimentos adecuado para el desarrollo de *L. leucocephala*. El Cuadro 56 presenta los resultados del crecimiento a los 24 meses.

Cuadro 55. **Crecimiento de Leucaena leucocephala bajo diferentes espaciamientos en Honduras y Nicaragua**

Sitio	Tratamiento (m x m)	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déficit hídrico	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobre-vivencia (%)	Altura (m) Promedio	Altura (m) IMA	d a p (cm) Promedio	d a p (cm) IMA
K76 Carretera León 177 (NIC)	1,0 x 1,0	100	28,4	1261	7	bs-T		18	10 000	92	5,3 A*	3,5	3,2 C	2,1
	1,0 x 1,5								6 666	92	5,5 A	3,6	3,5 C	2,3
	1,0 x 2,0								5 000	96	5,4 A	3,6	3,6 B	2,4
	1,5 x 2,0								3 333	92	5,3 A	3,5	4,5 A	3,0
	2,0 x 2,0								2 500	100	5,4 A	3,6	4,1 A	2,7
Deazúcar 53 (NIC)	1,6 x 1,5		27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	29	12 500	32	5,5 A	2,2	3,3 C	1,3
	1,6 x 1,0								6 250	76	4,7 B	1,9	3,2 C	1,3
	1,6 x 1,5								4 166	77	4,9 B	2,0	3,6 B	1,4
	1,6 x 2,0								3 125	72	5,6 A	2,3	4,4 A	1,5
	1,6 x 2,5								2 500	74	5,4 A	2,2	4,6 A	1,9
Deazúcar 28 (NIC)	1,0 x 1,0		27,7	1133	7	bs-T	Udic Haplustoll	32	10 000	97	6,1 C	2,2	3,6 D	1,3
	1,0 x 1,5								6 666	92	7,0 B	2,6	4,5 C	1,7
	1,0 x 2,0								5 000	85	6,8 B	2,5	4,7 C	1,7
	1,5 x 2,0								3 333	94	7,6 A	2,6	5,6 B	2,1
	2,0 x 2,0								2 500	100	7,9 A	2,9	6,2 A	2,3
La Chibola 38 (NIC)	0,33 x 1,0	110	26,7	1584	7	bs-T	Mollic Vitrandepts	33	30 300	80	6,2 C	2,2	3,4 D	1,2
	0,50 x 1,0								20 000	100	6,7 B	2,4	4,0 C	1,4
	1,0 x 1,0								10 000	100	7,1 B	2,6	4,8 B	1,7
	2,0 x 1,0								5 000	100	7,8 A	2,8	5,7 A	2,0
La Máquina 32 (GUA)	1,0 x 1,0	100	27,0	1860	6	bn-P	Aquic Haplustalf	33	10 000	87	5,9 B	2,1	3,4 B	1,2
	1,0 x 2,0								5 000	89	6,8 A	2,4	4,5 A	1,6
	2,0 x 2,0								2 500	83	4,6 B	1,6	4,6 A	1,6
La Chibola 37 (NIC)	1,5 x 0,5	160	28,7	1584	7	bs-T	Mollic Vitrandepts	41	20 000	60	5,2 B	1,5	3,0 D	0,8
	1,0 x 1,0								10 000	100	5,4 B	1,5	3,5 C	1,0
	1,0 x 1,5								6 666	100	5,6 A	1,6	4,0 B	1,1
	2,0 x 2,0								2 500	100	5,7 A	1,6	4,8 A	1,4
San Pedro Sula 25 (HON)	1,0 x 1,0	50	25,0	1374	5	bs-T	Typic Ustropept	43	10 000	94	8,5 A	2,9	4,0 F	1,6
	1,0 x 1,5								6 666	92	8,9 A	2,4	4,6 E	1,2
	1,0 x 2,0								5 000	94	8,5 A	2,3	4,9 E	1,3
	1,0 x 2,5								4 000	97	8,8 A	3,1	5,6 D	2,0
	1,5 x 1,5								4 444	92	8,7 A	2,7	5,2 D	1,8
	1,5 x 2,0								3 333	94	9,4 A	3,1	5,8 C	2,1
	1,5 x 2,5								2 666	94	9,0 A	3,1	6,3 B	2,3
	2,0 x 2,0								2 500	100	8,6 A	2,8	6,2 B	2,1
	2,0 x 2,5								2 000	100	9,5 A	3,1	7,1 A	2,5
El Gurú 13 (NIC)	1,0 x 0,75	40	27,9	1625	6	bs-P	Typic Eutrandept	45	13 333	95	6,4 A	1,7	4,0 A	1,0
	1,0 x 1,0								10 000	100	7,4 A	1,9	5,0 A	1,3
	1,0 x 1,5								6 666	95	5,8 A	1,5	4,4 A	1,1
	1,0 x 2,0								5 000	100	5,9 A	1,5	4,6 A	1,2
	1,0 x 2,5								4 000	96	5,3 A	1,4	4,0 A	1,0
	1,0 x 3,0								3 333	100	5,6 A	1,4	4,3 A	1,1

* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas al cinco por ciento

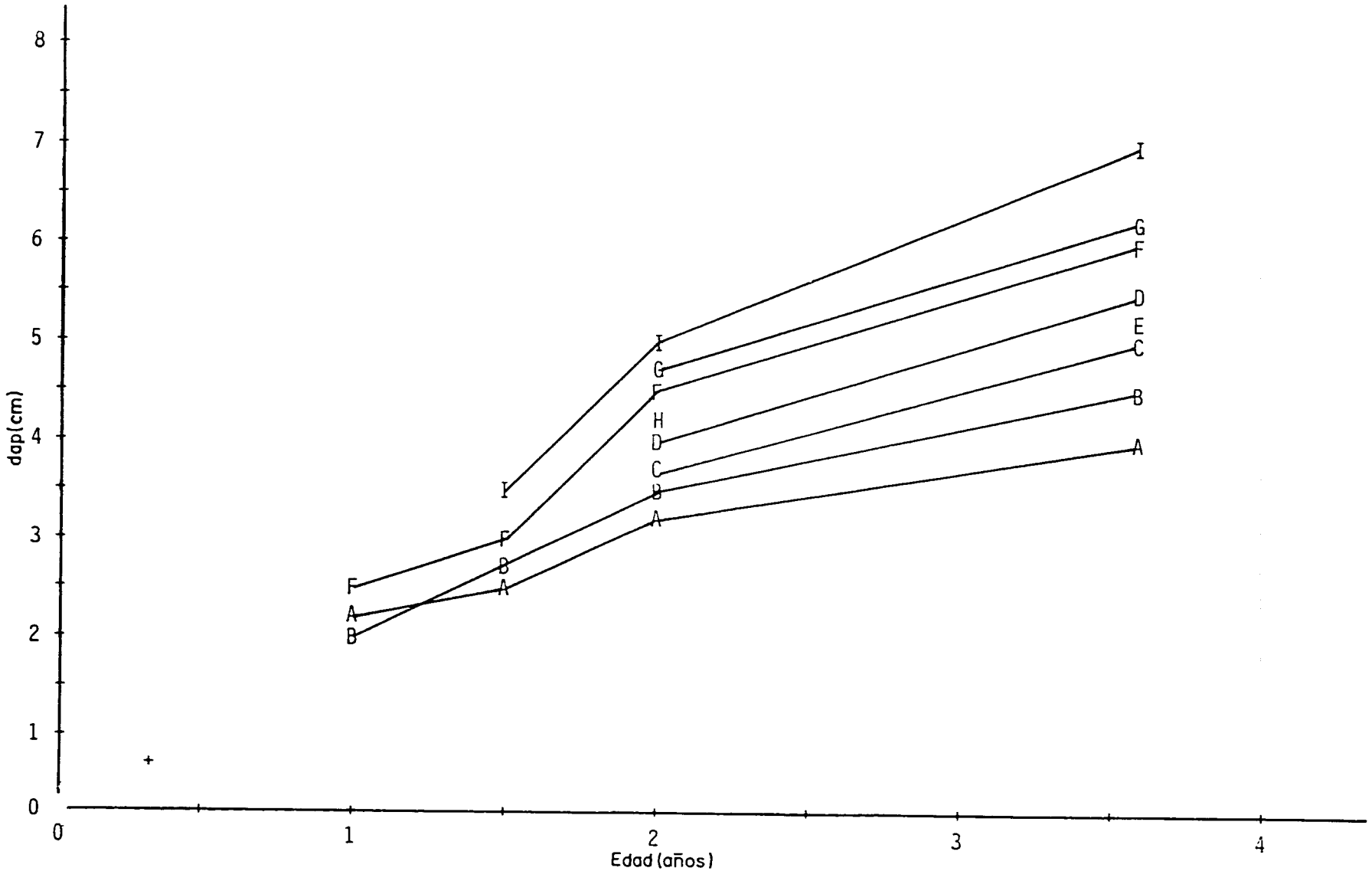


Figura 30. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Leucaena leucocepnala en San Pedro Sula (25) Honduras

Altitud 50 msnm; TMA 26°C; PMA 1374 mm; déficit hídrico cinco meses; zona de de vida bh-S, clasificación de suelo Typic Ustropept

A: 1,0 X 1,0 m	D: 1,0 X 2,5 m	G: 1,5 X 2,5 m
B: 1,0 X 1,5 m	E: 1,5 X 1,5 m	H: 2,0 X 2,0 m
C: 1,0 X 2,0 m	F: 1,5 X 2,0 m	I: 2,0 X 2,5 m

Cuadro 56. **Crecimiento de Leucaena leucocephala a los 24 meses bajo ocho niveles de fertilización en San Pedro Sula (29) Honduras**

Nivel (g/planta)	Altura (m)	dap (cm)
50 N-P-K 18-46-00	5,1	4,0
5 B_2O_3 48%	5,8	4,3
30 $CaCO_3$ CaO	5,4	3,9
50 N-P-K + 5 B	5,2	3,6
50 N-P-K + 30 Ca	5,3	3,9
5 B + 30 Ca	5,1	3,8
50 N-P-K + 5 B + 30 Ca	5,2	3,9
0 - 0 - 0	5,5	4,0

Altitud 50 msnm; TMA 26°C; PMA 1374 mm; cinco meses con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Subtropical); suelo Typic Ustropept

En Deazúcar, Nicaragua, se realizó un ensayo de fertilización con dosis variables de P_2O_5, en una plantación establecida por siembra directa. El fertilizante se aplicó superficialmente, en una corona de 30 cm de diámetro alrededor de la planta, a los 36 días de la siembra, cuando las plántulas tenían 5 cm de altura en promedio. Los resultados se presentan en el Cuadro 57.

Cuadro 57. **Crecimiento a los siete meses de Leucaena leucocephala fertilizada con P_2O_5 en Deazúcar (164) Nicaragua**

Dosis g/planta	Altura (m)	Diámetro (cm)
0	2,4	1,6
1,04	2,7	1,6
2,08	2,6	1,6
4,16	2,4	1,5
6,25	2,5	1,6

Altitud 70 msnm; TMA 27,7°C; PMA 1131 mm; siete meses con déficit hídrico; bosque seco Tropical; Typic Pellusterts

Los resultados de crecimiento no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis, lo que puede indicar que el nivel previo de fósforo era satisfactorio.

Control de malezas: la especie es sensible a la competencia de malezas en las primeras etapas de desarrollo, por lo que es necesario el control manual o químico hasta cuando cierren las copas y haya control por efecto de la sombra. En un experimento realizado en San Pedro Sula, Honduras, en un suelo donde inicialmente se chapeó y quemó la maleza, se probaron diez combinaciones de control de malezas durante los primeros seis meses de la plantación, cada dos meses. A los doce meses no se encontró claras diferencias significa-

tivas en crecimiento atribuibles a los tratamientos, aunque hubo menor sobrevivencia en los tratamientos con menor intensidad de control (Cuadro 58). En un ensayo de control de malezas con herbicida Round-up (glifosato) en El Gurú, Departamento de León, Nicaragua, se utilizó dosis desde 0,5 hasta 3 lt/ha, sin encontrar diferencias en el crecimiento en altura a los seis meses, ya que en todos los casos hubo adecuado control de las malezas. No se incluyó un tratamiento de control manual. Por lo tanto, para asegurar un sobrevivencia alta es necesario controlar las malezas en la fase de establecimiento, aunque la respuesta en crecimiento no sea significativa. El control puede hacerse en forma manual o con bajas concentraciones de herbicidas.

Cuadro 58. **Efecto del control manual de malezas y crecimiento de Leucaena leucocephala a los 12 meses en San Pedro Sula, Honduras**

Tratamiento	Sobrevivencia (%)	altura (m)	dap (cm)
(plateo + chapeo) + (plateo) + (plateo)	97 A*	2,7 B	1,3 A
(plateo + chapeo) + (plateo) + (plateo + chapeo)	98 A	3,3 AB	1,8 A
(plateo + chapeo) + (plateo) + (no)**	98 A	2,8 B	1,4 A
(plateo + chapeo) + (plateo + chapeo) + (plateo)	98 A	3,3 AB	1,7 A
(plateo + chapeo) + (plateo + plateo) + (plateo + plateo)	97 A	3,6 AB	2,1 A
(plateo + chapeo) + (plateo + plateo) + (no)	95 AB	3,4 AB	2,0 A
(plateo + chapeo) + (plateo + herbicida) + (plateo)	91 B	3,2 AB	1,5 A
(plateo + chapeo) + (plateo + herbicida) + (no)	88 C	3,3 AB	1,9 A
(plateo + chapeo) + (no) + (no)	94 AB	3,8 A	2,4 A
(no) + (no) + (no)	88 C	3,2 AB	1,9 A

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

** El tratamiento (no) indica ninguna forma de control de malezas

Altitud 50 msnm; TMA 26°C; PMA 1374 mm; cinco meses con déficit hídrico; zona de vida: bosque húmedo Premontano (Subtropical); suelo: Typic Ustropept.

Crecimiento y manejo. El crecimiento rápido de la especie depende de varios factores del ambiente tales como tipo de suelo, pH, compactación, presencia de capas endurecidas, profundidad de la capa freática, disponibilidad de nutrimentos, presencia o no de Rhizobium y otros. En diferentes sitios de América Central se han instalado parcelas para evaluar el crecimiento de la especie bajo diferentes condiciones. El Cuadro 59 presenta los resultados en diferentes sitios y edades.

De acuerdo a los resultados del Cuadro 59, la mayor tasa de crecimiento en diámetro y altura se presenta durante los primeros tres años después del establecimiento (1,0 a 3,8 cm/año dap y 1,0 a 4,4 m/año altura), con excepción de algunos lugares donde por características limitantes en el suelo pueden bajar estos rendimientos. La Figura 31 presenta el efecto de la altitud sobre el crecimiento en altura en función de la edad. La Figura 32 muestra el efecto de la precipitación y la Figura 33 el efecto del espaciamiento para los diferentes sitios de América Central. La Figura 34 presenta el crecimiento en altura de la especie para sitios específicos en América Central.

Un análisis más detallado de los datos muestra que la sobrevivencia es variable aunque generalmente alta; en los sitios donde ésta es baja se debe a incendios en el primer año o suelos muy arcillosos y compactados o poco profundos. Para todos los sitios en conjunto el crecimiento diamétrico es función de la densidad de plantación y el déficit de humedad: a menores densidades y menor número de meses de déficit hídrico, mayor crecimiento. La altitud parece ejercer un efecto negativo, ya que los menores incrementos se obtuvieron en altitudes superiores a 750 msnm. Los mejores crecimientos se presentaron en suelos de los órdenes Alfisol e Inceptisol. La falta de más datos no permite sacar conclusiones respecto a otros tipos de suelo, lo que indica que es necesaria mayor investigación en este aspecto. Suelos muy arcillosos limitaron el crecimiento, así como suelos periódicamente inundables o muy compactados por sobrepastoreo.

Crecimiento de L. leucocephala K28, K29, K67, K72 y otras: el Cuadro 60 presenta los resultados de crecimiento de algunas otras variedades de L. leucocephala plantadas por el Proyecto Leña en varios sitios de América Central.

Rebrotes: la especie produce una gran cantidad de rebrotes pocos días después del corte (20-30 días). La altura del tocón es un factor crítico. Parece necesario dejar tocones de 10-30 cm para asegurar una producción abundante y vigorosa de rebrotes; estos pueden seleccionarse dejando los dos o tres más vigorosos. Es necesario el control de malezas en las primeras etapas de crecimiento.

En el Cuadro 61 se presentan datos de crecimiento para diferente número de rebrotes. Los datos no mostraron diferencias entre los tratamientos, aunque un mayor número de rebrotes permite una mayor producción de biomasa. Tocones de mayor edad permiten un mayor desarrollo de los rebrotes.

Cuadro 59. **Crecimiento de Leucaena leucocephala en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Supervivencia (%)	Ejes/árbol x̄	ALTURA x̄	ALTURA IMA	dap x̄	dap IMA	Producción Leña (tm/ha)	Producción Follaje (tm/ha)
La Ermita	48	HON	780	23,1	939	8	bs-S	Entic Dystrandept	16	1,5 x 1,5	4 444	100		2,8	2,1	1,9	1,4		
Agua Salada (1)	69	HON	600	24,6	1035	5	bh-S		21	1,0		100	1,1	4,2	2,4	3,1	1,8		
Dos Caminos	82	HON	60	26,6	1374	5	bh-S	Typic Haplustoll	21	1,6 x 1,7	3 670	98		6,9	3,9	4,6	2,6		
El Progreso (2)	76	HON	30	25,4	1205	6	bh-S		23	1,5	5 000	100	1,3	6,1	3,1	5,6	2,9		
San Juan Ermita	81	GUA	471	26,0	979	8	bs-S		26	2,0 x 2,0	2 500	58		1,0	0,5				
Ajuterique	66	HON	600	23,1	960	6	bs-S	Typic Ustifluvent	29	1,3 x 1,3	5 900	100		7,2	2,9	4,7	1,9		
El Taladro	67	HON	590	23,3	1080	6	bh-S	Typic Ustifluvent	29	1,8 x 1,8	3 086	100		4,1	1,6	3,1	1,2		
La Máquina	76	GUA	46	28,8	1860	6	bh-S	Udic Haplustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	88		1,8	1,8	1,4	1,4		
Nueva Concepción	25	GUA	50	27,0	1618	6	bh-S	Typic Troporthent	13	2,0 x 2,0	2 500	100	1,2	2,7	2,5	2,4	2,2	3	4 *
La Trinidad	46	HON	620	24,6	1035	6	bh-S	Typic Ustifluvent	17	1,5 x 1,5	4 444	71		0,4	0,2				
Comayagua	68	HON	570	24,6	1035	6	bh-S	Mollic Ustifluvent	18	1,5 x 2,0	3 333	100	1,4	4,2	2,8	2,9	1,9		
Laguna Seca	57	HON	620		1089	7	bh-S	Lithic Haploxeralf	20	1,0 x 2,0	5 000	84		0,5					
Talanga	47	HON	850	22,3	1085	7	bh-S	Typic Hapludalf	20	1,5 x 1,5	4 444	88		1,8	1,0				
Siria	5[illegible]	HON	600		1089	7	bh-S		20	1,5 x 2,0	3 333	98		5,6	3,4	3,6	2,2		
Talanga	60	HON	790	22,3	1083	7	bh-S	Typic Dystrandept	20	2,0 x 2,0	2 500	98		1,7	0,9				
Río Dulce	59	HON	600		1089	6	bh-S		21	2,0 x 2,0	2 500	98	2,1	2,0	1,1	2,0	1,1		
San Manuel	78	HON	30	25,4	1205	6	bh-S	Fluventic Eutropept	22	1,5 x 2,0	3 333	32		7,4	4,0	3,7	2,0		
La Máquina	14	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	22	2,0 x 2,0	2 500	100		4,0	2,0	3,5	1,7	9	3 *
La Máquina	12	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	25	2,0 x 2,0	2 500	92		6,1	2,9	5,0	2,4	23	16 *
Zamorano	43	HON	830	22,3	1110	6	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	44		1,8	0,7	1,5	0,6		
Zamorano	43	HON	830	22,3	1110	6	bh-S		32	2,0 x 2,0	2 500	76		1,9	0,7	2,1	0,8		
La Máquina	12	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	93		7,2	2,6	6,3	2,6	36	11 *
La Máquina	22	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Vertic Haplustalf	33	2,0 x 2,0	2 500	72		5,9	2,1	4,9	1,8		
La Máquina	14	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	34	2,0 x 2,0	2 500	88	1,3	5,5	1,9	4,4	1,6	14	6 *
La Máquina	14	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	46	2,0 x 2,0	2 500	92	1,4	7,4	1,9	6,0	1,6		
La Máquina	42	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Typic Ustorthent	34	2,0 x 2,0	2 500	98	1,1	8,2	2,9	6,1	2,1		
La Máquina	101	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Typic Haplustalf	35	2,0 x 2,0	2 500	95	1,1	7,6	2,6	5,7	1,9		
Río Abajo	18	HON	950	22,8	1101	6	bh-S		41	2,0 x 2,0	2 500	59		1,6	0,4	1,3	0,3		
La Máquina	12	GUA	100	27,0	1860	6	bh-S	Aquic Haplustalf	46	2,0 x 2,0	2 500	59	4,6	9,1	2,3	6,3	1,6		
Granja Penal	30	GUA	347	24,0	2654	6	bmh-S	Aeric Tropaquept	15	2,0 x 2,0	2 500	47		1,8	1,4				
San Gabriel	21	GUA	347	24,0	2654	6	bmh-S	Aeric Tropaquept	18	2,0 x 2,0	2 500	37		2,7	1,8	2,5	1,7		
Poza Azul	17	HON	650	23,3	2287	6	bmh-S		19	3,0 x 3,0	1 111	73		4,4	2,8	4,1	2,5		
Las Lajas	10	ELS	950	24,2	2274	4	bmh-S		40	2,5 x 2,5	1 600	100		2,5	0,7	2,0	0,6		
Bulbuxyá	28	GUA	506	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	100		2,8	2,4				
Barcenas	38	GUA	1450	21,4	1128	6	bh-MBS	Typic Ustropept	24	1,0 x 2,0	5 000	100		2,6	1,3	2,0	1,0		
Barcenas	38	GUA	1450	21,4	1128	6	bh-MBS	Typic Ustropept	42	1,0 x 1,0	10 000	87		3,9	1,1	3,1	0,8		
Las Vegas	22	NIC	480	25,7	889	9	bms-T		26	1,0 x 2,0	5 000	96		5,0	2,3	3,9	1,8	25	15 *
Las Vegas	23	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Fluventi Ustropept	26	1,0 x 2,0	5 000	100		5,9	2,7	4,3	1,9	22	15 *
Sébaco	33	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	31	2,0 x 2,0	2 500	100		4,5	1,7	3,7	1,4		
El Zanjón Negro	150	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Peliustert	34	1,0 x 2,0	5 000	94		1,8	0,6				
La Concepción	141	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Chromustert	34	1,0 x 2,0	5 000	80		1,2	0,4				
Sébaco	120	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	34	1,0 x 2,0	5 000	95	1,2	5,0	1,7	3,7	1,3		
Sébaco	121	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	34	1,0 x 2,0	5 000	97		5,1	1,8	3,8	1,3		
Sébaco	122	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	34	1,0 x 2,0	5 000	51		4,9	1,7	4,2	1,5		
Sébaco	123	NIC	475	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	34	1,0 x 2,0	5 000	98	1,1	5,1	1,8	3,6	1,2		
Sébaco	124	NIC	480	25,7	889	9	bms-T	Typic Ustifluvent	34	1,0 x 2,0	5 000	63	1,4	5,0	1,7	4,2	1,5		
Chaguitillo	114	NIC	480	25,7	889	9	bms-T		42	1,0 x 2,0	5 000	82		1,5	0,4				
Chaguitillo	110	NIC	480	25,7	889	9	bms-T		43	1,0 x 2,0	5 000	75		2,4	0,6	1,9	0,5		
Las Vegas	22	NIC	480	27,7	887	9	bms-T	Fluventic Ustropept	44	1,0 x 2,0	5 000	95		5,3	1,4	4,3	1,1		
Las Vegas	23	NIC	480	27,7	887	9	bms-T	Fluventi Ustropept	44	1,0 x 2,0	5 000	91		5,9	1,6	4,2	1,1		

Río Viejo	17	NIC	420	25,7	885	8	bms-I	Vertic Fluventic Haplustoll	44	2,5 x 2,5	1 600	100		1,1	0,3						
Agua Buena	35	PAN	50	26,6	1162	5	bs-I	Typic Ustorthent	12	1,0 x 1,0	10 000	100	1,2	4,4	4,4	2,5	2,5				
San Pablo	125	COS	40	26,3	1859	5	bs-I	Vertic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	88		3,3	3,3	3,3	3,3				
Las Minas	43	PAN	130	26,7	1569	5	bs-I		12	2,0 x 2,0	2 500	69		0,9							
Los Pozos	42	PAN	80	26,6	1637	5	bs-I	Typic Ustropept	12	2,0 x 2,0	2 500	100	1,1	4,1	4,1	2,8	2,8				
Pesé	18	PAN	60	27,2	1382	6	bs-I	Ultic Haplustalf	12	2,0 x 2,0	2 500	100		2,2	2,2	1,7	1,7				
Ocú	45	PAN	100	26,7	1569	5	bs-I	Vertic Tropudalf	12	2,0 x 2,5	2 000	92		3,2	3,2	1,9	1,9				
Pesé	16	PAN	76	27,2	1382	6	bs-I	Arcilloso	12	3,0 x 3,0	1 111	63		0,7	0,7						
San Ramón	86	NIC	45	29,1	1143	7	bs-I	Udic Argiustoll	16	1,5 x 3,0	2 222	96		4,1	3,0	3,8	2,8				
Los Santos	32	PAN	16	27,6	1090	7	bs-I	Vertic Ustropept	18	2,0 x 2,0	2 500	100		3,9	2,6	3,2	2,1				
San Pedro	106	COS	60	26,3	1859	5	bs-I	Vertic Hrodustalf	19	1,0 x 2,0	5 000	98	1,4	5,5	3,4	4,2	2,6				
Pavana Centro	54	HON	40	28,7	1381	6	bs-I	Haplic Durixeralf	20	1,0 x 2,0	5 000	96		3,1	2,4	2,1	1,2				
Playa Grande	56	HON	20	28,7	1381	6	bs-I	Typic Eutropept	20	1,5 x 1,5	4 444	48		3,2	1,9	2,8	1,7				
Mateare Uca	159	NIC	100	28,4	1261	7	bs-I	Mollic Vitrandept	23	1,0 x 2,0	5 000	86		5,6	2,9	4,2	2,1	37	11 *		
Mateare Uca	179	NIC	100	28,4	1261	7	bs-I	Mollic Vitrandept	24	1,0 x 2,0	5 000	96		5,5	2,7	4,3	2,1	28	15 *		
Loma Larga	10	PAN	11	27,0	1210	5	bs-I	Vertic Haplustalf	24	2,0 x 2,0	2 500	95		6,3	3,1	4,6	2,3	23	11 *		
Ocú	44	PAN	67	26,7	1569	5	bs-I	Vertic Tropudalf	24	2,0 x 2,0	2 500	100	1,1	6,2	3,1	4,4	2,2				
Pesé	19	PAN	60	27,2	1382	6	bs-I	Troporthent	24	2,0 x 2,0	2 500	100		4,5	2,2	3,7	1,8				
Divisa	47	PAN	12				bs-I	Arcilloso	25	1,5 x 2,5	2 666	96	2,4	5,6	2,6	3,9	1,8	6	2 **		
El Bijao	13	PAN	11	27,0	1210	5	bs-I	Vertic Ustropept	25	1,5 x 2,5	2 666	100		4,7	2,3						
Santa Rita	102	COS	70	26,3	1770	5	bs-I	Fluventic Haplustoll	25	2,0 x 2,0	2 500	92	1,3	6,9	3,3	5,2	2,5				
Los Higos	7	PAN	30	27,5	1149	7	bs-I		25	2,0 x 2,0	2 500	100		3,6	1,7						
El Bijao	29	PAN	30	27,6	1090	7	bs-I	Vertic Ustropept	26	2,0 x 2,0	2 500	100	1,4	4,9	2,2	3,6	1,7				
El Bijao	13	PAN	11	27,0	1210	5	bs-I	Vertic Ustropept	27	1,5 x 2,5	2 666	87		3,6	1,6	3,9	1,7	14	5 *		
Los Higos	7	PAN	30	27,5	1149	7	bs-I		27	1,5 x 2,5	2 666	100		2,7	1,2	2,9	1,2	7	4 *		
Deazúcar	47	NIC	70	27,7	1131	7	bs-I	Typic Pellustert	28	1,6 x 2,0	3 125	100		6,8	2,9	4,7	2,0				
Deazúcar	42	NIC	70	27,7	1131	7	bs-I	Udic Haplustoll	28	2,0 x 2,0	2 500	91		5,3	2,3	5,0	2,1				
Santa Gertrudis	108	NIC	110	27,4	1559	7	bs-I		31	1,0 x 1,0	10 000	93		6,1	2,3	3,6	1,4				
Colonia E. Pérez	105	NIC	110	27,4	1559	7	bs-I		31	1,0 x 2,0	5 000	92		8,1	3,1	5,1	1,9				
Colonia E. Pérez	107	NIC	110	27,4	1559	7	bs-I		31	1,0 x 2,0	5 000	100		6,9	2,7	5,0	1,9				
Mateare uca	27	NIC	100	28,4	1261	7	bs-I	Mollic Vitrandept	31	2,0 x 2,0	2 500	100		5,0	1,9	5,0	1,9				
El Gurú	94	NIC	40	27,9	1625	6	bs-I	Udic Argiustoll	32	1,5 x 2,0	3 333	95		7,7	2,8	5,5	2,0				
Deazúcar	32	NIC	70	27,7	1133	6	bs-I	Typic Ustifluvent	32	2,0 x 2,0	2 500	77		7,5	2,6	6,8	2,5				
Bebedero	178	COS	20	27,1	1846	5	bs-I	Arcilloso	33	2,0 x 2,0	2 500	51		3,3	1,2						
El Gurú	26	NIC	40	27,9	1625	6	bs-I	Typic Eutrandept	33	2,0 x 2,0	2 500	100		7,6	2,8	6,4	2,3				
Masaya Uca	58	NIC	215	26,8	1438	6	bs-I		34	1,0 x 2,0	5 000	93		4,3	1,5	3,6	1,2				
Mateare Uca	62	NIC	100	28,4	1261	7	bs-I	Mollic Vitrandept	34	1,0 x 2,0	5 000	91		6,9	2,4	6,0	2,1				
San Francisco	75	NIC	50	29,1	1143	7	bs-I	Vertic Ustropept	34	1,0 x 2,0	5 000	92	1,6	3,1	1,1	1,9	0,7				
Pueblo Nuevo	21	PAN	33	27,2	1463	6	bs-I	Franco Arenoso	34	2,0 x 3,0	1 666	90	1,1	5,3	1,9	6,1	2,1	16	2 **		
Los Santos	14	PAN	16	27,6	1089	7	bs-I	Arcilloso	36	2,0 x 2,0	2 500	100		5,7	1,9	4,0	1,3				
Mateare Uca	19	NIC	100	28,4	1261	7	bs-I	Mollic Vitrandept	37	1,0 x 2,0	5 000	92		7,9	2,5	5,7	1,8	60	34 *		
San Ramón	83	NIC	45	29,1	1143	7	bs-I	Udic Argiustoll	37	1,0 x 2,0	5 000	100		5,4	1,7	3,9	1,2	23	12 *		
Los Angeles	63	PAN	25	27,6	1089	7	bs-I	Franco Arcilloso	38	2,0 x 2,0	2 500	100		8,2	2,6	4,6	1,4	40	9 *		
Mateare Uca	19	NIC	100	28,4	1261	7	bs-I	Mollic Vitrandept	40	1,0 x 2,0	5 000	100		7,6	2,3	5,2	1,6				
Mateare Uca	160	NIC	100	28,4	1261	7	bs-I	Mollic Vitrandept	40	2,0 x 2,0	2 500	87		7,4	2,2	5,7	1,7				
San Ramón	83	NIC	45	29,1	1143	7	bs-I	Udic Argiustoll	43	1,0 x 2,0	5 000	86		5,0	1,4	3,4	0,9				
Taboga	179	COS	50	27,1	1846	5	bs-I	Franco Arcilloso	43	2,0 x 2,0	2 500	61		2,9	0,8						
San Francisco	70	NIC	50	29,1	1143	7	bs-I	Vertic Ustropept	44	1,0 x 2,0	5 000	100		7,4	2,0	5,0	1,4				
Cañas	181	COS	110	27,0	1733	5	bs-I	Arcilloso	51	2,0 x 2,0	2 500	94		7,8	1,8	7,0	1,6				
La Palma	171	COS	70	25,9	2509	5	bh-I	Arcilloso	64	2,0 x 2,0	2 500	100		14,7	2,7	9,2	1,7	84	6 **		
La Palma	171	COS	70	25,9	2509	5	bh-I	Arcilloso	64	5,0 x 5,0	400	100	2,5	14,8	2,8	13,0	2,4	70	5 **		
Belén	203	COS	50	27,7	1844	6	bs-I	Arcilloso	65	2,0 x 2,0	2 500	97		14,7	2,7	11,9	2,1				
Taboga	179	COS	50	27,1	1846	5	bs-I	Franco Arcilloso	65	2,0 x 2,0	2 500	96		13,6	2,5	9,6	1,7	70	6 **		
La Garita	172	COS	840	22,8	1906	4	bn-PI	Arcilloso	13	2,0 x 2,0	2 500	68		0,4	0,4						
San Gerardo	21	COS	320	27,0	2223	5	bh-I	Arcilloso	19	4,0 x 4,0	625	97		6,1	3,8	6,1	3,8				
Agua Caliente	44	HON	40	28,7	1381	6	bh-S		20	1,5 x 1,5	4 444	63		4,6	2,7	4,0	2,4				
Agua Caliente	55	HON	40	28,7	1381	6	bn-S	Typic Pellustert	20	1,5 x 1,5	4 444	100		4,0	2,4	3,1	1,8				
Nandayure	32	COS	60	27,0	1860	5	bs-I	Typic Chromustert	29	2,0 x 2,0	2 500	100	1,1	9,9	4,1	5,8	2,4	22	4 **		
Cuesta Blanca	64	COS	370	27,0	2223	5	bh-I	Typic Ustropept	30	1,0 x 2,0	5 000	83		5,9	2,3	4,2	1,7				
Pita Rayada	62	COS	460	27,0	2223	5	bn-I	Typic Haplustalf	30	4,0 x 4,0	625	97		4,5	1,8	5,0	2,0				
La Libertad	30	COS	440	27,0	2223	5	bn-I	Vertic Haplustalf	31	1,0 x 2,0	5 000	91		4,7	1,8	3,1	1,2				
Huacas	44	COS	560	27,0	2223	5	bn-I	Typic Haplustalf	32	5,0 x 5,0	400	93		6,1	2,0	5,4	2,3				
Hojancha	27	COS	600	27,0	2223	5	bh-I	Udic Rhodustalf	33	6,0 x 6,0	278	78		6,0	2,1	5,4	1,9				
Nandayure	32	COS	60	27,7	1860	5	bs-I	Typic Chromustert	37	2,0 x 2,0	2 500	100		10,7	3,4	6,6	2,1				
La Libertad	4	COS	430	27,0	2223	5	bn-T	Vertic Ustorthent	41	2,0 x 2,0	2 500	100		9,1	2,7	5,7	1,7	28	3 **		
Liberia	177	COS	150	27,2	1635	5	bs-T	Franco Arcilloso	43	2,0 x 2,0	2 500	63		0,5	0,1						
Santa Clara	150	COS	160	26,0	2943	4	bh-T	Franco Arcilloso	49	2,0 x 2,0	2 500	88		8,8	2,2	6,1	1,5	19	2 **		
La Garita	173	COS	460	25,5	2143	4	bh-T	Arcilloso	49	2,5 x 2,5	1 600	96	1,1	11,0	2,7	9,2	2,2	51	4 **		
La Garita	173	COS	460	25,5	2143	4	bn-T	Arcilloso	63	2,0 x 2,0	2 500	93	1,7	12,0	2,3	7,7	1,5	43	4 **		
La Garita	173	COS	460	25,5	2143	4	bn-T	Arcilloso	63	2,0 x 5,0	1 000	94	1,3	13,0	2,5	11,4	2,2	58	4 **		
La Maravilla	176	COS	620	27,0	2304	5	bh-T	Franco Arcilloso	65	2,0 x 2,0	2 500	95		10,1	1,8	7,3	1,3	48	4 **		
Pocosol	180	COS	270	27,0	1727	6	bs-T	Arcilloso	66	2,0 x 2,0	2 500	52	1,7	6,9	1,2	6,7	1,2				
Monte Romo	57	COS	800	27,0	2223	5	bmn-PI	Udic Rhodustalf	42	5,0 x 5,0	400	96		4,6	1,7	4,5	1,6				
Pavones	185	COS	535	21,5	2661	1	bmh-PI	Franco Arenoso	54	2,0 x 2,0	2 500	95		6,4	1,4	5,7	1,2	19	4 **		
Pavones	185	COS	535	21,5	2661	1	bmh-PI	Franco Arenoso	54	2,5 x 2,5	1 600	100		5,9	1,3	5,0	1,1	10	3 **		
Pavones	185	COS	535	21,5	2661	1	bmn-PI	Franco Arenoso	54	3,0 x 3,0	1 111	100		4,9	1,0	4,7	1,0	7	2 **		
El Chagüite	176	NIC							21	2,0 x 2,0	2 500	44		2,0	1,1						

* Peso verde
** Peso seco

(1) Cerco vivo
(2) Plantación en línea

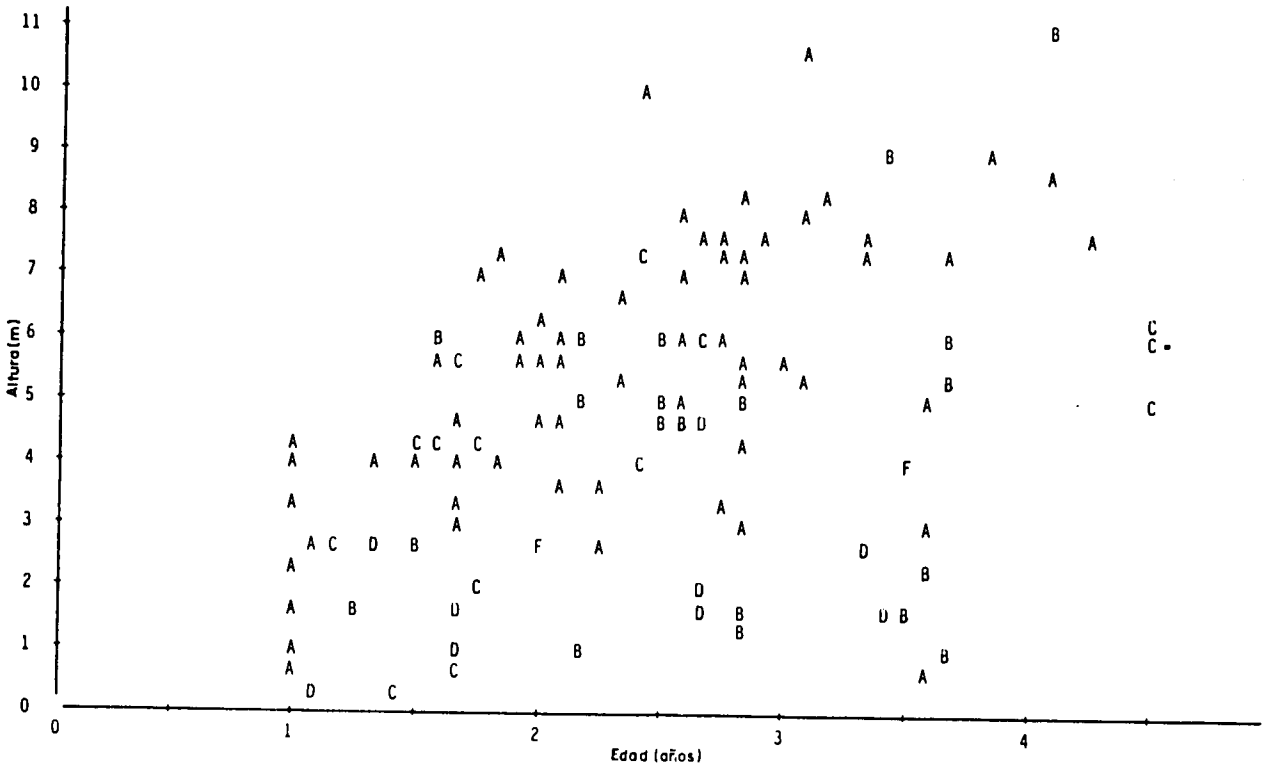


Figura 31. Efecto de la altitud sobre el crecimiento de Leucaena leucocephala en América Central

A: menos de 250 msnm
B: entre 250 y 500 msnm
C: entre 500 y 750 msnm
D: entre 750 y 1000 msnm

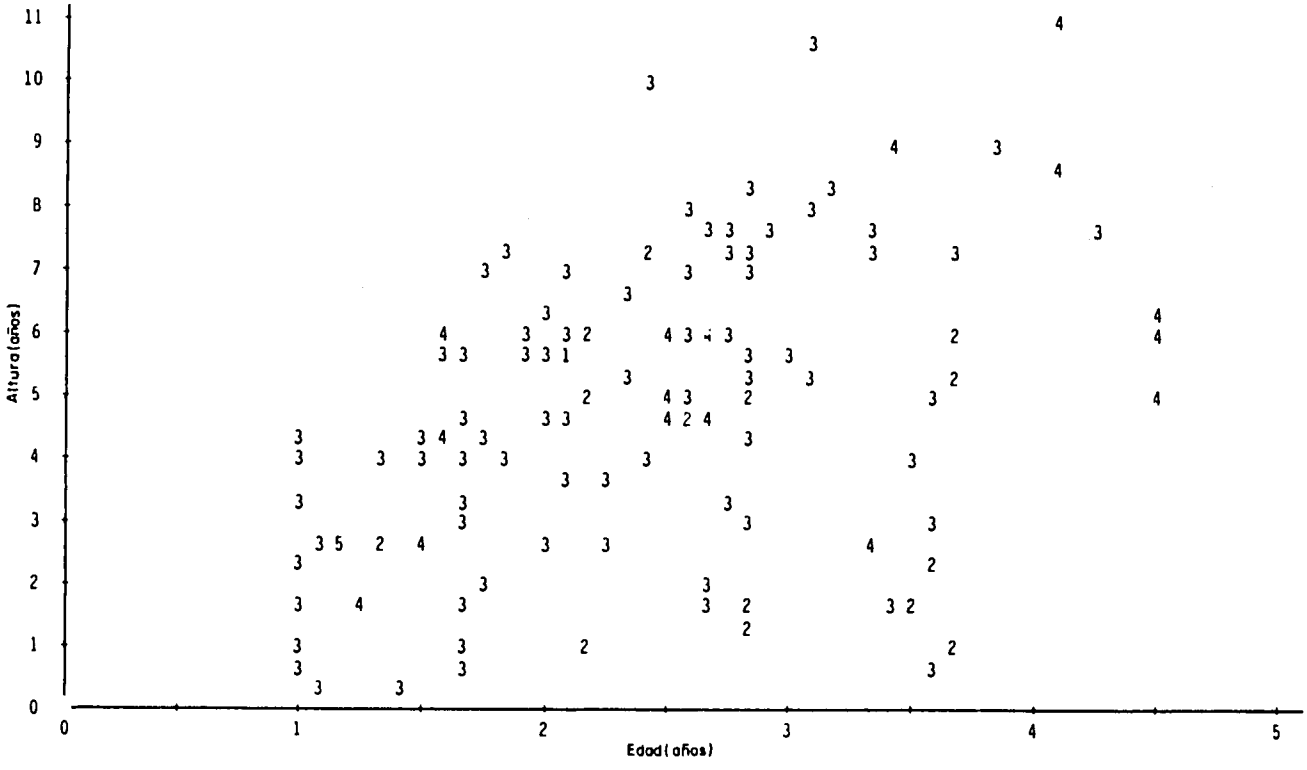
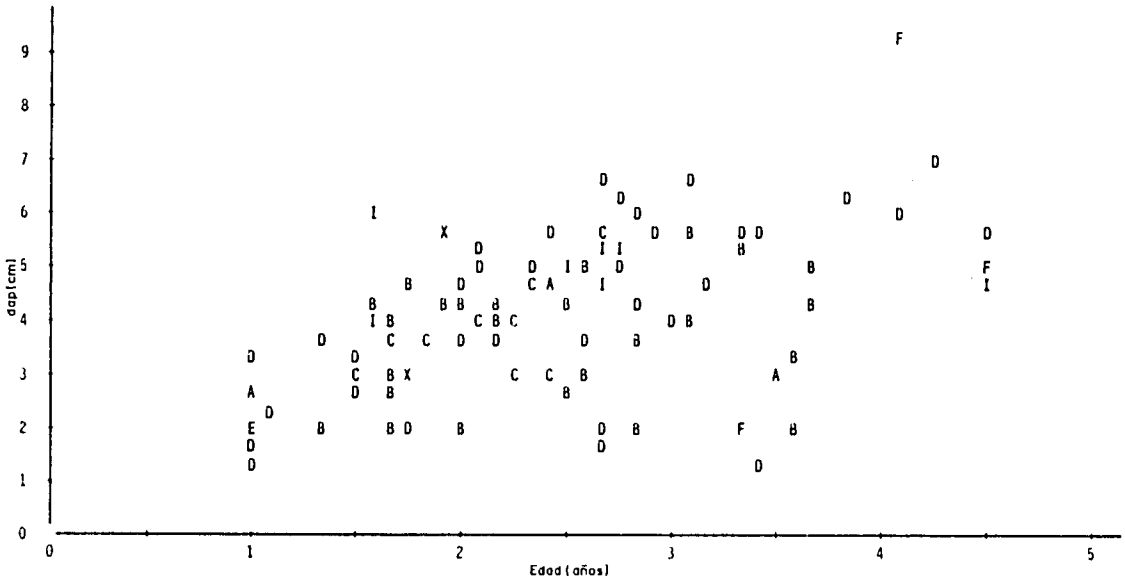


Figura 32. Efecto de la precipitación sobre el crecimiento en altura de Leucaena leucocephala en América Central

1: menos de 500 mm
2: entre 500 y 1000 mm
3: entre 1000 y 2000 mm
4: entre 2000 y 3000 mm



igura 33. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Leucaena leucocephala en América Central

: área por planta 2 m^2
: área por planta 3 m^2
: área por planta 4 m^2
: área por planta 5 m^2
: área por planta 7 m^2
: cortinas

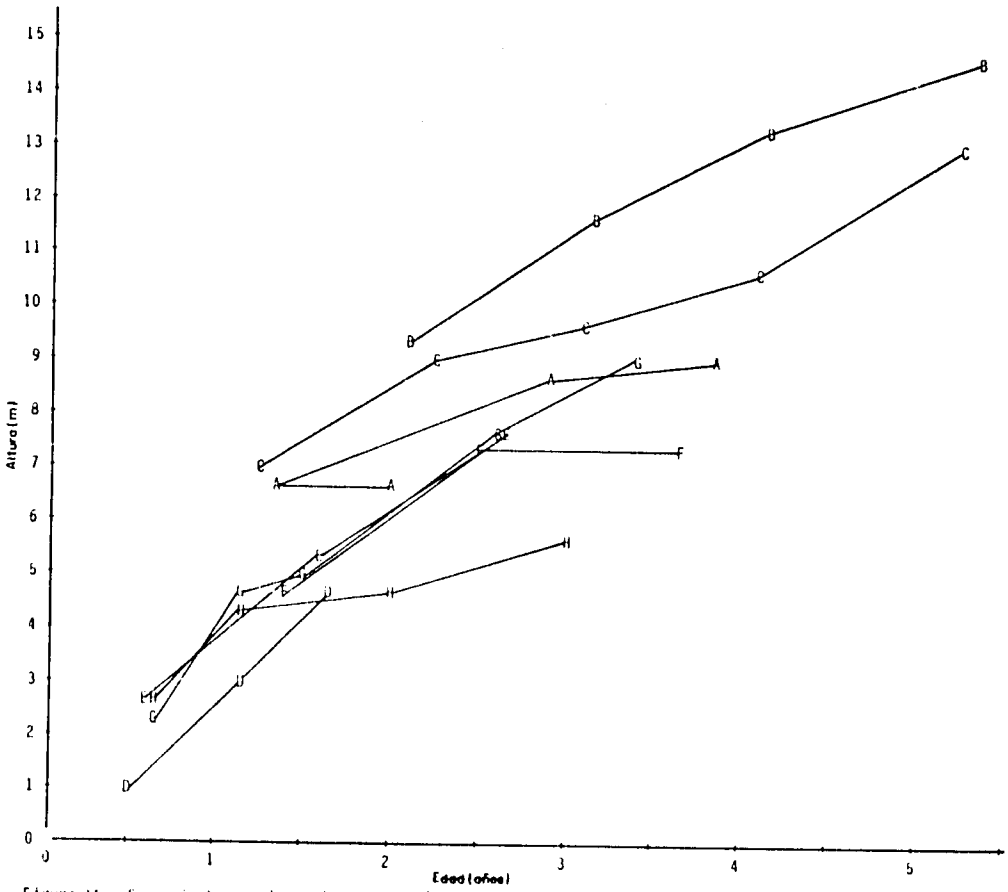


Figura 34. Crecimiento en altura de Leucaena leucocephala en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo
A: La Máquina	GUA	12	100	27,0	1860	4	bh-S	Aquic Haplustalf
B: La Palma	COS	171	70	25,9	2509	5	bh-PT	Arcilloso
C: La Garita	COS	173	460	25,5	2143	4	bh-T	Arcilloso
D: Agua Caliente	HON	41	40	26,7	1381	6	bh-S	
E: Deazúcar	NIC	32	70	27,7	1133	6	bh-T	Typic Ustifluvent
F: San Francisco	NIC	70	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept
G: La Libertad	COS	4	430	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Ustorthent
H: Los Santos	PAN	14	10	27,6	1089	7	bs-T	Arcilloso

Cuadro 60. **Crecimiento de variedades de Leucaena leucocephala en América Central**

Sitio	País	Variedad	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déficit	Zona de vida (Holdridge)	Suelo	Edad (meses)	Densidad inicial (árb/ha)	Sobre-vivencia (%)	Altura (m) Promedio	Altura (m) IMA	d a p (cm) Promedio	d a p (cm) IMA
San Pedro Sula	40 HON	K 6	50	26,0	1374	5	bs-T	Typic Ustropept	13	1 666	54	3,0	2,7	2,2	2,0
Deazúcar	50 NIC	K 6	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	28	3 125	76	5,2	2,2	4,2	1,8
San Pedro Sula	HON	K 28	50	26,0	1374	5	bs-T	Typic Ustropept	13	1 666	50	4,2	3,8	3,3	3,0
Deazúcar	49 NIC	K 28	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	28	3 125	92	5,5	2,3	4,2	1,8
Deazúcar	39 NIC	K 28	70	27,7	1131	7	bs-T	Udic Haplustoll	28	2 500	87	6,7	2,8	5,4	2,3
La Libertad	53 COS	K 28	350	27,0	2223	5	bn-T	Vertic Haplustoll	30	5 000	97	4,9	1,9	2,7	1,0
Deazúcar	40 NIC	K 29	70	27,7	1131	7	bs-T	Udic Haplustoll	28	2 500	95	7,6	3,2	6,3	2,7
San Pedro Sula	40 HON	K 29	50	26,0	1374	5	bs-T	Typic Ustropept	13	1 666	62	3,1	2,6	2,2	2,0
San Pedro Sula	40 HON	K 67	50	26,0	1374	5	bs-T	Typic Ustropept	13	1 666	50	4,6	4,2	3,7	3,4
Deazúcar	46 NIC	K 67	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	28	3 125	84	6,3	2,7	4,9	2,1
Río de Oro	67 COS	K 67	580	27,0	1860	5	bn-P(T)	Typic Haplustoll	30	416	92	5,8	2,3	6,2	2,4
Tocumen	05 PAN	K 72 A	14	26,5	1682	5	bs-T		19	1 000	100	11,8	7,4	9,1	5,7
Parita	06 PAN	K 72	30	27,5	1149	5	bs-T		27	2 500	81	2,9	1,2	2,9	1,2
San Pedro Sula	40 HON	K 132	50	26,0	1374	5	bs-T	Typic Ustropept	13	1 666	50	4,3	3,9	3,8	3,5
San Pedro Sula	40 HON	K 500	50	26,0	1374	5	bs-T	Typic Ustropept	13	1 666	40	2,6	2,4	2,1	1,9
Deazúcar	43 NIC	K 500	70	27,7	1131	7	bs-T	Udic Haplustoll	28	2 500	87	4,2	1,8	3,0	1,2
Deazúcar	44 NIC	Cunningham	70	27,7	1131	7	bs-T	Udic Haplustoll	28	2 500	95	4,9	2,1	3,4	1,4
Deazúcar	45 NIC	Cunningham	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	28	3 125	76	4,7	2,0	4,5	1,9
Deazúcar	41 NIC	Taiwan	70	27,7	1131	7	bs-T	Udic Haplustoll	28	2 500	95	5,9	2,5	5,1	2,1
Deazúcar	48 NIC	Taiwan	70	27,7	1131	7	bs-T	Typic Pellustert	28	3 125	100	4,6	1,9	3,2	1,3

Cuadro 61. **Crecimiento de rebrotes de Leucaena leucocephala (primera rotación), en cinco sitios de América Central**

Sitio		Número máximo rebrotes/árbol	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déficit hídrico	Zona de vida (Holdridge)	Suelo	Edad (meses) Plantación	Edad (meses) Rebrotes	No. promedio reb/árbol	Altura (m) Promedio	Altura (m) IMA	d a p (cm) * Promedio	d a p (cm) * IMA
Las Cañas	36 HON	dos	579	24,6	1035	7	bs-T	Typic Ustifluvent	41	5	2,0	3,3		2,1	
		tres									2,9	3,5		2,0	
		cuatro									3,8	3,4		1,8	
		todos									4,5	3,1		1,6	
Mateare	161 NIC	dos	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	43	19	1,4	6,3 B	4,0	3,5 A	2,2
		tres									2,2	6,1 B	3,8	2,9 B	1,8
		cuatro									2,5	5,5 C	3,5	2,9 B	1,8
		todos									2,7	6,8 A	4,2	3,6 A	2,2
La Máquina	12 GUA	todos	100	27,0	1860	6	bn-P	Aquic Haplustalf	33	12	1,8	2,9	2,9	2,4	2,4
Mateare	159 NIC	todos	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	39	16	3,6	6,4	4,8	3,5	2,6
Mateare	179 NIC	todos	100	28,4	1261	7	bs-T	Mollic Vitrandept	44	16	3,4	6,7	5,0	3,7	2,7

* dap: diámetro promedio de los ejes individuales
** Letra diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Producción de biomasa proveniente de rebrotes. En un experimento sobre producción de biomasa proveniente de rebrotes de 14 meses, en una plantación de 38 meses de la variedad K8, en Loma Larga, Panamá, no se encontró diferencias significativas en el crecimiento en altura y diámetro pero sí en la producción de leña y follaje (Cuadro 62).

Cuadro 62. **Producción de biomasa proveniente de rebrotes de Leucaena leucocephala en Loma Larga (48) Panamá, (edad de los rebrotes 14 meses, edad de la plantación 38 meses)**

Tratamiento	Rebrotes/ árbol	altura (m)	dap (cm)	leña (tm/ha)	follaje (tm/ha)
dos	1,4	6,0 A	3,7 A*	7,8 B	2,0 B
tres	1,9	5,8 A	3,5 A	9,6 A	2,3 A
cuatro	2,6	5,6 A	3,3 A	11,6 A	2,3 A
Todos	2,0	5,6 A	3,4 A	8,8 B	2,1 B

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Duncan.

Altitud 25 msnm; TMA 27°C; PMA 1210 mm; cinco meses con déficit hídrico; bosque seco tropical; suelo Vertic Haplustalf.

Los resultados indican que, aunque el tratamiento dos rebrotes dio ejes de mayor diámetro, un mayor número de rebrotes produjo mayor cantidad de biomasa. Igualmente se notó una producción máxima de 2,6 rebrotes por tocón en el tratamiento cuatro rebrotes; al dejar crecer libremente los rebrotes sólo se produjo dos rebrotes/tocón.

Cercos vivos: en cercos vivos la especie ha mostrado buen crecimiento. En Comayagua, Honduras, se obtuvo 3,1 cm de dap y 4,2 m de altura a los 21 meses, en un cerco plantado a 1 m entre plantas con planta producida en bolsa. En una plantación a 1,5 m en línea, en El Progreso, Honduras, se obtuvo 6,1 m de altura y 5,6 cm de diámetro a los 23 meses.

Producción de biomasa: la producción de leña varía con el sitio. Se encontró productividad de entre 5,4 tm/ha/año hasta 20,1 tm/ha/año (3,2 a 12,1 tm/ha/año de leña seca) en aprovechamientos realizados a los 2-3 años (Cuadro 59). Para edades superiores a los tres años y con leña en base seca (80°C al horno) se encontró productividades entre 4,1 y 15,7 tm/ha/año (esta última cifra a los 65 meses de edad), las diferencias se pueden atribuir además de la edad a condiciones de los sitios (compactación, textura y uso anterior).

De acuerdo con los resultados, las variedades K72A, K67, K132 y K28 presentan buen potencial por su rápido crecimiento.

Factores limitantes

En los trabajos realizados por el Proyecto Leña en América Central se ha encontrado que la sobrevivencia de L. leucocephala es afectada por la competencia de malezas, crece muy lentamente o desaparece en terrenos inundables o de drenaje imperfecto en algunas épocas del año, así como en terrenos muy compactados; terrenos muy arcillosos parecen limitar su crecimiento. En Guanacaste, Costa Rica, se han observado ataques de ratas que cortan los árboles jóvenes.

Cuando se planta asociada con cultivos agrícolas o cerca de éstos, se han encontrado ataques de áfidos, plagas de otras leguminosas como Diabrotica sp., Empoasca fabae y otras; también es atacada por hormigas del género Atta que producen defoliación. Es susceptible a incendios y a la aplicación de herbicidas en sus cercanías. Los incendios pueden destruirla, aunque si son rápidos y de poca intensidad puede rebrotar posteriormente. Limitaciones al desarrollo radicular lateral (p.e. plantar con bolsa rota solo en la base) producen árboles de poco desarrollo y muy lento crecimiento.

Melia azedarach

Nombre científico: Melia azedarach L.

Familia: Meliaceae

Nombres comunes: Paraíso (América Central), Jacinto (Panamá).

Características sobresalientes

Aunque de tamaño pequeño, es una especie de crecimiento rápido que la convierte en una buena opción para producción de leña especialmente en zonas subhúmedas o semiáridas.

Es un árbol deciduo, popular como ornamental, plantado ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales. Se reconoce por su follaje denso de hojas bipinadas, racimos florales vistosos, de flores púrpura claro y racimos de frutos redondeados (bayas) de color amarillo, persistentes en la época en que el árbol está sin hojas. Esta especie está muy relacionada con Azadirachta indica A. Juss, de la que se diferencia por ser más pequeña y resistente a bajas temperaturas. En Guatemala y El Salvador se encuentran dos variedades: una de porte mediano conocida como "paraíso" y otra de porte alto denominado "paraíso gigante".

Distribución

Nativa del sur de Asia, posiblemente de Pakistán (Beluchistán a Cachemira), actualmente se le encuentra desde Irán hasta China, y desde zonas bajas hasta 2000 m en la cordillera del Himalaya.

Se le ha introducido en los países tropicales como ornamental, árbol de sombra y para producción de leña. Se le cultiva en regiones semiáridas de Africa Oriental y Occidental. En América se ha introducido desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina y Brasil y en todas las Antillas.

Descripción de la especie

Melia azedarach es un árbol deciduo de tamaño pequeño a mediano de 6-15 m de altura y 30-60 cm de diámetro, con fuste limpio y copa densa de forma semiesférica a plana.

El fuste es de base recta, cilíndrico aunque puede presentarse torcido, con ramas bajas (dependiendo de la variedad, la ramificación se presenta a baja o mediana altura). La corteza es oscura o café-rojiza, lisa, aunque en árboles maduros pueden presentarse rajaduras longitudinales; la corteza interna blanquecina, ligeramente astringente. Ramitas verdes glabras.

Desarrolla un sistema radicular superficial y amplio aunque en suelos de textura liviana tiene raices profundas. Se adapta bien a suelos con presencia de piedras sueltas en la superficie.

Hojas alternas, bipinadas u ocasionalmente tripinadas; hojuelas numerosas, de peciolo secundario corto, pareadas a lo largo del eje de la hoja pero simples al final del mismo, de forma lanceolada a ovalada, de borde aserrado, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, con olor fuerte característico cuando se maceran.

Flores en panículas que nacen en la base de las hojas, con pedicelo largo. Las flores son vistosas, fragantes, de color púrpura claro y numerosas. Los frutos son drupas (bayas) redondeados, de aproximadamente 15 mm de diámetro que pueden permanecer en el árbol casi todo el año. El endocarpo duro contiene una a cinco semillas de color café-oscuro y 8 mm de longitud. El número de frutos por kilogramo varía entre 1400 a 2500 y el número de semillas entre 4000 y 13 000 por kilogramo. Los frutos son venenosos y tienen propiedades narcóticas.

Usos

Leña: debido al rápido crecimiento inicial, se le utiliza en la producción de leña, especialmente en zonas secas. La madera tiene un poder calórico de aproximadamente 21 000 kJ/kg (5100 kcal/kg). En algunas regiones se ha indicado que la especie produce mucho humo, aunque esto posiblemente se deba a un secado deficiente. La madera raja fácilmente y seca rápido. Puede almacenarse al aire aunque por poco tiempo. No se ha reportado su uso en la producción de carbón.

Madera de uso comercial y familiar: la madera tiene peso específico de medio a alto (hasta 0,66 g/cm³). Es blanda y débil, suceptible al ataque de termites cuando está seca. Se utiliza en la fabricación de mangos de herramientas, muebles, capas exteriores de madera contrachapada, cajas para cigarros y en construcciones rurales como vigas o madera, siempre que no esté en contacto con el suelo. También se le ha utilizado en la fabricación de pulpa para papel de impresión.

Otros usos: las hojas se pueden usar como forraje para cabras. Los frutos y hojas secas se emplean como insecticida hogareño al mezclarlos con la ropa en los armarios o guardarropas. De los frutos se puede obtener aceite combustible.

Se utiliza como árbol de sombra en plantaciones de café; para el control de erosión a lo largo de canales o riachuelos y como cerco vivo en el suroeste de Guatemala y el noreste de El Salvador. En las zonas cálido-secas se utiliza como árbol ornamental y como sombra en zonas urbanas.

Requerimientos ambientales

Temperatura: la especie crece en climas tropicales, subtropicales y templado cálidos con temperaturas mensuales medias no menores a 18°C. Los árboles jóvenes son susceptibles a heladas. Aunque existen pocas parcelas controladas

por el Proyecto Leña, en América Central se le cultiva en zonas con temperatura promedio anual superior a 22°C.

Precipitación: crece en áreas con 600 a 1000 mm anuales de precipitación anual. Resiste bien la sequía. En Guatemala y El Salvador se le ha plantado en zonas hasta con ocho meses de déficit hídrico.

Altitud: en el Himalaya se le ha encontrado en forma natural hasta los 2000 msnm aunque en América Central se le planta generalmente abajo de 1000 msnm.

Suelos: Crece bien en un rango amplio de suelos pero su mejor crecimiento se obtiene en suelos franco-arenosos profundos, bien drenados.

Aunque *Azadirachta indica* puede crecer mejor que *M. azedarach* en zonas secas, las dificultades existentes con la pérdida rápida de viabilidad de las semillas de *A. indica*, le dan ventaja a Melia en las zonas subhúmedas y semiáridas de América Central.

Silvicultura

Regeneración natural

La especie se puede reproducir en forma natural cuando encuentra áreas libres de maleza, ya que es exigente en luz.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En América Central la época de producción de semillas, se extiende de enero a mayo. La colección se realiza entre febrero y abril. Los frutos pueden recogerse directamente del suelo, o recolectarse de la planta cuando presentan un color amarillo pálido, o si están ligeramente arrugados. Los frutos pueden almacenarse a temperatura ambiente por períodos hasta de un año en lugares secos, frescos y ventilados.

Producción en vivero: Frutos frescos maduros no requieren tratamiento pregerminativo. Los frutos almacenados por más de un año necesitan un pretratamiento antes de la siembra: inmersión en agua caliente (80°C) por cinco minutos e inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas. También se puede romper los endocarpios para sembrar las semillas, aunque esta no es una práctica generalizada.

Generalmente los frutos se plantan directamente y pueden producir entre una a cinco plántulas con repique posterior a bolsas o eras para producción de seudoestacas o plantones desnojados a raíz desnuda, otra posibilidad es la producción de estacas enraizadas provenientes de ramas laterales. Sin embargo, se necesita mayor investigación en cuanto a manejo en vivero.

Los frutos germinan en 20-35 días (la literatura reporta hasta 50 días) y es necesario esperar 15-18 semanas para obtener plantas aptas para plantación definitiva.

Siembra directa: Es factible la siembra directa pero se debe controlar la maleza. Existen algunas experiencias de siembra directa asociada con cultivos limpios de subsistencia (maíz).

Plantación. El suelo debe estar libre de malezas y la plantación debe protegerse del pastoreo. Existe muy poca experiencia sobre distancias de plantación, prácticas de fertilización, manejo de rebrotes y otros.

Crecimiento y manejo. La especie ha mostrado crecimiento rápido en la mayoría de los lugares donde se ha plantado. Aunque existen pocas parcelas de control, la especie se ha plantado ampliamente en Guatemala, El Salvador y en menor escala en los otros países de América Central. El Cuadro 63 presenta los resultados de crecimiento y la Figura 35 la tendencia de este crecimiento en algunos sitios de Guatemala y Honduras.

Factores limitantes

En los sitios donde se ha probado la especie, sólo se reporta como factor limitante la competencia de malezas. Es susceptible a los vientos, puede quebrarse cuando se presentan vientos de gran intensidad.

Cuadro 63. **Crecimiento de Melia azedarach en algunos sitios de América Central**

Sitio	[illegible]	País	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Supervivencia (%)	ALTURA x	ALTURA IMA	dap x	dap IMA
El Retiro	51	GUA	694	6,7	9[illegible]	8	bs-S	Typic Haplustoll	20	2,0 x 2,0	2 500	91	4,3	2,5	4,1	2,4
Morazán (1)	95	GUA	450	27,3	574	8	bs-S	Lithic Ustorthent	21	2,0		21	4,1	2,3	4,1	2,3
San Juan Ermita	51	GUA	471	26,0	979	8	bs-S		21	2,0 x 2,0	2 500	39	1,9	1,0		
Río Abajo	15	HON	450	22,8	1181	6	bh-S		13	2,0 x 2,0	2 500	12	0,7			
Agua Caliente	44	HON	40	26,7	1361	6	bh-S		20	1,5 x 1,5	4 444	100	2,7	1,6	2,1	1,2

(1) Plantación en línea

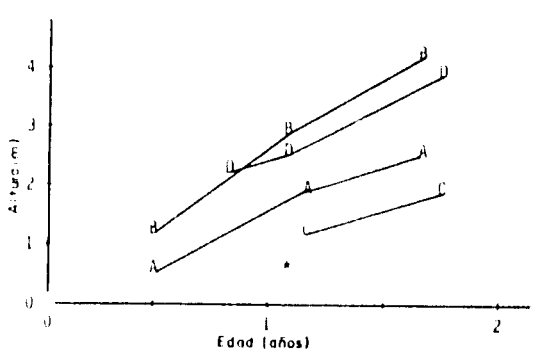


Figura 35. Crecimiento en altura de Melia azedarach en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: Agua Caliente	HON	44	40	26,7	1361	6	bs-S		Uso anterior cultivos
B: El Retiro	GUA	51	694	26,0	620	8	bs-S	Typic Haplustall	Asocio inicial con maíz y luego con Pennisetum clandestinum
C: San Juan Ermita	GUA	51	471	26,0	979	8	bh-S		Suelo con presencia abundante de piedras
D: Morazán	GUA	95	450	27,3	574	8	me-S	Lithic Ustorthent	Plantación en línea

Mimosa scabrella

Mimosa scabrella Benth.

Familia: Leguminosae. Mimosoideae.

Sinónimos: Mimosa bracatinga. Hoechne

Nombres comunes: bracatinga, mimosa.

Características sobresalientes

Es un árbol de crecimiento rápido apropiado para zonas húmedas y elevaciones medianas a altas. En suelos fértiles y profundos puede crecer hasta 5 m de altura y 8 cm de diámetro en el primer año. No crece bien en suelos compactados por el sobrepastoreo, aunque soporta suelos ácidos (pH 5). No rebrota de cepa, pero tiene abundante regeneración natural y buen rebrote de copa. Presenta gran potencial para ser empleado como sombrío de cafetales. Produce leña de buena calidad.

Distribución

La especie es nativa del sureste de Brasil, entre las latitudes 26° a 30° sur, y 48° a 54° de longitud oeste. Se ha introducido en algunos países de América, Africa y Portugal; recientemente se ha ensayado en la región centroamericana, principalmente en Costa Rica.

Descripción del árbol

Es un árbol de tamaño pequeño a mediano, que crece generalmente hasta 12 m de altura y hasta 20 m en algunas zonas altas de Costa Rica. Presenta un tronco relativamente recto, aunque algunas veces puede ser ramificado, con diámetros entre 10 y 50 cm y corteza clara y lisa. El árbol presenta una copa redonda, formada por un follaje fino que pierde parcialmente durante la época seca. Las hojas son bipinadas con tres a nueve pares de pinas. Las flores están dispuestas en racimos pequeños, de forma globosa y color amarillento. Las vainas son oblongas, con verrugas pequeñas y de 2 a 4 cm de largo y 5 a 10 mm de ancho; cada vaina contiene pocas semillas de color verduzco, aplanadas, de 3 a 6 mm de largo. Hay aproximadamente 65 000 semillas/kg.

Usos

Leña: Produce leña empleada en la región de origen para el consumo doméstico y en la industria rural. En Costa Rica los agricultores la han comparado con la leña de Inga spp. El poder calórico de la leña joven obtenida en parcelas experimentales en Costa Rica ha variado entre 17 420 y 18 460

kJ/kg y el contenido de cenizas ha sido generalmente inferior al uno por ciento. No se conocen problemas por producción de humo, olores o chispas. Puede ser almacenada y rajada con facilidad. Produce carbón de alto poder calórico.

Madera de uso comercial y familiar: la madera es moderadamente densa (0,45 a 0,58 g/cm^3). Se puede obtener postes para cercas y construcciones rurales. Alcanza diámetros que permitirían el aserrado de piezas menores; sin embargo, no se conocen actualmente las propiedades físicas y mecánicas. La madera puede emplearse en la fabricación de papel de impresión y escritura, sin embargo el elevado contenido de lignina desfavorece el proceso de blanqueamiento de la celulosa.

Otros usos: apropiada para sombra de cultivos agrícolas debido a su crecimiento rápido y copa de follaje fino. En Costa Rica se ha plantado como sombra para el café. Se requiere de un manejo cuidadoso de la copa ya que las podas muy intensas pueden matar el árbol. La tendencia actual en Costa Rica es usar la especie como sombra temporal que luego se remplaza por otras especies "tradicionales" como *Inga* spp o *Erithryna* spp. Se puede asociar con cultivos agrícolas, principalmente maíz y frijol. Presenta características favorables para ser plantada en estratos intermedios de cortinas rompevientos y también en cercas y caminos.

Fija nitrógeno y forma rápidamente un mantillo de hojarasca fina, rico en nitrógeno, que mejora las condiciones físicas y químicas del suelo. Se ha observado una nodulación abundante aún en suelos muy ácidos. También puede usarse para forraje, apicultura y ornamentación.

Requerimientos ambientales

Temperatura: en su habitat natural se encuentra con mayor frecuencia en áreas con temperatura media anual desde 12°C hasta 18°C. También aparece, aunque menos frecuentemente en zonas de hasta 23°C. En la región de origen ocurren heladas. En Costa Rica crece en áreas con temperaturas medias anuales de 18°C a 22°C.

Precipitación: la región de origen de esta especie se caracteriza por ser un bosque nublado, con precipitaciones anuales entre 1100 mm y 3500 mm, distribuidos durante todo el año (sin déficit hídrico). En Costa Rica se le ha plantado con buen éxito en sitios con más de 1600 mm, nublados durante parte del año y hasta cuatro meses con déficit hídrico.

Altitud: en forma natural se encuentra entre 500 y 1500 msnm. En América Central se ha plantado desde 600 hasta 1800 msnm.

Suelos: en la región de origen los suelos son ácidos, con pH entre 4,8 y 5,1, deficientes en fósforo, potasio, calcio y magnesio y altos contenidos de aluminio. En Costa Rica ha crecido bien en suelos volcánicos ácidos, deficientes en nutrimentos y con un contenido alto de aluminio. El mejor crecimiento se ha observado cuando se planta en cafetales con suelos sueltos y que reciben dosis altas de fertilizantes debido a las prácticas de manejo del cultivo. El

crecimiento ha sido muy pobre en terrenos compactados por el sobrepastoreo, donde se ha observado una mortalidad alta.

Silvicultura

Regeneración natural

En bosques naturales la regeneración natural es abundante, sin embargo no existen experiencias al respecto en las plantaciones realizadas en América Central.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En plantaciones la primera floración ocurre entre los 18 y 24 meses de edad, en los primeros meses de la época seca. Las semillas se producen al final de la época seca, pueden almacenarse en sitios frescos y secos, a temperatura ambiente hasta por tres años. Para almacenamientos prolongados es preferible utilizar cámaras frías.

Producción en vivero. La semilla fresca no requiere tratamiento pregerminativo. En la semilla que ha sido almacenada, el tegumento se endurece (dormancia de tegumento), lo que disminuye y retrasa la germinación. En este caso el tratamiento para suavizar el tegumento consiste en colocar las semillas en agua caliente (80°C) hasta enfriar; en estas condiciones la germinación puede alcanzar hasta un 70 por ciento en seis días. Es necesario usar sombra ligera hasta dos semanas después de la germinación.

Siembra directa. Se puede sembrar directamente una o dos semillas por bolsa para la producción de plantas en vivero. En campo definitivo no se ha tenido buenos resultados, por lo que esta práctica sería aconsejable sólo si existen condiciones muy favorables de precipitación y preparación del terreno.

Plantación. El sitio de plantación debe estar libre de malezas y el terreno preparado (arado) adecuadamente. No prospera en suelos compactados por sobrepastoreo o con horizontes superficiales endurecidos. En Costa Rica se ha plantado en asocio con café por el crecimiento rápido que permite un sombrío temprano de las plantaciones, aunque es necesario podar después del primer año.

Se ha observado que plantas en bolsa y plantas a raíz desnuda presentan porcentajes altos de sobrevivencia en plantación, mientras que plantones deshojados o seudoestacas no sobreviven. Es necesario tener cuidado de no dañar el follaje durante el transporte previo a la plantación.

Espaciamiento: se han empleado espaciamientos desde 2,0 m x 2,0 m en plantaciones para producción de leña hasta espaciamientos de 4,0 m x 6,0 m y 3,5 m x 7,0 m para sombrío de café. En estos últimos espaciamientos es necesario realizar podas frecuentes a partir del primer año para aumentar la entrada de luz a los cafetos y mejorar la forma de la copa.

En el Cuadro 64 se presentan datos de un ensayo de espaciamientos en San Ramón, Costa Rica, en un suelo levemente compactado, pH 5,0, fertilidad moderada a baja, baja capacidad de intercambio catiónico, textura franca a franco-arcillosa y presencia de vientos fríos.

Cuadro 64. **Crecimiento de Mimosa scabrella bajo diferentes espaciamientos a los 18 meses, en Potrerillos (87) Costa Rica**

Espaciamiento (m)	Sobrevivencia	Altura (m)	dap (cm)
0,5 x 0,5	88 C*	3,4 A	2,2 A
0,5 x 1,0	100 A	3,1 AB	2,1 A
1,0 x 1,0	94 B	2,6 BC	1,9 AB
1,0 x 2,0	100 A	2,8 B	2,0 AB
2,0 x 2,0	94 B	2,2 C	1,7 AB
2,0 x 4,0	94 B	2,1 C	1,6 B

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Altitud 1230 msnm; TMA 21,7°C; PMA 1926 mm; cinco meses con déficit hídrico; bosque húmedo Premontano (Tropical); suelo Ustoxic Dystrandept.

Los resultados indican una sobrevivencia alta y crecimiento mayor (diámetro y altura) en las densidades mayores. Este comportamiento inicial algo inesperado podría deberse a la formación de un microclima más favorable (debido a la presencia de vientos en la región) en las densidades mayores, mientras la competencia todavía es mínima.

Fertilización: M. scabrella responde a la fertilización, especialmente a las aplicaciones de fósforo. El Cuadro 65 presenta los resultados iniciales de un ensayo de fertilización con N-P-K (10-30-10) con cinco niveles y dos formas de aplicación realizado en San Ramón, Costa Rica.

Los resultados indican un crecimiento mayor en diámetro para la aplicación del fertilizante en el fondo del hoyo. Dosis de 100 a 150 g/planta mostraron resultados similares y superiores a los otros dos por tanto se puede concluir que dosis de 100 g/planta aplicadas al fondo del hoyo en el momento de plantación permiten obtener los mejores crecimientos en las condiciones donde se realizó el experimento o en condiciones similares.

Crecimiento y manejo

Control de maleza: en condiciones adecuadas M. scabrella requiere control de malezas durante el primer año después del cual cierra el dosel (en espaciamientos de 2,0 m x 2,0 m). Cuando se asocia con café se beneficia de los cuidados culturales brindados al cultivo agrícola.

Cuadro 65. **Crecimiento de Mimosa scabrella a los 13 meses, según dosis y formas de aplicación N-P-K (10-30-10), Potrerillos (88) Costa Rica**

Dosis de (g/planta)	Método de aplicación	Sobrevivencia (%)	Altura (m)	dap (cm)
200	fondo hoyo	100	2,0 A*	1,2 B
	superficial	100	2,1 A	1,3 B
150	fondo hoyo	100	2,3 A	1,6 A
	superficial	100	2,1 A	1,2 B
100	fondo hoyo	100	2,3 A	1,4 AB
	superficial	100	1,6 B	1,0 C
50	fondo hoyo	100	1,4 B	0,9 D
	superficial	100	1,5 B	0,8 D
0	fondo hoyo	94	0,8 C	

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey.

Altitud 1230 msnm; TMA 21,7°C; PMA 1926 mm; cinco meses con déficit hídrico; zona de vida: bosque húmedo Premontano (Tropical); suelo: Ustoxic Dystrandept.

Podas: al utilizarle como sombrío de cafetales (3,0 m x 5,0 m; 4,0 m x 6,0 ó 3,5 m x 7,0 m) es necesario realizar un despunte (corta del árbol a una altura entre 2 y 3 m) para formar y manejar la copa para sombra, teniendo el cuidado de dejar por lo menos una o dos ramas en el árbol. Otra posibilidad es podar las ramas bajas durante los tres primeros años para formar un fuste limpio, aprovechar al cabo de este tiempo un 50 por ciento de los árboles con reposición (plantación) inmediata, obteniendo postes para cerca y otros usos y leña. Los árboles remanentes se mantendrían por tres años al cabo de los cuales se aprovechan dejando los plantados tres años antes, repitiendo el ciclo.

El Cuadro 66 presenta los datos de crecimiento de parcelas de M. scabrella plantada en varios sitios de Costa Rica y la Figura 36 presenta la tendencia de crecimiento. Según estos datos, la especie ha mostrado rápido crecimiento en altura y especialmente en diámetro, excepto en suelos compactados.

La producción de leña en plantaciones usadas como sombrío de cafetales varía entre 7 y 9 tm/ha/año para la primera rotación en aprovechamientos a los dos y tres años de edad, sin cuantificar el producto de las podas y despuntes realizados al primer y segundo años. La producción de leña al realizar la primera intervención (al año) es muy baja.

Factores limitantes

Hasta la fecha los factores limitantes para el establecimiento de plantaciones con esta especie parecen ser la compactación del suelo y la competencia de malezas, así como deficiencias de fósforo en el suelo.

Cuadro 66. **Crecimiento de Mimosa scabrella en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	Ejes/ árbol $\bar{x}$	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA	Producción leña* (tm/ha)
Piedades Sur	112	COS	1100	21,7	1926	5	bh-PT	Ustoxic Dystrandept	16	4,0 x 4,0	625	83	1,3	5,4	4,0	5,7	4,3	
San Juan	110	COS	1100	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	18	3,5 x 7,0	408	97	1,2	1,7	3,1	7,6	5,0	
Bajo Zúñiga	78	COS	1050	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	24	3,0 x 5,0	667	88		5,9	3,0	13,9	7,0	
Piedades Norte	41	COS	1040	21,7	1926	5	bh-PT		24	4,0 x 5,0	500	94		5,2	2,6	7,7	3,9	
Piedades Norte	135	COS	1050	21,7	1926	5	bh-PT		26	3,4 x 4,5	654	100		8,1	3,7	12,9	6,0	18
Bajo Zúñiga	78	COS	1050	21,7	1926	5	bh-PT	Ustic Dystrandept	36	3,0 x 5,0	667	100	1,1	6,4	2,1	17,1	5,7	29
Piedades Norte	41	COS	1040	21,7	1926	5	bh-PT		36	4,0 x 5,0	500	100	1,9	7,7	2,6	12,5	4,2	23
Piedades Norte		COS	1050	21,7	1926	5	bh-PT		36	4,0 x 6,0	417	100		7,9	2,6	19,4	6,3	28
Sta. Gertrudis Sur	94	COS	1000			5	bmh-PT		15	2,0 x 2,0	2 500	66	1,4	3,7	2,9	2,9	2,3	
Junquillo Abajo	119	COS	1110	20,6	2800	4	bmh-PT	Ustic Tropohumult	16	2,0 x 2,0	2 500	100		1,1	0,8			

* Peso seco

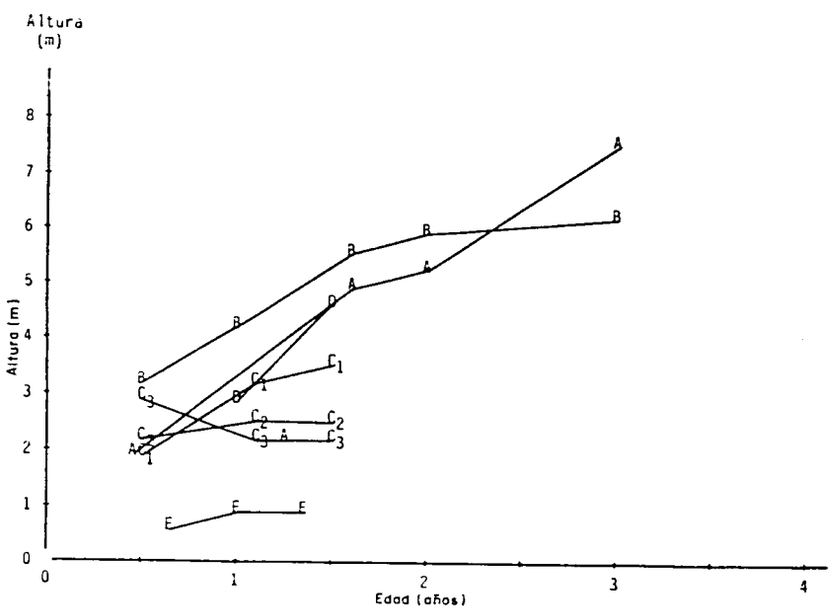


Figura 36. Crecimiento en altura de Mimosa scabrella en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A : Piedades Norte	COS	41	1040	21,7	1926	5	bh-PT		Uso anterior bosque secundario
B : Bajo Zuñiga	COS	78	1151	21,7	1926	5	bp-PT	Ustic Dystrandept	3,0 m x 5,0 m, asocio con café
C_1: Potrerillos	COS	87	1200	21,7	1926	5	bmh-PT	Ustoxic Dystrandept	0,5 m x 0,5 m
C_2: Potrerillos	COS	87	1200	21,7	1926	5	bmh-PT	Ustoxic Dystrandept	1,0 m x 1,0 m
C_3: Potrerillos	COS	87	1200	21,7	1926	5	bmh-PT	Ustoxic Dystrandept	2,0 m x 2,0 m
D : San Juan	COS	110	1100	21,7	1926	5	bmh-PT	Ustic Dystrandept	3,5 m x 7,0 m, asocio con café
E : Junquillo Abajo	COS	119	1110	20,6	2800	5	bpmh-PT	Ustic Tropohumult	2,0 m x 2,0 m, uso anterior pastos

Tectona grandis

Nombre científico: Tectona grandis L.

Familia: Verbenaceae

Nombre común: Teca

Características sobresalientes

Es la principal especie maderable del sureste asiático y una de las más importantes del mundo. Es de rápido crecimiento inicial y aunque su madera es muy valiosa, el crecimiento rápido y los residuos del su aprovechamiento para otros usos hacen posible el uso como leña. En América Central se ha utilizado tanto en plantaciones cerradas como en cercos vivos, especialmente en las zonas bajas, donde pierde completamente las hojas durante la estación seca.

Distribución

Originaria de India, Burma, Bangladesh, Tailandia e Indonesia, entre los paralelos 9° y 25° de latitud norte, en zonas húmedas, desde el nivel del mar hasta 1000 m de altitud.

Se ha plantado en forma más o menos extensiva en el sureste asiático, en Africa y América (Trinidad, Jamaica y la provincia de Misiones, en Argentina). Existen plantaciones de diferentes tamaños en todos los países de América Central.

Descripción de la especie

Es un árbol que puede tener gran porte, de hasta 40 m o más de altura y 1,5 m de diámetro, de fuste recto y limpio, libre de ramas bajas. El desarrollo es mayor en zonas húmedas, con suelos bien drenados, en zonas secas presenta mayor ramificación y copa amplia. El tronco es de base recta, aunque en árboles maduros se desarrollan contrafuertes. Sistema radicular amplio con una raíz principal profunda. Corteza gruesa, gris o pardo grisácea, fibrosa, fisurada, que descorteza en tiras largas en árboles maduros.

Hojas grandes, opuestas, elípticas u ovoides; rugosas en el haz y con un tomento denso, estrellado en el envés, de color gris y algunas veces blanquecino.

Las flores son pequeñas, blancas, perfectas (bisexuales). Aparecen en panículas grandes que pueden contener algunos miles de botones florales que abren poco tiempo durante el período de floración (2-4 semanas). Los frutos son drupas irregulares, redondeadas, que contienen cuatro cámaras seminales,

rodeadas de dentro hacia afuera por un endocarpio endurecido, un mesocarpio oscuro, afelpado y un exocarpio papiroso formado por el calix (persistente). El número promedio de frutos/kg es variable según la procedencia: aproximadamente 1250 - 2000 frutos/kg. Las semillas son ovales, raras veces se encuentran semillas en las cuatro cavidades del fruto. Las semillas pueden extraerse rompiendo el fruto, pero no es una práctica corriente en silvicultura.

Usos

Leña: debido al alto valor de la madera, la teca se ha utilizado poco para producción de leña. Sin embargo, el crecimiento rápido en las zonas adecuadas y la producción de residuos, tanto durante el aprovechamiento como en las operaciones de aserrado brindan oportunidad para uso como leña. El poder calórico de la madera es de aproximadamente 21 000 kJ/kg (5000 kcal/kg). Puede utilizarse para la fabricación de carbón.

Madera de uso comercial y familiar: el principal uso dado a la madera, tanto en el sureste asiático como en otros sitios donde se le ha plantado es como madera comercial de alto valor. Produce madera de excelente calidad y fácil aserrado, moderadamente pesada (0,61 g/cm^3), utilizada en carpintería en general. Igualmente es utilizada para tornería y para la fabricación de chapas, aunque pueden presentarse problemas con el engomado en la fabricación de tableros contraplacados (contrachapados). También se ha utilizado la madera para la construcción de barcos.

La madera rolliza puede ser utilizada para la obtención de postes para transmisión, construcción, y cercas, estacas y otros. En El Salvador y Costa Rica se utiliza madera joven (de 3 años) producto de los raleos para fabricación de muebles rústicos. La madera madura de esta especie es prácticamente inmune a ataques de hongos y termites, aunque sí es atacada por taladradores marinos.

Otros usos: las hojas pueden utilizarse para la obtención de colorantes, en el sureste asiático por ejemplo se usan para teñir seda. También se ha utilizado para la fabricación de techos temporales.

La especie se utiliza para cercos vivos o plantaciones en línea. No es recomendable para plantaciones densas en terrenos con alta pendiente debido a que la sombra de la copa y las hojas caídas eliminan la mayoría de la vegetación inferior, dejando el suelo susceptible a la erosión superficial al inicio de las lluvias. Por otro lado, las hojas nuevas de gran tamaño concentran mucha agua durante las lluvias, contribuyendo a la erosión por escurrimiento superficial.

Requirimientos ambientales

Temperatura: la especie es propia de las regiones tropicales cálidas, libres de heladas. La temperatura promedio anual en el área de distribución natural es de 22-28°C. En América Central se le ha cultivado en lugares con temperaturas entre 23 y 28°C.

Precipitación: dependiendo de la localidad, la precipitación óptima está en un rango entre 1500 y 2000 mm; aunque también se ha señalado un rango entre 1250 y 2500 mm. Parece que al nivel del mar precipitaciones mayores a 3500 mm son perjudiciales para la especie. En general, necesita de un período efectivamente seco de 3-5 meses de duración. En América Central se ha plantado en lugares entre 885 y 3150 mm y tres a ocho meses con déficit hídrico.

Altitud: en el área natural de distribución, T. grandis se presenta desde el nivel del mar hasta unos 900 m de altitud. En general se cultiva en las zonas bajas tropicales. En América Central se le ha cultivado desde el nivel del mar hasta 600 msnm.

Suelos: normalmente prefiere suelos franco arenosos o ligeramente arcillosos, fértiles y profundos, sin impedimientos en el drenaje, con reacción neutra o ligeramente ácida. El mejor crecimiento en las zonas de distribución natural se presenta en suelos aluviales, fértiles, bien drenados.

Sombra: requiere plena exposición para su crecimiento.

Silvicultura

Regeneración natural

La especie produce una regular cantidad de regeneración natural si los frutos caen en lugares libres de competencia de malezas y libres de sombra. Es común observar la presencia de regeneración en las orillas de caminos y carreteras aledañas a plantaciones de esta especie.

Regeneración artificial

Recolección de semillas. En América Central la floración se produce entre mayo y julio y la época de recolección de frutos se ex tiende desde julio a setiembre. La recolección manual de frutos en el suelo o directamente de los árboles es fácil.

Producción en vivero. Las semillas (frutos) frescas presentan porcentajes de germinación relativamente bajos (40 - 60%) debido a la dormancia y la falta de postmaduración ("dormancy after ripening").

La germinación es normalmente epigea, produciendo una radícula a través de las cisuras del endocarpo. Los cotiledones emergen a los pocos días por el mismo sitio. Las hojas verdaderas aparecen una o dos semanas después. La germinación normalmente comienza a los 10-12 días y puede extenderse de unas semanas (5-6) a períodos prolongados de hasta un año.

Un aspecto importante en semillas de teca es la dormancia, la cual puede causar varios problemas. La dormancia o demora en la germinación, puede ser de algunos días hasta uno o varios años. Por efecto del período variable de dormancia las plántulas que nacen primero provocan sombra la cual suprime a las plántulas que nacen más tarde y retarda aun más la germinación de las otras semillas. Hay mayores diferencias en la dormancia entre fuentes de semi-

lla que dentro de una misma procedencia. Estas diferencias parecen estar relacionadas con la falta de fertilidad (del suelo) en el sitio de origen o la presencia de inhibidores, solubles en el agua, en el mesocarpio de los frutos.

Hay una cierta clase de dormancia que sólo puede ser rota mediante adecuado almacenamiento y tiempo. Se ha observado que frutos de teca almacenados por un año o más incrementan el porcentaje de germinación.

Diferentes procedencias requieren diferentes pretratamientos. En América Central se han utilizado principalmente dos tratamientos de pregerminación:

Inmersión en agua: las semillas (frutos) se sumergen en agua por 24-72 horas (24-48 es más común) y luego se siembran.

Inmersión en agua con secado alternado: hay muchas variantes de este método; una de ellas es 24 horas de sumersión en agua y 24 horas de secado, repitiendo el proceso durante una a dos semanas. En otros sitios se emplea inmersión durante la noche y secado al sol, extendidas en capas delgadas, durante el día. También se ha empleado la inmersión durante la noche y la puesta al sol en el día en costales de polietileno.

Es recomendable la producción de plantas en un bancal de germinación para repicar posteriormente a un bancal de producción de seudoestacas, para evitar la pérdida de las plántulas que aparecen más tarde por efecto de la dormancia. En el bancal de germinación se pueden esparcir los frutos al voleo, cubriéndolos con una capa bien delgada de paja o suelo y manteniendo humedad adecuada. En el bancal de producción de seudoestacas la distancia de plantación debe ser al menos de 20 cm x 20 cm. Las seudoestacas, al momento del transplante al campo definitivo deben tener un diámetro de 1,5-5,0 cm; 3-5 cm de tocón y 15-25 cm de raíz. Las seudoestacas consiguen estas dimensiones en períodos de 4 a 12 meses según la humedad disponible.

Plantación. Se recomienda el establecimiento de plantaciones con seudoestacas con selección posterior (seis meses o más) del mejor rebrote. Otra posibilidad es la corta de todos los rebrotes al año de plantación para aprovechar la rapidez de crecimiento de los segundos brotes. Es necesario un estricto control de malezas en las primeras etapas, ya que la planta es sensible a la competencia por humedad. Es necesario elegir cuidadosamente el sitio de plantación ya que los resultados de una mala elección pueden aparecer sólo después de cierto tiempo. Se debe evitar suelos lateríticos, con drenaje impedido o suelos muy arcillosos.

En América Central se han utilizado diferentes densidades de plantación, desde 1,5 m x 1,5 m hasta 3 m x 6 m; sin embargo distanciamientos iguales o mayores a 2,5 m x 2,5 m (1600 plantas/ha o menos) producen los mejores resultados y evitan la necesidad de raleos tempranos.

Crecimiento y manejo. El Cuadro 67 y las Figuras 37 y 38 presentan los resultados del crecimiento de T. grandis en varios lugares de América Central. La sobrevivencia es variable según los sitios aunque en algunos casos la poca sobrevivencia registrada puede deberse a raleos tempranos realizados en épocas anteriores al control registrado en este informe.

Los mayores crecimientos se presentaron donde la especie disponía de mayor espaciamiento real, debido a una densidad inicial baja o a una disminución posterior del número de individuos sobrevivientes en la plantación. Por ejemplo en La Cumbre, Honduras, donde se plantó la especie en un suelo aluvial, con un espaciamiento inicial de 3,0 m x 3,0 m y una sobrevivencia del 77 por ciento a los 63 meses (855 árboles/ha de densidad actual) se presentó el mayor incremento en diámetro y altura; mientras que en Choloma, Honduras, en una plantación de aproximadamente la misma edad, a 2,2 m x 2,2 m con una sobrevivencia del 98 por ciento se obtuvo menos de la mitad de la producción de madera que en el primer sitio. La Figura 39 presenta los crecimientos en diferentes parcelas y con diferentes densidades iniciales de plantación. Los crecimientos mayores se presentaron en los espaciamientos mayores.

En general los mejores rendimientos se presentaron en los sitios con cinco o menos meses con déficit hídrico y el peor crecimiento se localizó en un sitio de ocho meses con déficit hídrico y sólo 885 mm anuales en suelos con mal drenaje. Los mayores incrementos se presentaron entre el segundo y el sexto año. Las causas que provocaron los crecimientos menores fueron: incendios, inadecuado control de malezas, drenaje impedido y suelos poco profundos.

En El Salvador se plantó la especie asociada inicialmente con maíz y sandía sin que el asocio parezca afectar el desarrollo. La especie rebrota bien y es factible la regeneración de plantaciones mediante rebrotes, luego del aprovechamiento.

Factores limitantes

Como ya se ha indicado, los principales factores limitantes han sido la presencia de malezas, los incendios, el drenaje impedido, suelos compactados, de poca profundidad o de textura pesada y en algunos lugares la presencia de hormigas del género Atta spp.

En Costa Rica se detectaron ataques de Philophaga spp que corta las raíces en bancales de vivero, los cuales son controlados con un insecticida sistémico (Furadán).

Cuadro 67. **Crecimiento de *Tectona grandis* en algunos sitios de América Central**

Sitio		País	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses déf. hídrico (Holdridge)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos	Edad (meses)	Espaciamiento inicial (m x m)	Densidad inicial (árb/ha)	Super-vivencia (%)	ALTURA $\bar{x}$	ALTURA IMA	dap $\bar{x}$	dap IMA	Producción leña (tm/ha)
Masan	37	ELS	40	26,8	1727	6	bn-S		12	2,0 x 2,0	2 500	85	2,5	2,5	2,8	2,8	
Bálsamo	80	HON	40	25,4	1205	5	bn-S		21	1,5 x 1,5	4 444	98	3,3	1,8	3,4	1,9	
Chiltiupán	12	ELS	200	26,4	2004	6	bmn-S		23	2,5 x 2,5	1 600	94	5,5	2,9	4,7	2,5	5 **
Chiltiupán	12	ELS	200	26,4	2004	5	bmn-S		29	2,5 x 2,5	1 600	95	6,4	2,6	6,2	2,5	
Chiltiupán	12	ELS	200	26,4	2004	6	bmh-S		30	2,5 x 2,5	1 600	98	4,9	1,9	4,9	1,9	
Choloma	38	HON	150	26,0	1374	5	bn-S		60	2,2 x 2,2	2 066	96	8,6	1,7	9,0	1,8	103 *
San Juan Opico	34	ELS	400	23,8	1753	6	bn-S		303	2,0 x 2,0	2 500	94	8,6	0,3	9,6	0,4	
Granja Penal	30	GUS	347	24,0	2654	6	bmh-S	Aeric Tropaquept	16	2,0 x 2,0	2 500	55	1,7	1,3			
Olocuilta	35	ELS	380	23,0	2025	6	bmh-S		24	2,5 x 2,5	1 600	96	2,9	1,4	2,8	1,4	
Santa Lucía (1)	1	ELS	85	26,4	2213	6	bmn-S		28	2,5 x 2,5	1 600	95	5,1	2,2	4,9	2,1	
La Cumbre	7	HON	20	25,9	2857	2	bmn-S		63	3,0 x 3,0	1 111	77	17,0	3,2	21,0	4,0	250 **
Cuyotenango	10	GUA	200	26,0	3148	4	bmn-S		69	3,0 x 6,0	555	90	9,4	1,6	14,0	2,4	
Bulbuxya	28	GUA	500	24,0	4560	4	bp-S	Typic Ustorthent	14	2,0 x 2,0	2 500	100	2,1	1,8			
Río Viejo	17	NIC	420	25,7	885	8	bms-T	Vertic Fluventic Haplustoll	44	2,5 x 2,5	1 600	36	0,9	0,2			
La Laja	41	PAN	100	26,5	1637	5	bs-T	Typic Ustropept	12	2,0 x 4,0	1 250	96	0,8	0,8			
San Fco. Libre	81	NIC	50	29,1	1143	7	bs-T	Vertic Ustropept	21	2,0 x 2,0	2 500	38	0,7	0,4			
Dedzúcar	32	NIC	70	27,7	1133	7	bs-T	Typic Pellustert	32	2,0 x 2,0	2 500	36	5,2	1,9	5,2	1,9	
El Gurú	96	NIC	40	27,9	1625	5	bs-T	Udic Argiustoll	42	2,5 x 2,5	1 600	89	3,7	1,0	3,7	1,0	
Peña Blanca	1	HON	400	26,0	1374	5	bs-T	Typic Eutropept	92	2,5 x 2,5	1 600	100	11,8	1,5	11,8	1,5	
Los Santos	4	PAN	10	27,3	1210	7	bs-T	Franco Arcilloso	124	3,0 x 4,0	833	50	16,8	1,6	18,5	1,8	
Macaracas	2	PAN	80	27,3	1610	5	bs-T		199	2,5 x 2,5	1 600	49	21,1	1,1	18,3	1,0	
Llano de la Cruz	15	PAN	70	25,1	3576		bh-T	Vertic Tropudalf	12	2,0 x 2,0	2 500	81	0,2	0,2			
San Gerardo (1)	54	COS	370	27,0	2223	5	bn-T		13	2,0 x 2,0	2 500	89	0,6	0,6			
Cerro Azul (1)	34	COS	600	25,9	1859	5	bn-PT	Oxic Rhodustalf	24	2,0 x 2,0	2 500	100	3,9	1,9	4,1	2,0	
La Crucilla	29	COS	60	27,0	2223	5	bn-T	Typic Chromustert	31	2,0 x 2,0	2 500	98	5,2	2,0	5,1	1,9	
La Libertad	31	COS	440	27,0	2223	5	bn-T	Vertic Haplustalf	31	2,0 x 2,0	2 500	84	6,4	2,5	6,9	2,6	
El Viejo	10	NIC	96	27,9	2463	5	bn-T		69	2,3 x 2,3	1 890	77	11,5	2,0	13,5	2,3	
El Viejo	6	NIC	98	27,9	2463	5	bn-T		81	2,0 x 2,0	2 500	85	9,2	1,4	10,1	1,5	

(1) Planta en seudoestaca
* Peso verde
** Peso seco

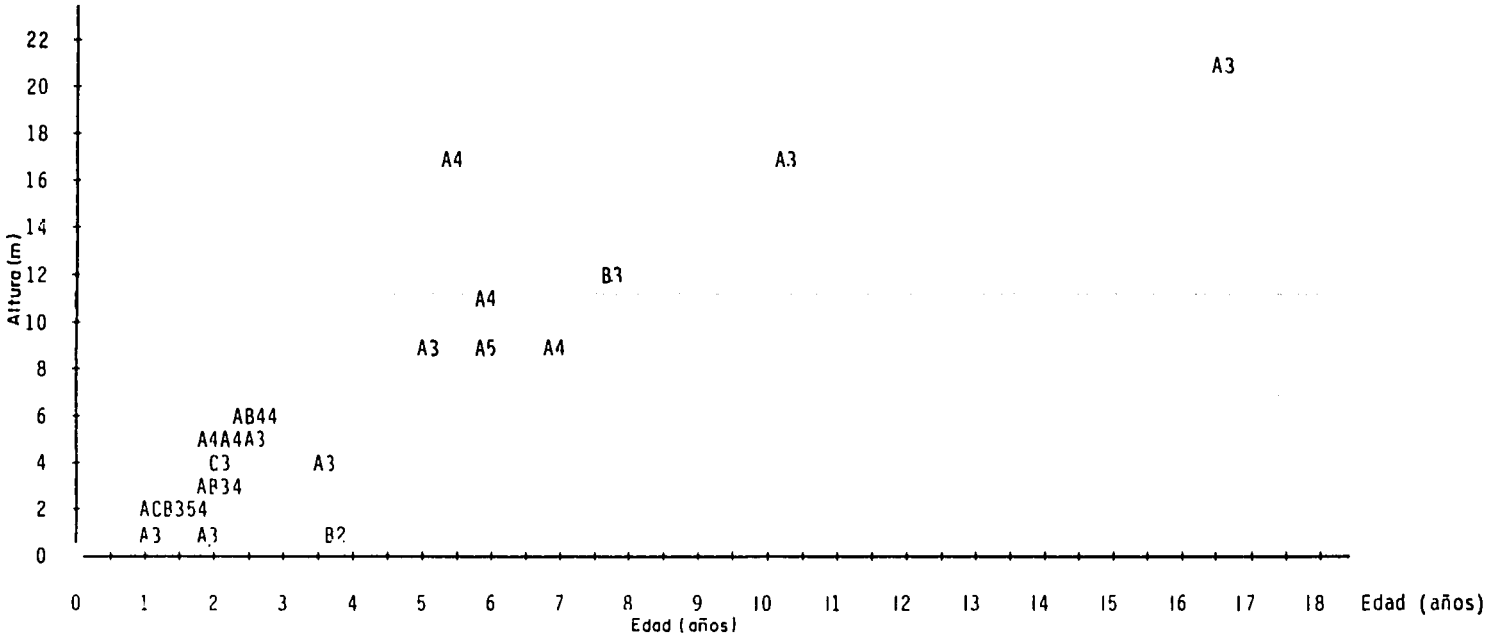


Figura 37. Efecto de la altitud y la precipitación sobre el crecimiento en altura de Tectona grandis en América Central

A: menos de 250 msnm
B: entre 250 y 500 msnm
C: entre 500 y 750 msnm

2: entre 500 y 1000 mm
3: entre 1000 y 2000 mm
4: entre 2000 y 3000 mm
5: más de 3000 mm

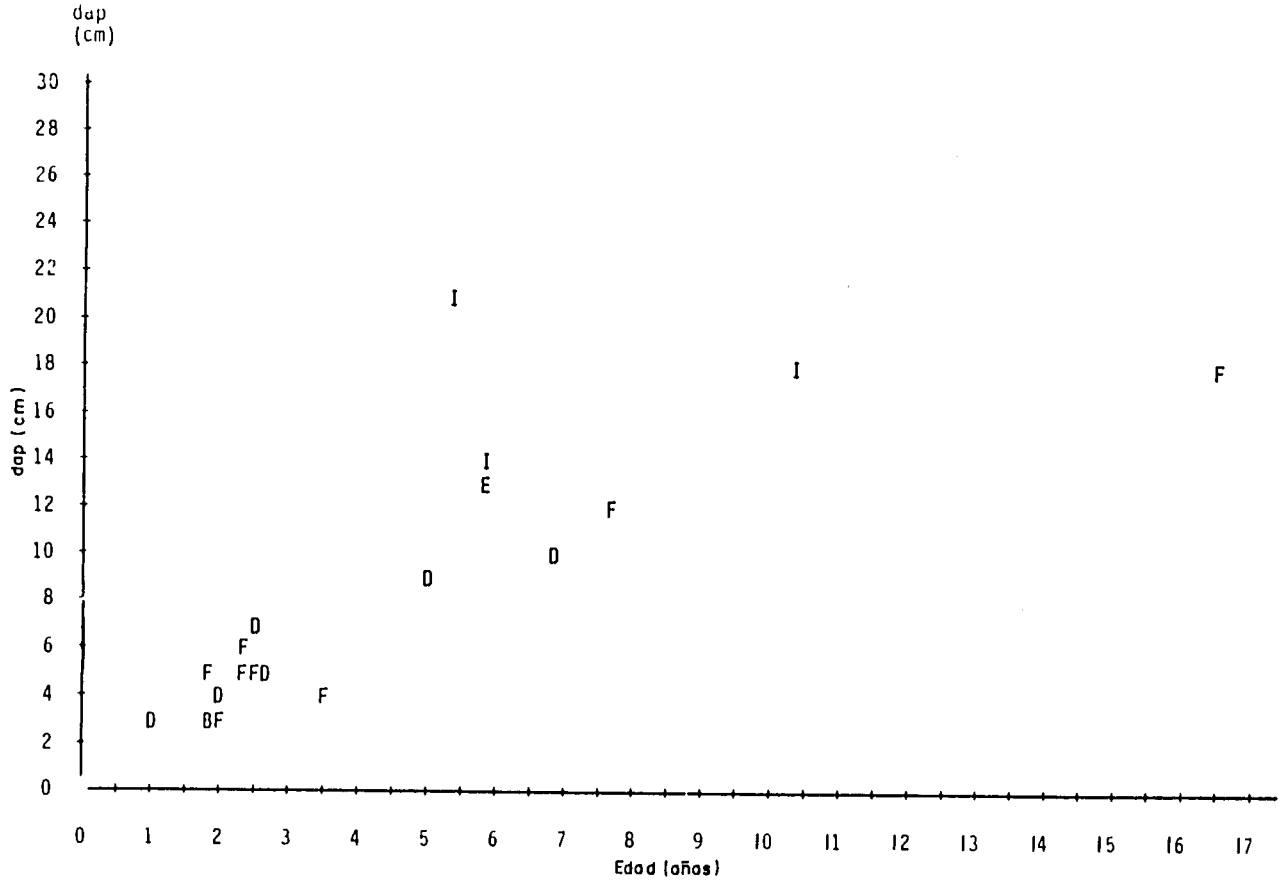


Figura 38. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento diamétrico de Tectona grandis

B: área por planta 3 m^2
D: área por planta 5 m^2
E: área por planta 6 m^2
F: área por planta 7 m^2
I: área por planta > 9 m^2

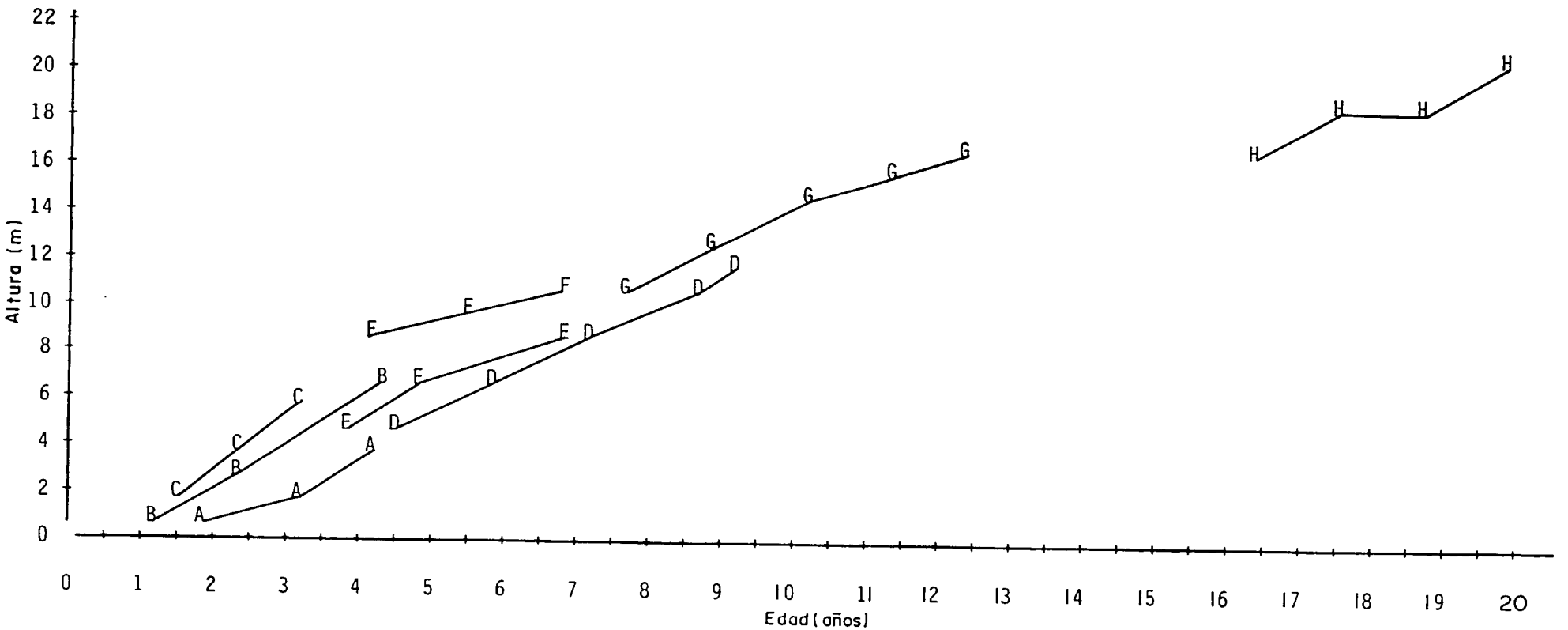


Figura 39. Crecimiento en altura de Tectona grandis en algunos sitios de América Central

Sitio	País	No. de ensayo	Altitud (msnm)	TMA °C	PMA (mm)	Déficit hídrico	Zona de vida	Clasificación de suelo	Observaciones
A: El Gurú	NIC	31	40	27,9	1625	5	bs-T	Udic Argiustoll	afectada por incendio
B: San Pedro Sula	HON	10	50	26,0	1374	5	bh-S	Typic Ustropept	afectada por incendio
C: La Libertad	COS	96	440	27,0	2223	5	bh-T	Vertic Haplustalf	
D: Peña Blanca	HON	1	400	26,0	1374	5	bs-T	Typic Eutropept	
E: La Máquina	GUA	26	200	26,0	3148	4	bh-S		
F: El Viejo	NIC	10	98	27,9	2463	5	bh-T		
G: Los Santos	PAN	2	16	27,3	1210	5	bs-T	Franco Arcilloso	
H: Macaracas	PAN	4	80	27,3	1810	5	bs-T		afectada por incendio

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BAUER, J. 1982. Especies con potencial para la reforestación en Honduras; resúmenes. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR-CATIE. 42 p.

BOLAND, D.J. et al. 1985. Forest trees of Australia. 4 ed. Australia, CSIRO. 687 p.

COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL Y CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía DGF-CATIE-ROCAP, Informe silvicultural de especies para leña en Costa Rica. San José. 110 p.

_____. 1984. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía DGF-CATIE-ROCAP, Informe técnico anual 1983. San José, Costa Rica. 181 p. + 3 mapas.

DORAN, J.C y HALL, N. 1983. Notes on fifteen australian casuarina species. In International Workshop on Casuarina Ecology, Management and Utilization, 1981, Canberra, Australia. Proceedings. Edited by S.J. Midgley, J.W. Turnbull y R.D. Johnston. Australia, CSIRO. pp. 19-52.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Colección FAO:Montes no. 11. 723 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1976. Mapa mundial de suelos 1:500000; México y América Central. París. UNESCO. v.3, 194 p. + mapa.

GREAVES, A. 1981. Gmelina arborea. Forestry Abstracts 42(6):237-258.

KEOGH, R.M. 1984. The care and management of teak (Tectona grandis L. f) plantations. 54 p.

LITTLE JUNIOR, E.L. s.f. Common fuelwood crops: a handbook for their identification. Morgantown, West Virginia, Communi-Tech Associates. 354 p.

MARTINEZ H., H. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 200 p.

MARTINEZ H., H.A. y ZANOTTI DE L., J.R. 1985. Comportamiento de algunas especies para leña en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.

MORENO P., N. 1984. Glosario botánico ilustrado. Xalapa, México, INIREB. 300 p.

OPIE, J.E.; CURTIN, R.A. y INCOLL, W.D. 1984. Stand management. In Eucalyptus for wood production. Ed. by W.E. Hillis and A.G. Brown. Australia, CSIRO/Academic Press. p. 179-197.

POUND, B. y MARTINEZ CAIRO, L. 1983. Leucaena: its cultivation and uses. Santo Domingo, República Dominicana, ODA. 287 p.

TAXONOMIA DE suelos: un sistema básico de clasificación de suelos para hacer e interpretar reconocimiento de suelos. 1982. Trad. por Walter Luzio Leighton y otros. USDA. SMSS Technical Monograph no. 5. 265 p. (Versión abreviada en español de "Soil Taxonomy" 1975).

TURNBULL, J.W. y PRYOR, L.D. 1984. Choice of species and seed sources. In Eucalyptus for wood production. Ed. by W.E. Kills and A.G. Brown. Australia, CSIRO/Academic Press. p. 6-65.

U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1983. Calliandra: a versatile small tree for the humid tropics; innovations in tropical reforestation. Washington, D.C., National Academy Press. 52 p.

_____. 1983. Mangium and other fast-growing acacias for the humid tropics; innovations in tropical reforestation. Washington, D.C., National Academy Press. 62 p.

_____. 1984. Casuarinas: nitrogen-fixing trees for adverse sites; innovations in tropical reforestation. Wasnington, D.C., National Academy Press. 18 p.

_____. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.

_____. 1984. Leucaena: promising forage and tree crop for the tropics: innovations in tropical reforestation. 2 ed. Washington, D.C., National Academy Press. 57 p.

VOLKART, C.M. y CANO, R.G. 1982. Comportamiento de especies forestales de interés para leña en ensayos y plantaciones en Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No.29. 26 p.

WOTOWIEC, P. y MARTINEZ H., H.A. 1984. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR-CATIE. 86 p.

Anexo 1. **Especies estudiadas por el Proyecto Leña en América Central de 1980 a 1985**

Nombre científico	Nombres comunes	Familia	Países donde ha sido ensayada
Acacia angustissima (Mil'., Kuntze	Guajillo, cantemo, cantebo	Leg. Mimosoideae	COS
Acacia auriculiformis A.Cunn. ex Bentnam	Auriculiformis, oreja	Leg. Mimosoideae	COS GUA HON NIC
Acacia centralis (Britton & Rose) Lundell	Quebracho	Leg. Mimosoideae	GUA
Acacia confusa Merrill	Acacia	Leg. Mimosoideae	HON
Acacia cyclops A. Cunn. ex. G. Don.	Acacia	Leg. Mimosoideae	GUA
Acacia deamii (Britton & Rose) Standley	Oroto, guaje	Leg. Mimosoideae	GUA HON
Acacia farnesiana (L.) Willdenow	Espino blanco, aromo	Leg. Mimosoideae	GUA
Acacia mangium Willdenow	Mangium	Leg. Mimosoideae	COS HON PAN
Acacia mearnsii De Wild.	Acacia negra	Leg. Mimosoideae	COS
Acacia pennatula (Schlechtendal & Cham.) Bentham	Mesquite, espino negro	Leg. Mimosoideae	GUA
Acacia riparioides	Sare	Leg. Mimosoideae	HON
Acacia saligna (Labill.) H. Wendl.	Acacia	Leg. Mimosoideae	HON
Acacia tortilis (Forsk.) Hayne	Acacia	Leg. Mimosoideae	GUA
Acrocarpus fraxinifolius Wight ex Arnott	Cedro rosa, pink cedar, ripia	Leg. Caesalpinioideae	COS
Albizia adinocephala (Donnell-Smith) Britton & Rose	Gavilana, gallinazo	Leg. Mimosoideae	GUA HON
Albizia carbonaria Britton	Barajo	Leg. Mimosoideae	GUA
Albizia falcataria (L.) Fodberg	Albizia falcata	Leg. Mimosoideae	COS GUA HON NIC PAN
Albizia longipedata (Pittier) Britton & Rose	Lagarto	Leg. Mimosoideae	GUA
Alnus acuminata H.B.K.	Jaul, aliso	Betulaceae	COS GUA
Alvaradoa amorphoides Liebm.	Cola de zorra	Simaroubaceae	GUA HON
Apoplanesia paniculata Presl.	Madreflecho	Leg. Faboideae	GUA NIC
Ateleia herbert-smithii Pittier		Leg. Caesalpiniodeae	HON
Azadirachta indica Adr. Jussieu	Nim	Meliaceae	HON NIC
Bombacopsis quinatum (Jacquin) Dugand	Pochote, cedro espino	Bombacaceae	COS PAN
Caesalpinia coriaria (Jacquin) Willdenow	Nacascolote, nacascolo	Leg. Caesalpinioideae	COS PAN
Caesalpinia eriostachys Bentham	Lárcomo, saino	Leg. Caesalpinioideae	COS GUA HON
Caesalpinia exostemma DC.		Leg. Caesalpinioideae	GUA
Caesalpinia velutina (Britton & Rose) Standley	Aripin, malinche	Leg. Caesalpinioideae	COS GUA HON NIC PAN
Calliandra calotnyrsus Meissn.	Carboncillo, pelo de angel	Leg. Mimosoideae	COS GUA HON NIC PAN ELS
Calliandra houstoniana (Britton & Rose) Standley	Carboncillo	Leg. Mimosoideae	COS GUA
Cassia grandis L.F.	Carao, horse cassia	Leg. Caesalpinioideae	COS
Cassia siamea Lam.	Casia (amarilla)	Leg. Caesalpinioideae	COS GUA HON NIC ELS
Cassia spectabilis A.P. de Candolle	Candelillo, cassia	Leg. Caesalpinioideae	NIC
Casuarina cunninghamiana Miquel	Casuarina	Casuarinaceae	COS GUA HON PAN
Casuarina equisetifolia J.R.Forst. & G.Forst.	Casuarina	Casuarinaceae	COS GUA HON NIC PAN ELS
Casuarina glauca Sieb. ex Sprengler	Casuarina	Casuarinaceae	GUA
Cedrela odorata L.	Cedro amargo, cedro	Meliaceae	HON
Celtis spp.		Ulmaceae	GUA
Colubrina ferruginosa Brongn.	Abejuelo, chaquira	Rhamnaceae	GUA NIC
Cordia alliodora (Ruiz & Pavón) Oken.	Laurel	Boraginaceae	COS GUA
Cordia dentata Vahl	Tigüilote	Boraginaceae	GUA HON
Crescentia alata H.B.K.	Jícaro, saca guacal	Bignoniaceae	GUA HON NIC
Croton gossypiifolius Vahl.	Targuá, targuá colorado	Euphorbiaceae	COS
Cupressus lusitanica Miller	Ciprés	Cupressaceae	COS GUA HON ELS
Dalbergia sissoo Roxburgh	Sissoo	Leg. Faboideae	GUA
Delonix regia (Bojer) Raf.	Flamboyán, malinche, flor de fuego	Leg. Caesalpinoideae	GUA NIC
Diphysa carthagenensis Jacquin	Zuzoc, zuzul	Leg. Faboideae	GUA
Diphysa floribunda	Chilezope	Leg. Caesalpinioideae	GUA
Diphysa robinioides Bentham	Guachipelín, cacique	Leg. Faboideae	COS GUA
Dipteryx panamensis (Pittier) Record & Mell	Almendro	Leg. Faboideae	COS
Enterolobium cyclocarpum (Jacquin) Grisebach	Guanacaste	Leg. Mimosoideae	GUA HON PAN
Eucalyptus alba Reinw. ex Blume	Eucalipto	Myrtaceae	GUA
Eucalyptus camaldulensis Dehnh.	Eucalipto camaldulensis	Myrtaceae	COS GUA HON NIC PAN ELS
Eucalyptus cinerea F.Muell. ex Bentham	Eucalipto	Myrtaceae	GUA
Eucalyptus citriodora Hooker	Eucalipto citriodora	Myrtaceae	COS GUA HON NIC ELS
Eucalyptus deglupta Blume	Deglupta	Myrtaceae	COS GUA NIC
Eucalyptus globulus Labill. subsp globulus	Eucalipto globulus	Myrtaceae	COS GUA
Eucalyptus grandis Hill ex Maiden	Grandis	Myrtaceae	COS GUA HON PAN
Eucalyptus microcorys F.Muell.	Eucalipto	Myrtaceae	COS
Eucalyptus microtheca F.Muell.	Eucalipto	Myrtaceae	HON
Eucalyptus moluccana Roxburgh	Eucalipto	Myrtaceae	HON
Eucalyptus paniculata Smith	Eucalipto	Myrtaceae	GUA HON
Eucalyptus pellita F.Muell.	Eucalipto	Myrtaceae	NIC
Eucalyptus robusta Smith	Eucalipto robusta	Myrtaceae	GUA HON NIC
Eucalyptus saligna Smith	Eucalipto saligna	Myrtaceae	COS GUA HON PAN
Eucalyptus sideroxylon A.Cunn. ex Woolls.	Eucalipto	Myrtaceae	HON
Eucalyptus tereticornis Smith	Eucalipto tereticornis	Myrtaceae	COS GUA HON NIC PAN
Eucalyptus torelliana F.Muell.	Eucalipto	Myrtaceae	NIC
Eucalyptus urophylla S.R.Blake	Eucalipto	Myrtaceae	HON NIC
Eucalyptus viminalis Labill.	Eucalipto	Myrtaceae	HON

Continúa Anexo 1

Nombre cientifico	Nombres comunes	Familia	Países donde ha sido ensayada
Gleditsia triacanthos L.		Leg. caesalpinioideae	GUA
Fraxinus chinensis Roxburgh	Fresno	Oleaceae	GUA
Gliricidia sepium (Jacquin) Kunth ex Walpers	Madrecacao, madero negro	Leg. Faboideae	COS GUA HON NIC PAN ELS
Gmelina arborea Roxburgh	Melina	Verbenaceae	COS GUA HON NIC ELS
Godmania aesculifolia (H.B.K.) Standley	Cacho carnero	Bignoniaceae	GUA
Grevillea robusta A.Cunn.	Gravilea	Proteaceae	GUA HON
Guazuma ulmifolia Lam.	Guácimo	Sterculiaceae	COS GUA HON NIC PAN
Gyrocarpus americanus Jacquin	Bailador, volador	Hernandiaceae	GUA
Haematoxylon brasiletto Karst.	Brasil, azulillo	Leg. Caesalpinioideae	GUA HON NIC
Inga fissicalyx Pittier	Guaba	Leg. Mimosoideae	GUA
Inga laurina (Swartz) Willdenow	Palal, cuajiniquil,paternillo	Leg. Mimosoideae	GUA
Inga spp.	Guajiniquil colorado,guaba	Leg. Mimosoideae	COS
Inga vera Willdenow	Cuajiniquil, cuje	Leg. Mimosoideae	GUA
Jacaranda mimosifolia D.Don	Jacaranda	Bignoniaceae	HON, GUA
Juglans olanchanum Standley & Will.	Nogal	Juglandaceae	COS
Karwinskia calderonii Standley	Güiligüiste	Rhamnaceae	GUA
Leucaena collinsii		Leg. Mimosoideae	COS
Leucaena diversifolia (Schlechtendal) Bentham	Guaje, yaje	Leg. Mimosoideae	COS GUA HON PAN
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Carboncillo, yaje	Leg. Mimosoideae	COS GUA HON NIC PAN ELS
Leucaena shannonii Donnell-Smith	Guaje	Leg. Mimosoideae	GUA HON
Lonchocarpus minimiflorus Donnell-Smith	Chaperno	Leg. Faboideae	GUA ELS
Lonchocarpus salvadorensis Pittier	Pavilla, siete cueros	Leg. Faboideae	GUA
Luehea candida (DC.) Martius	Trompo, algodoncillo	Tiliaceae	HON
Luehea speciosa Willdenow	Cajeto, patashte de monte	Tiliaceae	HON
Lysiloma auritum (Schlecntendal) Benthan	Sare blanco	Leg. Mimosoideae	GUA
Lysiloma kellermanii Britton & Rose	Quebracho, pisquín	Leg. Mimosoideae	GUA
Lysiloma seemannii Britton & Rose	Quebracho	Leg. Mimosoideae	COS HON NIC
Parkinsonia aculeata L.	Palo verde, retama	Leg. Faboideae	GUA HON NIC
Melia azedarach L.	Paraíso	Meliaceae	COS GUA HON ELS
Mimosa platycarpa Benthan	Espinita	Leg. Mimosoideae	HON
Mimosa scabrella Bentham	Bracatinga, mimosa, zarza	Leg. Mimosoideae	COS GUA HON
Mimosa tenuiflora (Willdenow) Poir	Zarza	Leg. Mimosoideae	HON
Montanoa dumicola Klatt	Tobús	Compositae	COS
Moringa oleifera (L.) Lamark	Paraíso	Moringaceae	NIC
Myrospermum frutescens Jacquin	Chiquirín, cuerillo	Leg. Faboideae	HON
Pinus caribaea Morelet var. hondurensis Barr.& Golf.	Pino caribe, pino hondureño	Pinaceae	HON NIC
Pinus cocarpa Schiede	Ocote, pino prieto	Pinaceae	COS
Pinus patula Schiede & Deppe var. pringlei Shaw	Pino	Pinaceae	COS
Pinus pseudostrobus Lindl.	Pino	Pinaceae	COS
Pithecellobium dulce (Roxburgh) Bentham	Jaguay	Leg. Mimosoideae	GUA HON
Pithecellobium leucospermum Brandeg.	Tinta blanca,palo overo	Leg. Mimosoideae	GUA
Pithecellobium saman (Jacquin) Bentham	Cenízaro	Leg. Mimosoideae	COS GUA NIC PAN
Pithecellobium saxosum Standley & Steyermark	Snaguay	Leg. Mimosoideae	GUA
Platymiscium dimorphandrum	Hormigo, palo de marimba	Leg. Faboideae	GUA
Plocosperma buxifolium	Barreto	Leg.	GUA
Poeppigia procera Presl.	Plumillo	Leg. Caesalpinioideae	GUA ELS
Prosopis chilensis (Molina) Stuntz	Carbón, algarrobo blanco	Leg. Mimosoideae	PAN
Prosopis glandulosa Torrey	Honey mesquite	Leg. Mimosoideae	COS
Prosopis juliflora (Swartz) A.P. de Candolle	Mesquite, algarroba	Leg. Mimosoideae	GUA PAN
Prosopis nigra Hierom.	Algarrobo negro	Leg. Mimosoideae	HON
Prosopis sp		Leg. Mimosoideae	COS ELS
Psidium rensonianum Stand.	Fruta de pava	Myrtaceae	COS
Quercus costaricensis Liebm.	Roble encino	Fagaceae	COS
Quercus oleoides Schlechtendal & Cham.	Roble	Fagaceae	HON
Quercus sp	Roble barcino,roble blanco	Fagaceae	GUA HON
Sapindus saponaria L.	Jaboncillo, chumicos	Sapindaceae	GUA
Schizolobium parahyba (Vellozo) S.F.Blake	Gallinazo	Leg. Caesalpinioideae	COS
Senna atomaria (L.) Irwin & Barneby	Vainillo	Leg. Caesalpinioideae	GUA NIC
Sesbania grandiflora (L.) Poir.	Agati	Leg. Faboideae	COS GUA HON
Sickingia salvadorensis (Standley) Standley	Palo de puntera,chucnemuch	Rubiaceae	GUA
Simaruba amara Aublet	Jocote, aceituno	Simarubaceae	GUA
Simaruba glauca A.P. de Candolle	Aceituno negro,olivo,zapatero	Simarubaceae	GUA HON NIC
Swietenia humilis Zuccarini	Caoba de sabana,caoba pacífica	Meliaceae	NIC
Swietenia macrophylla King	Caoba grande	Meliaceae	HON PAN
Cybistax donnell-smithii J.M. Rose	Primavera, cortés,palo blanco	Bignoniaceae	GUA HON
Tabebuia rosea (Bertol.) A.P. de Candolle	Roble de sabana	Bignoniaceae	GUA HON NIC PAN
Tamarindus indica L.	Tamarindo	Leg. Caesalpinioideae	GUA HON
Tecoma stans (L.) H.B.K.	Candelillo	Bignoniaceae	GUA NIC
Tectona grandis L.F.	Teca	Verbenaceae	COS GUA HON NIC PAN ELS
Terminalia oblonga (Ruiz & Pavon) Steudel	Surá	Combretaceae	GUA
Terminalia superba Engler & Diels	Limba	Combretaceae	PAN
Thouinidium decandrum (H.B.K.) Radlkofer	Mata pulgas, escobillo	Sapindaceae	GUA
Trema micrantha (L.) Blume	Capulín negro, juco	Ulmaceae	GUA
Triplaris americana L.	Hormigo	Polygonaceae	GUA

Anexo 2. **Distribución de las zonas de vida en América Central**

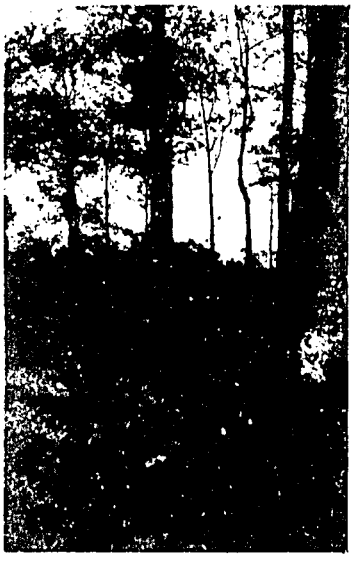
Zona de vida	Símbolo	COS Area (km^2)	COS %	ELS Area (km^2)	ELS %	GUA Area (km^2)	GUA %	HON Area (km^2)	HON %	NIC Area * (km^2)	NIC %	PAN Area (km^2)	PAN %	América Central Area (km^2)	América Central %
Bosque muy seco Tropical	bms-T							245	0,2					245	0,05
Bosque seco Tropical	bs-T	4 019	7,8	2 238	10,6	149	0,1	3 042	2,7	5 623	4,7	3 015	3,9	18 086	3,70
Bosque húmedo Tropical	bh-T	10 776	21,0	2 162	10,3			1 370	1,2	31 237	26,4	30 235	39,2	75 780	15 51
Bosque muy húmedo Tropical	bmh-T	12 065	23,6			2 073	1,9			3 762	3,2	17 832	23,1	35 732	7,31
Monte espinoso Premontano	me-P					972	0,9							972	0,20
Bosque seco Premontano	bs-P					4 311	3,9	3 045	2,7	6 590	5,6	798	1,0	14 744	3,02
Bosque húmedo Premontano	bh-P	3 923	7,6	15 281	72,6	38 983	35,8	48 804	43,5	22 549	19,0	2 463	3,2	132 003	27,01
Bosque muy húmedo Premontano	bmh-P	12 893	25,2	1 059	5,0	43 653	40,1	48 129	42,9	46 979	39,6	13 038	16,9	165 751	33,92
Bosque pluvial Premontano	bp-P	4 830	9,4			1 172	1,1			507	0,4	6 883	8,9	13 392	2,74
Bosque seco Montano Bajo	bs-MB							45	0,1					45	0,01
Bosque húmedo Montano Bajo	bh-MB	145	0,3	2	0,0	9 491	8,7	4 320	3,8	419	0,3	47	0,1	14 424	2,95
Bosque muy húmedo Montano Bajo	bmh-MB	1 029	2,0	294	1,4	5 869	5,4	3 088	2,7	793	0,7	215	0,3	11 288	2,31
Bosque pluvial Montano Bajo	bp-MB					940	0,9					2 154	2,8	3 094	0,63
Bosque húmedo Montano	bh-M					105	0,1							105	0,02
Bosque muy húmedo Montano	bmh-M	38	0,1	5	0,1	1 171	1,1			5	0,0	131	0,2	1 350	0,28
Bosque pluvial Montano	bp-M	1 346	2,6									271	0,4	1 671	0,33
Páramo pluvial Subalpino	pp-SA	36	0,1											36	0,01
TOTAL		51 100		21 041		108 889		112 088		118 464		77 082		488 664	

* No incluye los grandes cuerpos de agua (lagos)

Fuente: Adaptado de: DULIN, P.A. 1984. Areas climáticas análogas para especies productoras de leña en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 50. 41 p.

Producción de semillas de *Acacia mangium* a los 20 meses de edad en Río Hato, Panamá. (J. Bauer).

Acacia mangium de 28 meses en un ensayo de especies en San Juan, Costa Rica. Presentó mejor sobrevivencia y crecimiento inicial que *Calliandra calothyrsus* y *Mimosa scabrella* entre otras. (J. Bauer)
(1060 msnm, TMA: 21°C, PMA: 2500 mm, 5 meses secos, bmh-PT, Ustic Tropohumult, baja fertilidad)



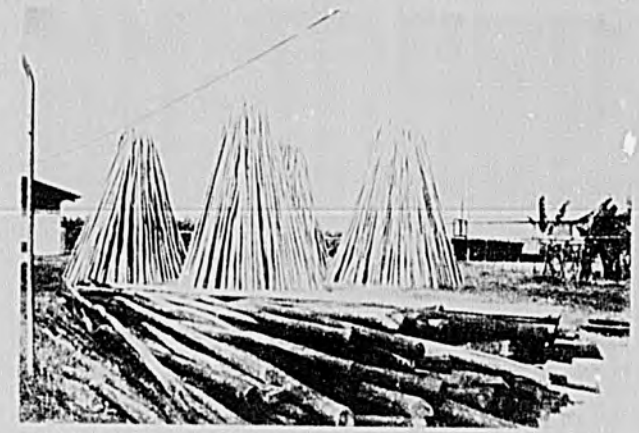
Alnus acuminata de aproximadamente 26 años con pasto kikuyo *(Pennisetum clandestinum)* en Las Nubes de Coronado, Costa Rica. (J. Bauer).
(Aprox. 80 árboles por ha., 1700 msnm, bmh-MB1, suelos de origen volcánico)

Caesalpinia velutina de 4 meses a partir de siembra directa, en asocio con maíz (sistema taungya), en Santa Rita, Guatemala. (H. Martínez).
(517 msnm, TMA: 24°C, PMA: 470 mm, 11 meses secos, me-S).

Plantación en finca de *Caesalpinia velutina* de 30 meses a 2 x 2m, en La Máquina, Guatemala. (J. Bauer)
(100 msnm, TMA:27°C, PMA:1860 mm, 6 meses secos, bh-S, Aquic Haplustalf).

Calliandra calothyrsus de 6 meses a 4 x 4 m, como sombra de café en San Ramón, Costa Rica. (F. Solano).
(1120 msnm, TMA: 21,6°C, PMA: 1926mm 5 meses secos, bh-PT, Ustic Dystrandept)

Asocio de *Dracaena fragans* y *Casuarina cunninghamiana* de 30 meses a 2 x 2m en Piedades Norte, Costa Rica. (F. Solano).
(1140 msnm, TMA=21,7°C, PMA=1926 mm, 5 meses secos, bh-PT, Ustic Dystrandept).



Postes impregnados de *Eucalyptus camaldulensis* como soportes para bananos, San Manuel de Cortés, Honduras (árboles de aprox. 1,5 a 2 años). (J. Bauer).

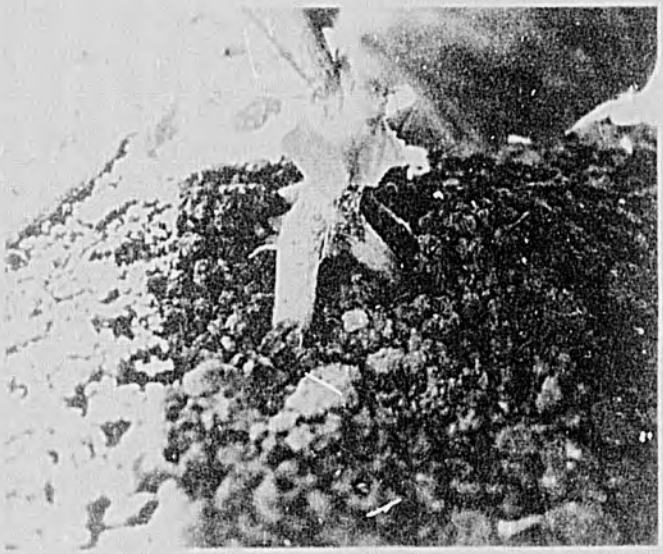
Plantación de *Eucalyptus citriodora* de 48 meses a 2 x 2 m, El Sunzal, El Salvador. (H. Martínez).
(600 msnm, TMA=24,2°C, PMA=1767 mm, 6 meses secos, bh-S).

Plantación industrial de *Eucalyptus deglupta*, de 38 meses, a 2 x 2 m, Guacalate, Guatemala. (J. Bauer).
(100 msnm, TMA=27°C, PMA=1500 mm, 6 meses secos, bh-S, Typic Tropofluvent).

Vegetación natural de *Gliricidia sepium*, rebrotes de dos edades, aprox. 6 años y 10 meses, en Las Maderas, Nicaragua. (J. Bauer).
(Tratamiento "corte selectivo" en ensayo de aprovechamiento; 925 árboles por ha).
(350 msnm, TMA=26,9°C, PMA=785 mm, 9 meses secos bms-T, Udic Haplustalf).

Cerco vivo manejado de *Gliricidia sepium* en Costa Rica (G. Budowski).

"Cabeza" de poste vivo de *Gliricidia sepium*, manejo tradicional en el Valle de Sula, Honduras (bs-T). (C. B. Briscoe).



Exposición de las raíces durante la época seca en un Vertisol —planta joven de *Gmelina arborea*, Tipitapa, Nicaragua. (J. Bauer) (70 msnm, TMA = 27.7°C, PMA = 1133 mm, 7 meses secos, bs-T, Typic Pellusterts).

Gmelina arborea de 9 años a 3 x 3 m, en La Lima, Honduras. (J. Bauer). (30 msnm, TMA = 25°C, PMA = 1200 mm, 6 meses secos, bh-S).

Arboles aislados de *Guazuma ulmifolia* en potreros en la Península de Nicoya, Costa Rica (bh-T y bmh-PT). (P. Dulin).

Rebrotes de 32 meses en árboles más viejos de *Guazuma ulmifolia* en Buen Retiro, Panamá. (J. Bauer).
(26 msnm, TMA=27,5°C, PMA=1462 mm, 5 meses secos, bs-T, Ultic Haplustalf).

Leucaena Leucocephala de 20 meses, a 2 x 1 m, en un ensayo de espaciamiento en El Gurú, Nicaragua. (J. Bauer).
(40 msnm, TMA=27,9°C, PMA=1625 mm, 6 meses secos, bs-P, Typic Eutrandept).

Plantación de *Leucaena leucocephala* para la producción de varas para tomate: rebrotes de 10 meses, hasta 2, 3 y todos; en Las Cañas, Honduras (J. Bauer).
(579 msnm, TMA=24,6°C, PMA=1035 mm, 7 meses secos, bs-T, Typic Ustifluvent).

Hilera de *Melia azedarach* de 18 meses a 2 m, en Morazán, Guatemala. (H. Martínez).
(450 msnm, TMA=27,3°C, PMA=574 mm, 8 meses secos, bs-S Lithic Ustorthent).

Mimosa scabrella como sombra de café en Piedades Norte, Costa Rica, árboles de 3 años podados por segunda vez. (F. Solano).
(1060 msnm, TMA=21,6°C, PMA=1926 mm, 5 meses secos, bh-PT, Ustic Dystrandept).