

Serie Técnica
Informe Técnico N°166

Leucaena

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

**ESPECIE DE ARBOL DE USO MULTIPLE
EN AMERICA CENTRAL**

**Publicación patrocinada por el
Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA)
CATIE-ROCAP 596-0117**

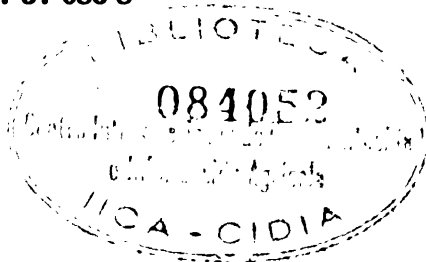
**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA,
CATIE
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido
Área de Producción Forestal y Agroforestal**

Turrialba, Costa Rica, 1991

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y la enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y el Caribe.

© 1991. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

ISBN 9977-57-086-8



633.309728

L652 *Leucaena*, *Leucaena leucocephala* (Lam. de Wit.): especie de árbol de uso múltiple en América Central / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1991. 60 p.; 23 cm. -- (Serie Técnica. Informe técnico / CATIE; no. 166)

ISBN 9977-57-086-8

1. *Leucaena leucocephala* - América Central
Arboles de uso múltiple - América Central
I. CATIE II. Título III. Serie

CONTENIDO

PRESENTACION	vii
AGRADECIMIENTO	viii
INTRODUCCION	1
1. BOTANICA Y ECOLOGIA	2
2. ESTABLECIMIENTO	13
3. MANEJO	35
LITERATURA CITADA	49

LISTA DE CUADROS

1.	Características de algunos sitios donde se ha plantado <i>L. leucocephala</i> con buenos resultados en América Central.	8
2.	Efecto del tipo de plántula sobre el crecimiento inicial de <i>L. leucocephala</i> K-8, en Honduras.	19
3.	Respuesta de la <i>L. leucocephala</i> a la densidad de plantación en San Pedro Sula, Honduras.	28
4.	Crecimiento de <i>L. leucocephala</i> en varios sitios de América Central.	36
5.	Rendimiento en términos de biomasa total aérea de <i>L. leucocephala</i> y <i>L. diversifolia</i> en Costa Rica.	38
6.	Características de crecimiento y rendimiento de procedencia y especies de leucaena a los 2,6 años, en Urabá, Colombia.	39

7.	Rango de dispersión de las variables analizadas en 117 parcelas permanentes de <i>L. leucocephala</i> en América Central para desarrollar modelos de crecimiento y rendimiento.	42
8.	Tablas de rendimiento de <i>L. leucocephala</i> para índices de sitio de 7, 9 y 11 m y 2500 árboles por hectárea en América Central.	45
9.	Crecimiento y rendimiento de rebrotes de <i>L. diversifolia</i> en La Garita de Alajuela, Costa Rica.	48
10.	Efecto del número de rebrotes en el crecimiento de <i>L. leucocephala</i> en Panamá, a los 12 meses.	48

LISTA DE FIGURAS

1.	Forma típica del fuste de <i>L. leucocephala</i>.	4
2.	Detalle de hojas, frutos y órganos reproductivos de <i>L. leucocephala</i>.	5
3.	Cabezas florales de <i>L. leucocephala</i>.	15
4.	Plantas listas para ser llevadas al campo (edad: tres meses y medio).	17
5.	Plantación de <i>L. leucocephala</i> después del primer aprovechamiento a los 5 años.	21
6.	Aprovechamiento de la especie para leña.	22
7.	Utilización de la leucaena como sombra en cultivos nuevos de café.	23
8.	Aprovechamiento del forraje de <i>L. leucocephala</i> para alimentar ganado vacuno.	25
9.	Cultivo de leucaena en callejones.	27

10.	Uso de leucaena como cortina rompevientos.	28
11.	Plantación de 5,3 años de <i>L. leucocephala</i> a 5m x 5m; predominan tres ejes por árbol.	29
12.	Efecto del espaciamiento de plantación sobre el crecimiento en dap de leucaena a diferentes edades en tres sitios de Costa Rica.	30
13.	Efecto del espaciamiento de plantación en el crecimiento en altura total de <i>L. leucocephala</i> a diferentes edades en tres sitios de Costa Rica.	31
14.	a) Crecimiento en altura total b) diámetro (dap) de <i>L. leucocephala</i> en algunos sitios de América Central.	41
15.	Curvas de índice de sitio para <i>L. leucocephala</i> en América Central.	43
16.	Manejo de rebrotes de <i>L. leucocephala</i>	47

PRESENTACION

Desde 1980, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con el apoyo de las instituciones forestales de América Central, ha venido realizando investigación silvicultural, para identificar y conocer las técnicas de cultivo, manejo y aprovechamiento de especies forestales de uso múltiple, para incorporarlas en los sistemas de fincas de pequeños y medianos agricultores. El Proyecto "Cultivo de Árboles de Uso Múltiple" (MADELEÑA), en los últimos años, ha promovido el uso de estas especies y analizado su comportamiento, así como la aceptación por parte del agricultor. El Proyecto busca aumentar los ingresos y mejorar el bienestar de las familias rurales, así como ayudar a mejorar el uso de los recursos naturales para mantener un equilibrio ecológico con beneficio para todos.

La aceptación y fomento del cultivo de especies forestales de uso múltiple, en gran medida dependerá de la forma en cómo se transmitan, al agricultor, los resultados positivos de las investigaciones y del éxito que se logre en el cultivo de los árboles bajo los distintos sistemas, el uso y la comercialización de los productos. Es por esto que el Proyecto Madeleña ha tomado la iniciativa de publicar una serie de "Guías Silviculturales" con las distintas especies forestales que están siendo promovidas en la Región. Este documento resume las experiencias y conocimientos que se han venido desarrollando en el cultivo de la leucaena (*L. leucocephala*) (Lam. de Wit) en los países centroamericanos.

De esta forma el CATIE cumple con el compromiso institucional de poner al servicio de los países miembros, los conocimientos desarrollados a través del proceso de investigación, contribuyendo así con el desarrollo agropecuario acelerado y sostenido de la Región y al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes. El Proyecto Madeleña pone a disposición de los agricultores, técnicos en extensión, técnicos forestales, autoridades del sector y reforestadores, la presente guía para ayudar a impulsar el cultivo y uso de la leucaena en América Central.

Rodolfo Salazar
Líder de Proyecto
Madeleña

AGRADECIMIENTO

En primera instancia el Proyecto Madeleña agradece a Rodolfo Salazar miembro del personal del Proyecto por la recopilación y redacción de esta guía. La investigación silvicultural que permitió la redacción de la presente guía, es el producto de la participación de muchas instituciones y personas en América Central. En este sentido se reconoce la participación de las instituciones forestales nacionales: Dirección General Forestal (DGF), de Costa Rica; el Centro Nacional de Recursos Naturales (CENREN), de El Salvador; la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS), (antiguo Instituto Nacional Forestal de Guatemala); la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), de Honduras; la Dirección de Recursos Naturales y del Ambiente (DIRENA), de Nicaragua; y el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENARE) de Panamá. También se reconoce la labor de los técnicos nacionales en cada país, así como a los agricultores e instituciones que con su trabajo y dedicación permitieron establecer los ensayos y darle seguimiento para obtener la información presentada en esta guía. Es importante aclarar que esta información es el compendio de la experiencia de todos los técnicos y personal de apoyo de los Proyectos Leña y Madeleña, durante más de nueve años de investigación. A todos ellos, el Proyecto deja constancia de su agradecimiento.

**Proyecto Madeleña
CATIE**

INTRODUCCION

En los últimos años se ha venido dando gran impulso al fomento de la actividad forestal y agroforestal, principalmente en los países en vías de desarrollo, donde la silvicultura no ha progresado lo suficiente como para asegurar, el abastecimiento de la creciente demanda de los distintos productos del bosque. Este impulso está siendo respaldado con los resultados de las investigaciones silviculturales que se realizan en los países de la región centroamericana*.

En primera instancia, estas investigaciones han conducido a identificar especies tanto nativas como exóticas, con capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de clima y suelo en los distintos países. Casi en forma paralela se ha dado inicio al desarrollo de estudios silviculturales, con el fin de ofrecer soluciones a las exigencias del cultivo de cada especie y así, desarrollar los mecanismos apropiados para maximizar los rendimientos de las plantaciones.

Una de estas especies seleccionadas es la leucaena (*L. leucocephala*) (Lam. de Wit.), que por ser de uso múltiple, también está siendo cultivada en muchos países tropicales, tanto a nivel de pequeñas y medianas fincas, como a nivel de plantaciones comerciales, para satisfacer distintas necesidades de productos forestales.

El objetivo de esta guía es ofrecer al técnico forestal un documento de consulta sobre los aspectos básicos de la silvicultura de esta especie; se incluyen aspectos que van desde el manejo de las semillas y producción de plantas, hasta los usos de los distintos productos del árbol. Toda la información que ha sido recopilada en esta guía es el resultado de las investigaciones que se han venido realizando en los países centroamericanos desde 1980 a través del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía (Leña), hasta el presente, con el Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (Madeleña). Estos dos proyectos han sido financiados por ROCAP/AID, y ejecutados por CATIE en colaboración con cada una de las instituciones nacionales, responsables del manejo de los recursos naturales, de cada uno de los países de América Central.

*/ Para los efectos de este informe, América Central corresponde a los territorios de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, países miembros del CATIE en la región centroamericana.

1. BOTANICA Y ECOLOGIA

La Leucaena leucocephala es una especie de porte arbustivo, originaria de la América tropical desde el sur de México hasta Nicaragua. El árbol presenta una copa rala, el dap puede alcanzar hasta 20 cm y la altura total usualmente fluctúa entre 6 y 12 m. Por la amplia variedad de condiciones en que crece naturalmente, se han desarrollado varios tipos, dentro de los cuales se reconocen el hawaiano, el salvadoreño y el tipo peruano. Además, en los últimos años se han desarrollado algunas variedades para diferentes condiciones de clima y usos.

Es un árbol de uso múltiple que esta siendo ampliamente cultivado en varios países tropicales de América, Asia y África.

Se adapta bien a tierras bajas con precipitaciones desde 600 hasta 2300 mm, con una estación seca de 3 a 6 meses. Crece muy bien en suelos ligeramente ácidos y alcalinos. Se puede cultivar en bosquetes, cercas vivas, cortinas rompevientos y con cultivos intercalados, para producir leña, carbón, forraje, varas para agricultura y madera para productos de dimensiones menores.

Características morfológicas y anatómicas de la Leucaena

La leucaena (*L. leucocephala*) (Lam. de Wit.) pertenece a la familia Leguminosae subfamilia Mimosoideae. Es originaria de la América tropical, desde el sur de México (en la península de Yucatán) hasta Nicaragua, incluyendo Guatemala, Honduras y El Salvador. Desde la época de la conquista de México, los españoles llevaron la especie a Filipinas y desde ahí fue introducida posteriormente a otras islas del Pacífico, Indonesia, Malasia, Papua Nueva Guinea y al sureste de Asia. En la actualidad se encuentra en la mayoría de los países tropicales y subtropicales y debido a los múltiples usos que se le da, está siendo ampliamente investigada y en algunos casos cultivada a nivel experimental y comercial.

En términos generales la leucaena es un árbol perenne, de copa ligeramente abierta y rala, con muchas ramas finas cuando crece aislado. Alcanza altura diferente de acuerdo a la variedad; así, es posible encontrar árboles desde 5 hasta 20 m. El diámetro puede alcanzar hasta 20 cm; el fuste usualmente es torcido y se bifurca a diferentes alturas (Figura 1). Cuando crece en forma aislada o a espaciamientos amplios, es frecuente encontrar árboles con dos o tres ejes. Las hojas son alternas, bipinadas, de 10 a 20 cm

de largo, con cuatro a nueve pares de pinas y con una glándula al final del último par de pinas. Las flores son blancas y en forma de capítulo, con 100 a 180 flores. Los frutos son vainas de 2 cm de ancho y hasta 20 cm de largo, de color verde cuando están tiernas y se tornan color café cuando maduran, usualmente con 15 ó 20 semillas. Las semillas son ligeramente elípticas, de 3 a 4 mm de ancho, de color café brillante; según la variedad, el número de semillas puede variar de 18 a 26 mil por kilogramo (Figura 2).

A la especie *L. leucocephala* se le ha detectado una considerable variación en los hábitos de crecimiento; con base en esta variación las distintas variedades de la especie han sido clasificadas en tres tipos principales:

Tipo hawaiano: apariencia muy arbustiva, usualmente alcanza hasta 5 m de altura, florece muy temprano y la producción de madera y follaje es muy baja. Es originaria de la península de Yucatán, en México.

Tipo salvadoreño: árboles de porte relativamente alto que alcanzan hasta 20 m de altura, hojas largas, con fuste y ramas relativamente gruesas. Es altamente productivo y se utiliza para leña, madera y pulpa. Es originario de América Central.

Tipo peruano: los árboles pueden alcanzar hasta 15 m de altura, con tronco corto y bastantes ramas. El origen no está claramente definido.

Para profundizar más sobre las características morfológicas y anatómicas de la leucaena, se recomienda consultar el libro de Pound y Martínez (1983).

En la región centroamericana también se ha trabajado, aunque con menor intensidad, con la especie *L. diversifolia*. Esta guía está dedicada principalmente a *L. leucocephala*, pero también se hace mención, en algunas oportunidades, a la *L. diversifolia*.

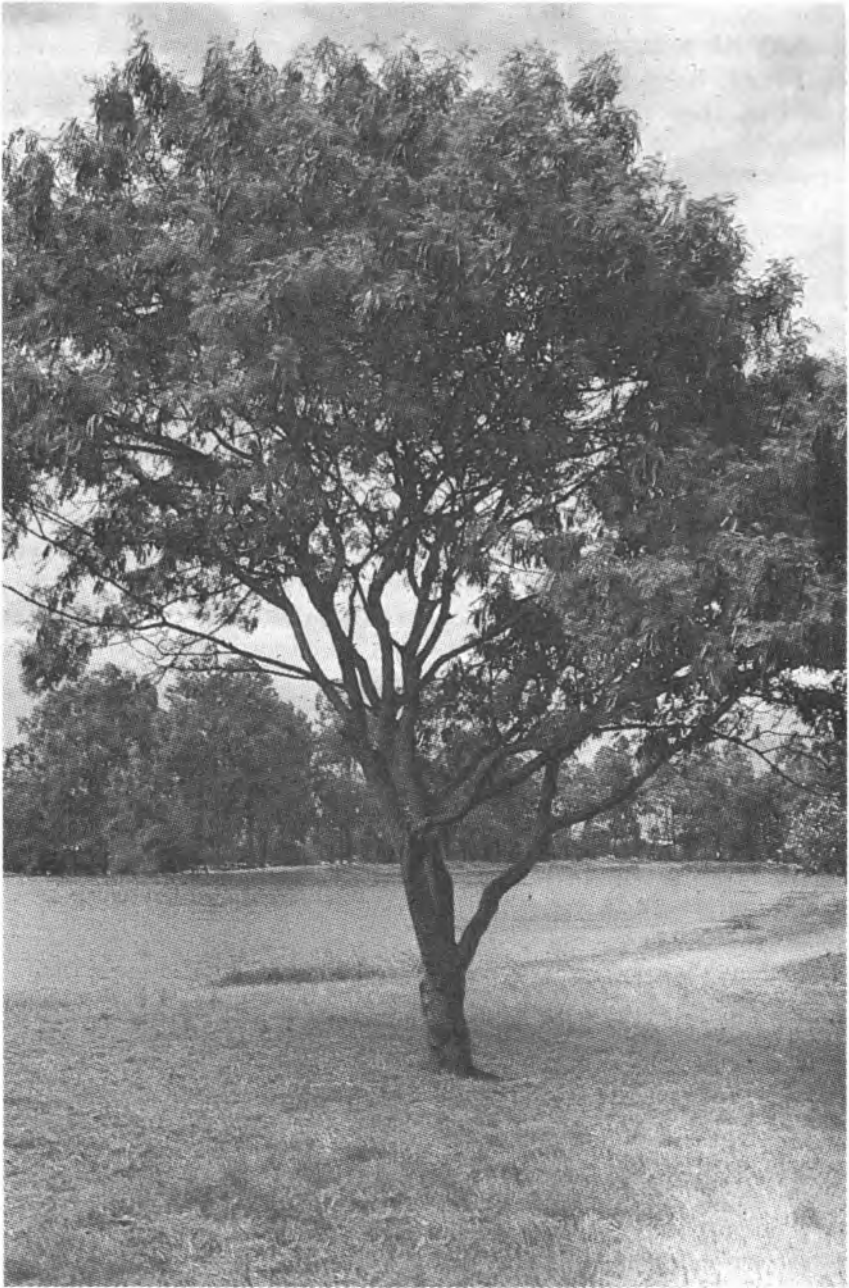


Figura 1. Forma típica del fuste de *L. leucocephala*.(F. Madeleña)

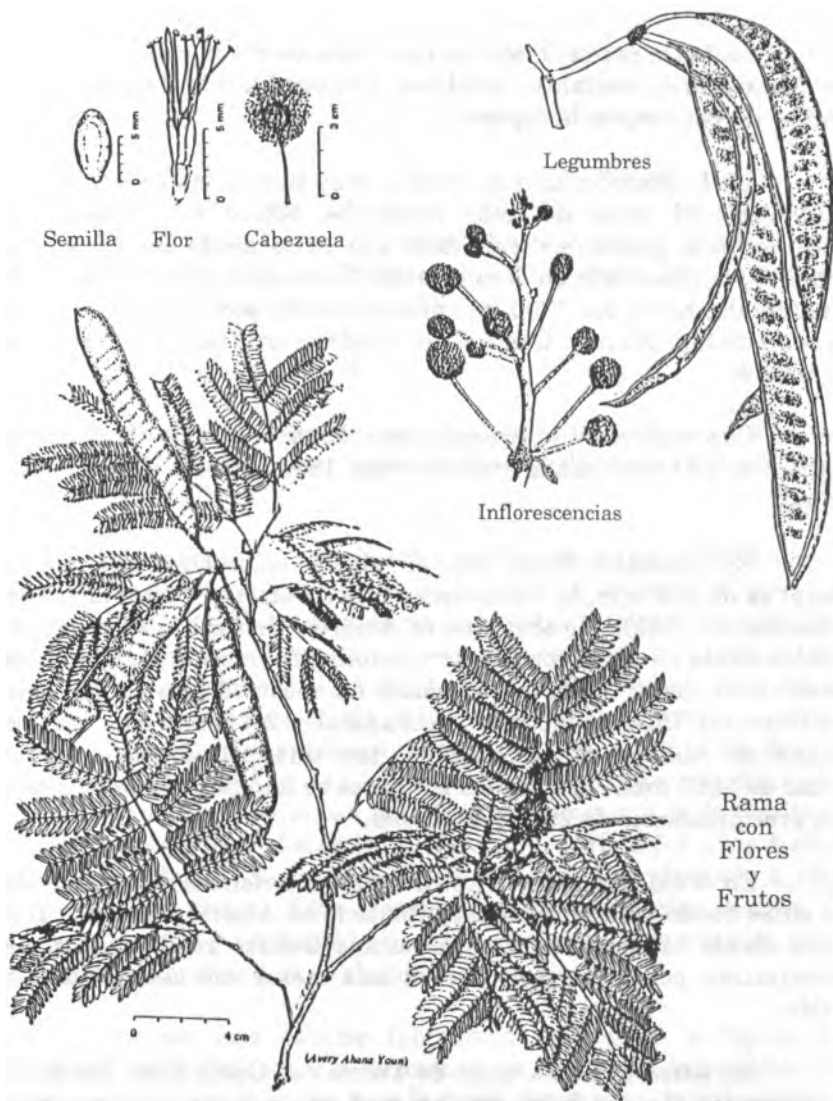


Figura 2. Detalle de hojas, frutas y órganos reproductivos de *L. leucocephala* (Fuente: Geilfus, 1989).

Requerimientos ambientales

La leucaena se adapta a una serie de sitios con condiciones de clima y suelo bastante variables. Las condiciones de adaptación varían un poco según la especie.

La *L. leucocephala* se adapta muy bien a las tierras bajas, casi desde el nivel del mar hasta los 800 ó 900 msnm^{*}; la *L. diversifolia* puede ser cultivada con éxito desde los 50 msnm como se ha observado en Guanacaste, Costa Rica y en la Máquina, Guatemala, hasta los 1200 msnm como se ha podido demostrar en la zona de San Ramón, Costa Rica, donde es utilizada como sombra para café.

Con respecto a la precipitación, la especie crece desde sitios secos con 600 mm hasta húmedos con 1800 mm de precipitación anual.

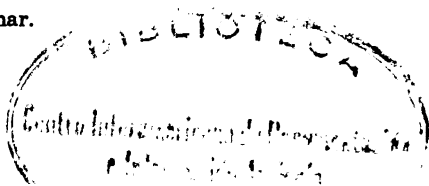
En Diamond Head, Hawaii, donde la precipitación media anual es de 300 mm, la leucaena es una de las especies principales (Brewbaker, 1985). No obstante, en América Central se ha plantado exitosamente en sitios con mayor precipitación, como por ejemplo en Costa Rica donde la *L. leucocephala* ha mostrado un incremento medio anual (IMA) de 2,8 m en altura total y 2,4 cm en dap^{**} en La Palma de Abangares, Guanacaste, con una precipitación media anual de 2500 mm. Resultados similares se han observado en sitios con precipitaciones de 2200 y 2300 mm.

En el Cuadro 1, se muestra las características de algunos de los sitios donde la especie ha sido plantada en América Central. Los sitios donde la leucaena ha presentado buenos rendimientos, se caracterizan por tener de cuatro a seis meses con casi 0 mm de lluvia.

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

Al igual que como ocurre con la precipitación, esta especie se adapta bien a temperatura media anual, entre los 22 y los 30°C. Estas temperaturas corresponden a las zonas bajas de los países

^{*/} msnm: metros sobre el nivel del mar.
^{**/} dap: diámetro altura de pecho.



centroamericanos, las que al ser consideradas en conjunto con las exigencias de precipitación y meses secos, coinciden con las zonas bajas del Pacífico, desde Guatemala hasta Panamá y algunas zonas bajas del Atlántico (Caribe), que se caracterizan por tener una estación seca definida, como en San Pedro Sula, Honduras.

Estas características climáticas permiten definir las siguientes zonas de vida (Sistema Holdridge) como las apropiadas para el cultivo de la leucaena: bosque muy húmedo Tropical, bosque muy húmedo Premontano, bosque húmedo Tropical, bosque húmedo Premontano y bosque seco Tropical.

Requerimientos de suelos

En América Central la leucaena ha sido plantada con buenos resultados, en una variedad amplia de suelos y condiciones climáticas (Cuadro 1).

En general, los estudios de adaptación y rendimiento que se han realizado con la especie en los países tropicales, han mostrado que la adaptación de ésta a diferentes tipos de suelos ocurre siempre y cuando no haya limitaciones en drenaje, que no sean suelos compactados, ni ácidos. Los mejores resultados se han obtenido en suelos moderadamente ácidos (pH 6,5) a moderadamente alcalinos (pH 7,5). Se ha observado que, cuando las condiciones de clima y suelo son favorables, la especie ha mostrado rendimientos aceptables aún en suelos con pH ácido, como ocurrió en la Garita de Alajuela, Costa Rica; donde en suelos con un pH de 5,2 a los 4 años, la especie alcanzó 11 m de altura y 9 cm de dap plantada a 1600 árboles por hectárea. Esta característica de adaptación se debe, en parte, al amplio y profundo sistema radical, el cual le permite tener una mayor capacidad de exploración del suelo.

Por ser una especie fijadora de nitrógeno, a través del desarrollo de nódulos y a la formación de micorriza, le permite una buena adaptación a suelos con factores limitantes, principalmente en aspectos de nutrición y disponibilidad de agua.

La leucaena usualmente nodula espontáneamente con el rizobium propio del sitio; algunas estimaciones hechas presentan tasas anuales de fijación de nitrógeno de 600 a 1000 kg/ha (Halliday y Somasegaran, 1982).

Cuadro 1. Características de algunos sitios donde se ha plantado *L. leucocephala* con buenos resultados, en América Central.

Expto No.	Sitio	País	Elev. (msnm)	Temp. (°C)	Precip. (mm)	Meses Secos	pH	P*	Ca**	Textura
038L	Barrenas, Villa Nueva	GT	1450	21,4	1128	7	6,4	490	10,63	franco limoso
032L	Cuyotenango, Suchitep.	GT	100	27,0	1860	6	6,5	50	17,50	franco arenoso arenoso
076L	Cuyotenango, Suchitep.	GT	46	27,0	1860	6	7,5	170	22,5	franco arcilloso
068L	Comayagua	HN	570	24,6	1035	3	-	--	--	-----
031L	San Pedro, Sula Cortés	HN	50	26,0	1374	3	5,6	200	11,25	franco
066L	Lejamani, Comayagua	HN	600	23,1	960	3	6,3	240	14,38	franco arcilloso
047L	Talanga, Fco. Morazán	HN	850	22,3	1083	4	5,5	30	10,63	franco arcilloso
043L	El Zamorano	HN	830	22,2	1110	-	-	--	--	-----
067L	Las Flores, La Paz	SV	20	26,4	1727	5	-	--	--	-----
022L	Comalapa, La Paz	SV	50	26,4	2213	5	-	--	--	-----
025L	El Pedegral, La Paz	SV	20	26,8	1767	5	-	--	--	-----
121L	Sebaco, Matagalpa	NI	480	25,7	889	8	8,2	100	13,7	arenoso
019L	Managua, Managua	NI	100	28,4	1261	7	7,0	60	26,2	franco
013L	León León	NI	40	27,9	1625	5	6,7	100	23,1	franco arcilloso
057L	Hojancha, Guanacaste	CR	800	27,0	2223	5	5,8	10	24,3	franco arcillo arenoso
125L	Nandayure, Gte.	CR	40	26,3	1859	5	6,5	60	48,7	franco arcillo limoso
004L	Hojancha, Gte.	CR	430	27,0	2230	5	6,4	300	7,9	franco
044L	Los Santos, Herrera	PA	100	26,7	1569	5	5,8	250	31,3	franco arenoso arenoso
014L	Los Santos, Los Santos	PA	21	27,6	1089	5	5,3	250	6,3	arcilla
032L	Los Santos, Los Santos	PA	16	27,6	1090	5	5,5	70	3,0	franco arcillo limoso

* = (ug/10ml de suelo)

GT=Guatemala, HN=Honduras, SV=El Salvador, NI=Nicaragua, CR=Costa Rica, PA=Panamá.

** = Calcio intercambiable meq/100 g. de suelo.

Se debe considerar que, no es posible identificar un factor único, como responsable del éxito o fracaso de una especie en un sitio, ya sea suelo, clima o manejo; normalmente se trata de una combinación de factores que interactúan entre sí, los que provocan que el medio sea o no propicio para una especie.

Aunque la leucaena es una especie capaz de crecer y desarrollar plantaciones productivas en una gama amplia de condiciones de clima y suelo, también existen algunas condiciones en las cuales la especie no debe ser plantada.

Los estudios, que desde 1980 se han venido realizando con esta especie en los países centroamericanos, indican que no debe ser cultivada en sitios que presenten las siguientes limitaciones:

- Suelos con pH inferiores a 5,5 no son recomendables, ya que normalmente presentan limitaciones en la disponibilidad de calcio, magnesio, potasio y fósforo.
- Suelos con drenaje impedido, limitan el desarrollo de micorrizas y rizobium y los árboles en estas condiciones muestran crecimientos deficientes.
- En suelos muy compactados, principalmente por el pastoreo, la especie también presenta crecimientos pobres. Si se dispone de este tipo de suelos es necesario prepararlos adecuadamente.
- La *L. leucocephala* no debe plantarse arriba de 900 ó 1000 m de elevación; la *L. diversifolia* puede ser cultivada hasta los 1200 m. Más arriba de estos límites es posible que la temperatura se vuelva un factor limitante para el buen desarrollo de ambas especies.
- La precipitación media anual no parece ser un factor limitante para el crecimiento de estas especies. Si es necesario que en la zona exista un período seco de cuatro a seis meses al año.

Selección de las mejores fuentes de semillas

Hay una serie de aspectos básicos que deben ser tomados en consideración para asegurar el éxito de las inversiones que se realicen al establecer plantaciones forestales. Uno de los aspectos básicos a considerar, es el uso de material reproductivo de alta calidad genética. El uso de semilla mejorada garantiza un rendimiento mayor de las plantaciones, mayor uniformidad y

calidad de los productos, mayor resistencia al problema de plagas y enfermedades y puede reducir los ciclos de producción.

En la mayoría de los países tropicales, la actividad forestal está apenas iniciando su desarrollo, razón por la que para la mayoría de las especies que son más cultivadas, resulta prácticamente imposible disponer de semilla mejorada para establecer plantaciones comerciales. Esta situación obliga al técnico forestal, no sólo a prestar la debida atención a la calidad del material que va a utilizar, sino a buscar los mecanismos adecuados que le permitan dedicar tiempo y recursos para seleccionar las mejores fuentes de semillas (procedencias) y poder garantizar la cantidad y calidad de las semillas que utilizará en los programas de reforestación.

Para el caso de la leucaena, la falta de semilla mejorada no es una excepción; no ha sido sino hasta en los últimos ocho o diez años que la especie está recibiendo atención por parte de los silvicultores, principalmente por tratarse de una especie de crecimiento rápido y uso múltiple, con gran potencial para muchas regiones tropicales del mundo.

Se han venido estudiando, en muchos países tropicales y subtropicales, varias especies de leucaena, como *L. leucocephala*, *L. diversifolia*, *L. pulvurulenta*, *L. shannoni*, *L. trichodes*, etc., considerando tanto las procedencias como los cruces intra e interespecíficos, con el objeto de identificar material reproductivo resistente a plagas y enfermedades, buena producción de forraje, producción de leña, capacidad de rebrote, producción de biomasa, adaptación a suelos como oxisoles, o suelos ácidos, etc. Los resultados de estas investigaciones han permitido seleccionar algunas variedades de *L. leucocephala* como las más productivas. Por ejemplo, en la India las variedades de *L. leucocephala* K-8 y K-28 (desarrolladas en Hawaii), han mostrado los crecimientos mejores (Knudson *et al*, 1988; Salazar *et al*, 1988).

En República Dominicana los cultivares de *L. leucocephala* que han presentado los rendimientos mejores han sido K-8, K-28, K-67 y K-132, los cuales en los sitios mejores han alcanzado alturas entre 3 y 6 m en los primeros 2 años (Knudson *et al*, 1988).

En Costa Rica, a nivel experimental, se ha plantado principalmente *L. leucocephala* K-8 y *L. diversifolia* esta última con menor frecuencia. A los 3,5 y 5,5 años los resultados obtenidos han

reportado incrementos en términos de biomasa seca total de 8 a 14 tm/ha/año en sitios buenos (Salazar *et al*, 1988). En Honduras se reportan crecimientos de 5,4 m en altura, 3,8 cm en dap y 4,3 m²/ha a los 2 años de edad (Ordóñez *et al*, 1989). En Urabá, Colombia se obtuvo a los dos años 6,9 m en altura y 21 tm/ha de biomasa total verde en *L. diversifolia*; 5,6 m en altura y 27,5 tm/ha en *L. leucocephala* K-8; 6,3 m en altura y 81,5 tm/ha en la variedad K-72, en suelos arcillosos; pH de 5,7 y 2500 mm de precipitación (Vega, 1986).

2. ESTABLECIMIENTO

La producción de plántulas de leucaena es relativamente fácil. Es importante utilizar semilla mejorada para maximizar los rendimientos. En promedio se obtienen 18 000 semillas por kilogramo. La semilla se coloca por tres horas en agua a temperatura ambiente y luego se pone a germinar en cajas con arena; a los cinco días inicia la germinación. Tres meses después del repique las plantas están listas para llevarlas al campo.

Se debe seleccionar muy bien el tipo de planta a utilizar de acuerdo a las condiciones del sitio. El tipo de planta completa en bolsa ha demostrado mayor crecimiento que la planta a raíz desnuda. Por otro lado es menos costoso producir plantas en pseudoestaca.

El sitio de plantación debe quedar libre de malezas y los árboles deben estar libres de la competencia de malezas principalmente durante los primeros meses de crecimiento. Si la plantación se hace por siembra directa, es conveniente arar el terreno.

El espaciamiento de plantación varía según el objetivo de la misma; para leña y varas usualmente se planta a 2,0 x 2,0 m. Para forraje se puede plantar a 0,50 x 0,50 m ó 0,50 x 1,0 m.

Leucaena se usa con ventaja, en plantación o como componente de varios sistemas agroforestales y para diversos fines. Para producción de madera y leña en plantaciones continuas y la producción de postes y tutores para agricultura. Como árbol de sombra en cultivos nuevos de café. Un uso muy extendido es la producción de follaje para alimento de ganado haciendo cortes frecuentes. También en cultivo en callejones y cortinas rompevientos donde combina la producción de leña y forraje con el aporte de materia orgánica, fijación de nitrógeno y protección a los cultivos.

La limpieza constante de la plantación mediante chapeo alrededor de la planta durante los primeros meses, estimula el crecimiento de leucaena.

La plantación no responde a la fertilización si el contenido de fósforo es deficiente en suelos con pH alcalino.

En América Central se han observado ataques de plagas sin mayores consecuencias, en las plantaciones experimentales. Sin embargo, se ha observado la presencia del Psílido cubano que ha provocado grandes problemas en plantaciones conocidas en el resto del mundo.

Producción de semillas y plántulas

La leucaena es una especie muy prolífica y bajo condiciones apropiadas de clima y suelo, es posible que haya producción de semillas fértiles al año de edad. No obstante, se recomienda recolectar semillas únicamente de aquellos árboles que hayan mostrado buenas características de crecimiento, rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades. Es decir, que la semilla debe ser colectada en plantaciones maduras con más de tres años.

Para producción de semillas hay que seleccionar la procedencia y/o variedad más prometedora según las condiciones del sitio donde se va a plantar, si ya existen plantaciones con buena producción y buen comportamiento se deben seleccionar las mejores y convertirlas en rodales semilleros, según la demanda de semillas. En estas plantaciones de buena calidad, deben ser eliminados todos los árboles dominados, débiles, enfermos y que estén bifurcados desde la base. De esta forma, el rodal semillero quedará formado sólo por árboles vigorosos, sanos y de mejor forma. Es conveniente que los árboles semilleros estén separados 5 ó 6 m entre sí, para favorecer el desarrollo de la copa y la producción de semillas. La semilla debe ser recolectada en no menos de 10 ó 15 árboles, para evitar problemas de reducción de la base genética de las futuras plantaciones.

Las semillas se producen en vainas de hasta 20 cm de largo (cuando están maduras), éstas aparecen en cabezas florales de 30 o más vainas. Las semillas usualmente deben recolectarse entre marzo y mayo (Figura 3). Las vainas hay que cortarlas antes de que se abran; una vez en el patio, deben ser secadas exponiéndolas al sol sobre mallas o lonas durante un día. De esta forma, la semilla es fácilmente liberada de las vainas, para luego purificarla y reducirle la humedad a 13% antes de almacenarla a 5°C. Si la semilla no se almacena seca y en cámara fría, pierde la viabilidad en menos de un año. En promedio, leucaena tiene 18 000 semillas/kg; un árbol con copa bien desarrollada puede producir entre 500 y 1500 g de semilla limpia.

La semilla está cubierta por una ligera película de cera que retarda la absorción de agua durante el proceso de germinación. Para acelerar y uniformar este proceso, se recomienda colocar las semillas en agua a temperatura ambiente por dos o tres horas y luego sembrarlas en arena. Si la semilla es fresca y ha sido manipulada adecuadamente, entre los primeros seis y ocho días se podrá lograr una germinación de 80 ó 90 por ciento.



Figura 3. Cabezas florales de *L. leucocephala*.

La germinación puede ser realizada en cajas de madera de 50 cm x 30 cm x 10 cm, éstas se llenan con arena lavada y se colocan bajo sombra, manteniéndolas permanentemente húmedas. Este sistema facilita el repique, ya que las cajas son llevadas donde están las bolsas en el vivero y así se reduce el daño a las plántulas. La germinación se inicia al quinto día. La producción alta de semillas y el alto porcentaje de germinación, permiten utilizar la técnica de siembra directa en el campo.

No se han observado ataques de insectos a las semillas, sólo en Panamá se encontró que casi la totalidad de la producción de semillas de un rodal, fue extraída por la hormiga cortadora (*Atta* spp), y en Costa Rica los pericos también destruyen la cosecha de semillas. Tampoco han sido detectados problemas de plagas o enfermedades en los viveros de los países centroamericanos.

Para agilizar el proceso de repique, y reducir las pérdidas por maltrato de plántulas, se sugiere pasar las plántulas a las bolsas dos o tres días después de la germinación.

Cuando las bolsas están a pleno sol es conveniente usar sombra parcial durante los primeros ocho días; si las bolsas están bajo sombra natural (arbustos) no es necesario utilizar sombra artificial.

Si la semilla tiene buena germinación, puede sembrarse directamente en las bolsas después del tratamiento de escarificación.

Para acelerar el desarrollo de las plantas en vivero, las bolsas de polietileno (7 cm x 20 cm) son llenadas con una mezcla de suelo, materia orgánica y arena (3:1:1) o utilizar un buen suelo sin mezclar. Hay que asegurarse que el suelo tenga un pH entre 6 y 7.

Con una práctica adecuada, control de malezas y si se mantiene la humedad necesaria, las plantas pueden estar listas para llevarlas al campo a los tres o tres meses y medio de edad, una vez que hayan alcanzado una altura promedio de 35 cm (Figura 4).

Si las plantas se dejan más tiempo en vivero, el sistema radical se empieza a obstruir en la bolsa y aumentará el porcentaje de mortalidad en el campo, principalmente si la plantación es establecida en una zona con época seca definida.



Figura 4. Plantas listas para ser llevadas al campo (edad: tres meses y medio).

Para sacar la planta de la bolsa plástica, es importante hacer dos o tres cortes a lo largo de la bolsa, para cortar las raíces que han empezado a enrollarse.

Preparación del sitio para plantar y tipos de plantación

Una vez seleccionado el sitio para establecer la plantación, según las exigencias climáticas y de suelo, hay que proceder a prepararlo para establecer la plantación.

La leucaena no es una especie muy exigente en cuanto a la preparación del sitio; no obstante, es necesario eliminar toda la maleza existente. Si el sitio ha sido pastoreado, es conveniente roturar el suelo para asegurar un buen prendimiento y desarrollo inicial de la plantación. Como la especie no tolera la sombra, no puede ser plantada en sitios enmalezados o bajo la sombra de otros árboles.

Si se planta en potreros, es necesario eliminar el pasto, y mantener la base de los árboles libre del efecto de las gramíneas, ya que éstas provocan una fuerte competencia por agua y nutrientes que limitan el crecimiento juvenil de los árboles.

La copa angosta y el crecimiento inicial lento, no le permiten a la leucaena competir con la maleza, la cual si no es controlada, también afecta rápidamente el crecimiento de los árboles.

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

Es posible utilizarla en sistemas agroforestales, combinando la plantación con cultivos como maíz, frijol y otros cultivos anuales, que ayudan combatir las malezas.

Con el objeto de seleccionar el tipo de plantas más apropiado para establecer la plantación, en Honduras fueron probadas siete formas de preparar la plántula. El Cuadro 2 muestra los resultados, después de 17 meses de plantados los árboles en el campo.

Cuadro 2. Efecto del tipo de plántula sobre el crecimiento inicial de *L. leucocephala* K-8, en Honduras.

Tipo de plántula	Altura total (m)			
	6 meses		17 meses	
	x	cv(%)	x	cv(%)
Completa en bolsa	0,46	42	1,60	42
En bolsa con poda lateral aérea	0,40	34	1,04	29
En bolsa con poda del tallo a 15 cm de altura	0,41	31	0,95	42
Seudoestaca	0,48	33	1,17	43
Completa a raíz desnuda	0,47	48	1,23	40
A raíz desnuda con poda lateral aérea	0,38	37	1,31	39
Siembra directa	0,50	63	0,88	48

Los resultados indican, que a los seis meses no se observaron diferencias importantes entre los tipos de planta utilizados; sin embargo, a los 17 meses, los árboles que alcanzaron las alturas mayores, fueron los plantados a raíz desnuda con poda lateral aérea. Los árboles por siembra directa, mostraron un crecimiento de 33 por ciento menor en altura total, con respecto a la plántula completa a raíz desnuda. En el mismo Cuadro 2, es interesante observar los porcentajes de variación altos de la altura total en cada uno de los tratamientos, lo cual es posible que se deba principalmente, a la calidad genética de la semilla utilizada. Las diferencias en altura observadas fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Otro aspecto importante de resaltar en esta prueba, fue que no se observaron diferencias significativas en el número de ejes por planta entre los tratamientos, en todos los casos predominó un eje por planta.

En otra prueba de tipos de plántulas, establecida en Honduras, se observó que las plantas producidas en bolsas mostraron un 25 por ciento más de crecimiento en altura, que la seudoestaca. Estos resultados preliminares, indican que todavía es

necesario definir con mayor precisión, el sistema de producción más apropiado, según las características del sitio. A la hora de hacer la selección del mejor sistema, es importante considerar no sólo la supervivencia y crecimiento inicial, sino los costos de transporte al sitio de plantación y dentro de la plantación, así como los costos de producción de las plántulas y la misma acción de plantación. En este sentido el uso de pseudoestacas a raíz desnuda, siempre resulta ser el método menos costoso. Si se utiliza este sistema, se requiere una preparación mejor del sitio y plantar al inicio de la época lluviosa para obtener una supervivencia más alta.

Sistemas de plantación

La leucaena es una especie que por su facilidad de manejo y diversidad de productos, puede ser cultivada bajo distintos, sistemas, según los objetivos de la plantación. A continuación se describen algunas de las principales características de los sistemas de plantación más comunes.

Para producción de madera y leña

Cuando se cultiva en plantaciones, no desarrolla fustes para aserrío; usualmente estos fustes son torcidos y con diámetros que difícilmente llegan a 20 cm. No obstante, en algunos países como República Dominicana debido a que la madera es escasa, los troncos de leucaena están siendo utilizados para fabricar mangos para palas, picos y martillos. Para este tipo de productos, la madera es fácil de manejar, aunque el secado resulta un poco difícil. Los fustes torcidos y con bifurcaciones a diferentes alturas, reducen la posibilidad de utilizar la madera para estos fines.

En zonas rurales donde la madera también es un factor limitante, se la utiliza para fabricar muebles rústicos como sillas y mesas de bajo costo. Para estos fines, la especie es plantada a una densidad de 1600 árboles por hectárea, para practicar el primer aprovechamiento a los cuatro o cinco años, cuando el dap puede alcanzar entre 8 y 12 cm (Figura 5).

En Panamá y Honduras los fustes delgados (5 a 7 cm), son comercializados como tutores para el cultivo de tomate y chile dulce, aunque la duración usualmente se limita a un año; para este fin se han establecido plantaciones a 1,3 x 1,3 m. Una experiencia realizada en Honduras mostró, después de los primeros cuatro años, una producción por hectárea de 3120 postes para cerca, 15 000 tutores, 20 800 piezas de leña para consumo doméstico y 19 tm de

follaje. El segundo aprovechamiento de los rebrotes se realizó a los tres años después de la primera cosecha y la producción fue de 20 500 tutores y 59 270 leños para consumo doméstico (Zavala, 1989).

Uno de los mayores usos que se le está dando a la especie en los países centroamericanos, es para producción de leña; para este fin la especie es plantada a 2 m x 2 m, si se requiere leña de mayor diámetro puede plantarse a 2,0 m x 2,5 m ó 2,5 m x 2,5 m aunque este último espaciamiento no es muy utilizado, por ser una especie de porte bajo y copa angosta. El primer aprovechamiento se puede realizar a los tres o cuatro años; los rebrotes pueden ser aprovechados cada dos años (Figura 6).

En Costa Rica se han alcanzado producciones hasta de 288 metros estéreos* de leña en plantaciones de 5,3 años, cuando se planta en suelos fértiles, sin compactación y con una estación seca bien definida (Salazar *et al*, 1987).



Figura 5. Plantación de *L. leucocephala* después del primer aprovechamiento a los 5 años.

*/ un metro estéreo equivale a una pila de madera de 1m x 1m x 1m.

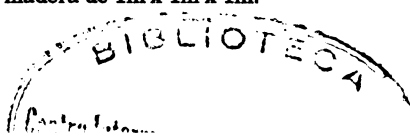




Figura 6. Aprovechamiento de la especie para leña. (F. Madeleña)

Como árboles para sombra

La *L. leucocephala* y *L. diversifolia* por ser especies fijadoras de nitrógeno, de fácil manejo y alta capacidad de rebrote, son ideales como árboles para sombra de café (Figura 7). Estas especies, usualmente se utilizan para sombra en cafetales nuevos, donde se plantan a 4,0 m x 4,0 m ó 5,0 m x 5,0 m, al momento de establecer la plantación de café. Usualmente, el finquero inicia las podas de formación del árbol a los dos o tres años.

En Costa Rica la *L. leucocephala* se utiliza como sombra en Guanacaste, a 600 y 700 msnm, donde hay de cinco a seis meses secos, en tanto que la *L. diversifolia* es plantada como sombra en la zona alta de San Ramón, entre 1100 y 1300 msnm y con cuatro o cinco meses secos al año.

Cuando se utiliza como sombra en cafetales, es necesario realizar podas anuales. Esta poda debe ser parcial, dejando siempre parte de la copa viva, la cual debe levantarse por lo menos 1,0 m arriba de la copa del cafeto.

Bajo estas condiciones, la especie es una excelente fuente de leña anual, además que contribuye a mejorar las condiciones del suelo ya que tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, además del aporte de materia orgánica.



Figura 7. Utilización de leucaena como sombra en cultivos nuevos de café. (Fotografía: Madeleña)

En la zona de Hojancha, Costa Rica; el recolector de café se queja de que en la época de la cosecha de café, la leucaena se defolia y las hojuelas incomodan al recolector ya que estas se le adhieren al cuerpo húmedo y le provocan picazón.

Para producción de forraje

Dada la alta digestibilidad del follaje de leucaena (60-70%), el cual contiene entre 20 y 27 por ciento de proteína, caroteno, vitamina K y otros nutrientes, la especie está siendo muy utilizada para producir forraje (Hedge, 1983; Patha y Patil, 1983). Para este fin, se han investigado varias densidades de plantación, por ejemplo, en la India se encontró que densidades de 100 000 a

150 000 árboles/ha ayudan a controlar la maleza eficientemente y se logran rendimientos altos de forraje (Hedge, 1983). Con densidades

de 66 600 árboles/ha y cosechas a intervalos de 60 días y 30 cm de altura, se logran producciones anuales de 23 tm/ha; las producciones mejores se obtienen cuando se realiza la cosecha a un metro de altura (Patha y Patil, 1983).

En Honduras, en un rodal de *L. leucocephala* K-8 plantado a una densidad de 5917 árboles/ha, se obtuvo producciones de 7,1 y 10,6 tm/ha de follaje seco a 2,1 y 3,1 años respectivamente. A esta edad el 66 y 72 por ciento del producto, total era leñoso (Zavala, 1989).

Para producir forraje, se sugiere establecer rodales a densidades de 20 000 árboles/ha (0,50 m x 1,00 m) y realizar la primera cosecha un año después de la plantación. Las cosechas siguientes pueden practicarse cada tres meses en la época de lluvia y cada cuatro o cinco meses en la época seca, con el objeto de no permitir al material que se lignifique demasiado (Figura 8).

Guillén y Huezco (1989), observaron que la harina de leucaena puede sustituir el 100% de la harina de algodón en la alimentación de vacas lecheras en El Salvador. También determinaron una producción de 14,7 tm/ha, de follaje verde en plantaciones de 3333 árboles/ha, a los 12 meses de edad al primer corte y cinco meses de edad el segundo corte de rebrotes de 2,3 m de altura.

Como cultivo en callejones

Por las características de crecimiento y múltiples usos de la especie, ésta se ha venido utilizando frecuentemente como el componente arbóreo en el sistema de cultivos en callejones, donde se planta con cultivos agrícolas como maíz, frijol, tubérculos o gramíneas para corte. En este sistema agroforestal la especie se utiliza para distintos fines, como producción de leña, producción de forraje, cortina rompevientos, estabilización de suelos cuando se planta en curvas a nivel y mejoramiento de suelo a través de la fijación del nitrógeno atmosférico y la incorporación del follaje (Figura 9).

Cuando es cultivada en callejones para producir principalmente leña o carbón, se puede plantar a 1,0 m entre árboles en la línea y 3,0 m a 5,0 m entre callejones. Esta separación



Figura 8. Aprovechamiento del forraje de *L. leucocephala*, para alimentar ganado vacuno. (F. Madeleña)

entre callejones depende del cultivo a intercalar, la pendiente del terreno y el objetivo de la plantación. La primera cosecha se puede hacer a los dos, tres o cuatro años y las siguientes cada año o año y medio. Si el follaje no se utiliza para alimentar ganado, puede esparcirlo sobre el terreno para mejorar la fertilidad del suelo.

Si el interés es utilizar el componente arbóreo como forraje o abono verde, se debe plantar el árbol a 25 cm uno del otro y 3,0 m ó 4,0 m entre líneas. La primer cosecha se puede hacer al año o al segundo año y las siguientes cada tres o cuatro meses según la recuperación de los rebrotes y la época del año.

Como componente en cortinas rompevientos

En cortinas rompevientos, la leucaena debe ser plantada como el componente de porte medio de la cortina. Por ejemplo, en la parte central de la cortina se planta una o dos líneas de árboles de porte alto, como *Eucalyptus camaldulensis* y luego a ambos lados se planta una línea de leucaena a 2,0 m entre árboles, de esta forma, la

leucaena ayudará a cubrir la parte media de la cortina, y ayuda así a reducir de forma más efectiva la velocidad del viento (Figura 10).

La separación entre cortinas dependerá de la topografía del terreno y la velocidad del viento. Si el terreno es plano, usualmente se usa una separación de 100 m entre cortinas. Tanto las líneas de árboles de porte alto como la leucaena deben ser manejadas periódicamente para que la cortina no pierda su efectividad.

Los árboles de leucaena pueden ser cosechados cada tres o cuatro años en forma alterna uno de por medio en una línea y el año siguiente se interviene la otra línea.

El producto puede ser utilizado para leña, madera para mangos de herramientas, forraje y abono verde.

Espaciamiento de plantación

La leucaena es una especie de porte bajo y crecimiento rápido. Como en la mayoría de las especies forestales, el crecimiento en altura no es afectado en forma significativa por la densidad de plantación; mientras que el crecimiento en dap si se ve fuertemente afectado por la densidad de plantación como lo han demostrado los estudios realizados en los países centroamericanos. Este efecto se presenta principalmente después del primer año, cuando la competencia por luz, agua y nutrientes se empieza a hacer más evidente. Por lo tanto, es importante definir adecuadamente la densidad de plantación según los objetivos de la misma y según la calidad del sitio.

La especie tiene la característica de desarrollar de uno a tres ejes o fustes por árbol, conforme disminuye el número de árboles por hectárea. En Costa Rica, se observó que en suelos con factores limitantes para la especie en rodales con espaciamiento de 2 x 2 m, el 40 por ciento de los árboles presentaron más de un eje y en el espaciamiento 3 x 3 m, se observó un 65% de bifurcación. En sitios con suelos adecuados para la especie en el espaciamiento de 2 x 2 m, no se observaron árboles bifurcados debido al crecimiento rápido y la competencia fuerte que se presentó en el rodal; mientras en el espaciamiento de 5 x 5 m, el 88 por ciento de los árboles mostraron entre dos y cuatro ejes (Salazar *et al*, 1987).

Por esta característica de bifurcarse, así como por la variedad de usos que tiene la leucaena, se han realizado investigaciones para definir el espaciamiento adecuado según el producto de interés. Las

pruebas de densidades de plantación realizadas en Nicaragua, indican que el dap disminuye significativamente al aumentar la densidad de plantación. La altura total no resultó afectada por la densidad de plantación. Resultados similares se observaron en San Pedro Sula, Honduras, el Cuadro 3 resume el comportamiento de los árboles a diferentes densidades y diferentes edades.



Figura 9. Cultivo de leucaena en callejones.
(Fotografía A. Joseph).

No se observaron diferencias significativas en producción al probar nueve densidades de plantación, desde 400 hasta 1000 árboles/ha en Honduras (Martínez y Sandoval, 1989).

En el Cuadro 3, se observa que entre las densidades de 10 000 y 2000 árboles/hectárea se produce una diferencia de 54 por ciento en el dap a los 5 años.



Figura 10. Uso de leucaena como cortina rompivientos.
(Fotografía A. Joseph).

Cuadro 3. Respuesta de la *L. leucocephala* a la densidad de
plantación en San Pedro Sula, Honduras.

Densidad de plantación (No. de árb./ha)	Edad en Meses						Sobrevivencia 61 meses. (%)
	12	24	60	12	24	61	
	dap (cm)						
10 000	4,0	5,9	8,5	2,4	3,2	4,5	87
6667	3,8	5,7	9,5	2,5	3,4	5,5	85
5000	4,2	5,8	9,7	2,3	3,7	6,0	92
4400	3,6	6,3	9,4	2,4	3,8	6,1	87
4000	3,8	5,6	9,8	2,3	4,0	6,3	95
3333	3,6	6,2	10,4	2,5	4,4	6,9	95
2666	3,0	6,3	10,2	1,6	4,6	7,3	83
2500	3,1	5,9	10,0	1,8	4,3	7,1	99
2000	3,2	6,3	10,5	2,0	5,0	8,2	100

Fuente: Martínez y Sandoval (1981).

Camacho *et al* (1989), observaron resultados similares en una prueba de densidades (400, 1111, 1600 y 2500 árboles/ha) en Honduras, donde el dap fue claramente afectado por la densidad desde 1,5 años. La altura total mostró el efecto de la densidad hasta los 3,6 años. También se observa que al aumentar el espaciamiento, aumenta la frecuencia de árboles con múltiples ejes, pasando desde cero por ciento, o sea, un solo eje cuando se planta a 2 m x 2 m, hasta 80 por ciento en el espaciamiento 5 m x 5 m. Resultados similares fueron observados por Salazar *et al*, (1988) en Costa Rica (Figura 11).



Figura 11. Plantación de 5,3 años de *L. leucocephala* a 5 m x 5 m; predominan tres ejes por árbol (Tomado de Salazar *et al*, 1987). (Fotografía M. Montero).

La Figura 12 muestra el efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de leucaena en altura total en varios sitios de Costa Rica. Se puede observar que existe una clara respuesta de la especie a las condiciones del sitio. Por ejemplo, el sitio Turrialba no reúne las condiciones ideales para el desarrollo de la especie; además, se observa que en los tres sitios la altura fue poco afectada por la densidad de plantación, no obstante, en el espaciamiento 2,0 m x 2,0 m se obtuvo las mayores alturas a los 5,4 años.

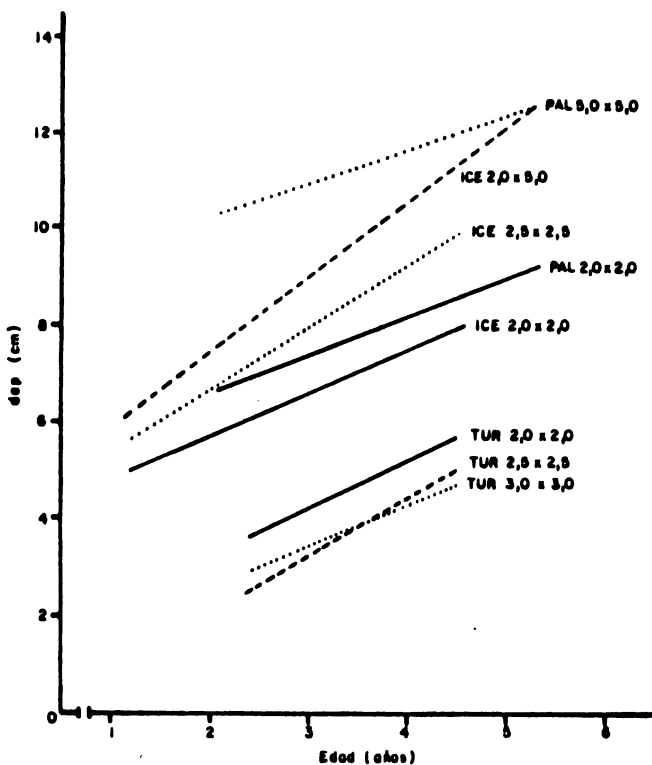


Figura 12. Efecto del espaciamiento de plantación sobre el crecimiento en dap de leucaena a diferentes edades en tres sitios de Costa Rica (Tomado de Salazar *et al*, 1987).

La Figura 13 muestra que el dap aumenta, al aumentar el espaciamiento entre árboles; para el sitio Turrialba (TUR) el efecto es inverso, debido a que al tener el sitio condiciones inapropiadas por alta humedad y alto contenido de arcilla, a mayor espaciamiento, fue mayor la competencia de la maleza, la cual redujo el crecimiento de los árboles (Salazar *et al*, 1987).

En una prueba de tres densidades de plantación en La Máquina, Guatemala, se determinó que a los 2,7 y 3,8 años, las densidades de 2500, 5000 y 10 000 árboles/ha mostraron diferencias estadísticamente significativas, estas diferencias desaparecieron a los 4,7 años. El dap, desde 1,6 años, mostró diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos, y a los 4,7 años el dap promedio para la densidad de 2500 árboles/ha fue de 6,5 cm, y para 10 000 árboles/ha fue de 4,7 cm; esto significa un incremento en diámetro de 38 por ciento, el cual es muy importante desde el punto de vista del volumen de producción y de la calidad de los productos (Martínez *et al*, 1988).

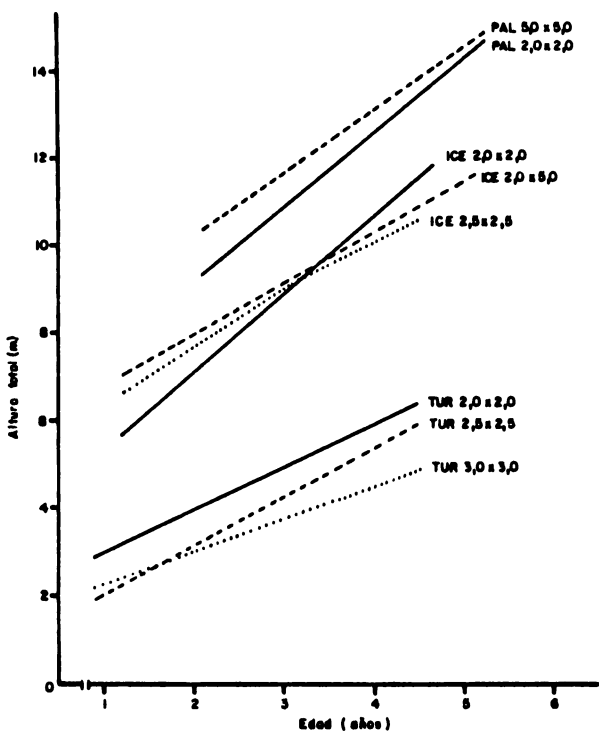


Figura 13. Efecto del espaciamiento de plantación en el crecimiento en altura total de *L. leucocephala* a diferentes edades en tres sitios de Costa Rica. (Salazar *et al*, 1987).

Mantenimiento de las plantaciones

Como ya se indicó, la leucaena se puede establecer por siembra directa, plantación en bolsa o a raíz desnuda. A pesar de que la leucaena es una especie de crecimiento rápido, el desarrollo durante los tres o cuatro primeros meses en el campo es lento; además, a esta edad el árbol no ha desarrollado copa y usualmente se trata de un solo eje principal con muy pocas ramas. Esta característica obliga a realizar un buen control manual de las malezas durante el primer año de crecimiento. Si el control es inapropiado, permitirá que las malas hierbas compitan por espacio y nutrientes con el árbol, lo cual reduce considerablemente el crecimiento. Después del primer año las copas ya han empezado a desarrollarse y ayudan a controlar en forma natural la maleza. Lógicamente, el problema de las malas hierbas es mayor en suelos fértiles y durante la época de lluvia.

Los resultados de una prueba de control de malezas realizada con leucaena, mostró que a los 12 meses el crecimiento en altura total y dap para los tratamientos de chapeo y comaleo

alrededor del árbol cada 60 días durante los primeros seis meses, fue 26 y 38 por ciento, respectivamente, superior al testigo, el cual sólo recibió el mismo tratamiento a los primeros 60 días y luego no se controló más la maleza. El efecto del tratamiento se vió reducido después de los 24 meses donde la diferencia en altura total fue mínima y el dap fue sólo 15 por ciento superior al testigo. Estos resultados indican que el crecimiento inicial se ve estimulado cuando la base del árbol está libre del efecto de las malezas (Sandoval *et al*, 1989).

Una vez que las copas se cierran y el efecto de sombra reduzca la acción de las malezas, la labor de control de las malas hierbas por medio del comaleo o rodajeo, no tiene mayor importancia sobre el crecimiento.

Efecto de la fertilización

La leucaena es una especie para suelos alcalinos o ligeramente ácidos, donde usualmente hay una concentración mayor de calcio y fósforo asimilable para la planta. En Honduras, fue establecido un ensayo de fertilización con leucaena para estudiar la respuesta inicial a la aplicación de nitrógeno y fósforo, (NP-150 g/planta), calcio (carbonato de calcio 30 g/planta) y boro (borax 5 g/planta); el sitio experimental es plano con textura franca, pH 5,6, 3 por ciento de materia orgánica y buen drenaje. Los resultados a los 12 y 24 meses no mostraron diferencias importantes entre los tratamientos y el testigo. Es posible que el sitio dispone de los nutrientes suficientes para la planta o que los tratamientos probados no fueron los adecuados (Ordóñez *et al*, 1989).

Estudios de fertilización realizados en Las Filipinas han mostrado una respuesta muy favorable de la especie a aplicaciones de calcio y fósforo, principalmente en suelos ácidos donde estos elementos no están fácilmente disponibles (Conklin, 1986). En República Dominicana se observó, a los 12 meses en un suelo de potrero compactado y con pH 7,3, un incremento en altura de 20 por ciento sobre el testigo al aplicar 125 g/árbol de urea y superfosfato simple (Knudson *et al*, 1988).

En Fiji se observó una respuesta positiva del crecimiento inicial de leucaena al aplicar fósforo y limo en suelos oxisoles (Tilo, 1978).

Se ha detectado que la especie, aunque plantada en suelos alcalinos (pH 8,1), no responde positivamente si el contenido de fósforo es deficiente. En Filipinas se observó que a los siete años, la

leucaena alcanzaba hasta 7,0 m de altura y 6,8 cm en dap en suelos con pH 5,6 y 6,3, mientras que en suelos con pH 8 la altura era de 1,6 m y el dap de 0,8 cm, ésto por el bajo contenido de fósforo en el suelo alcalino (Gupta y Patil, 1984).

Problemas de plagas y enfermedades.

Por ser una especie muy apetitosa, las plantaciones deben ser protegidas del ganado, principalmente durante el primer año cuando los árboles están iniciando el desarrollo.

En Panamá, se presentó el ataque de un cerambicido en un rodal de dos años. El insecto perforó un anillo arriba de los 2,0 m de altura en el fuste; también se presentaron ataques de *Centrimospis linnelus* (Leconte), picudo que ataca el follaje (Gutiérrez, 1985).

En América Central, también se han detectado daños causados por ratas, principalmente durante los primeros meses después de plantada. Este problema debe controlarse aplicando cebos envenenados. Igual tratamiento hay que usar cuando la plantación se establece por siembra directa y las ratas empiezan a destruir las semillas.

Las hormigas cortadoras (*Atta* spp) también provocan fuertes daños a las plantaciones jóvenes, utilizando un insecticida granulado las hormigas son fácilmente controladas. En algunos países asiáticos como Filipinas y en Hawaii donde la leucaena está siendo cultivada a escala comercial, principalmente para producción de bioenergía, se han presentado ataques muy fuertes del defoliador *Heteropsylla* spp, principalmente al final de la época seca (Brewbaker *et al*, 1985). En Costa Rica se han observado ataques esporádicos, pero los daños no han sido tan fuertes, posiblemente por no existir plantaciones grandes.

3. MANEJO

La especie es de porte bajo y crecimiento rápido. El tallo usualmente se bifurca desde abajo predominando dos o tres ejes, esta característica es más frecuente a bajas densidades por hectárea; el crecimiento en dap resulta fuertemente afectado por la densidad de plantación.

Los mejores crecimientos se obtienen en suelos alcalinos o ligeramente ácidos no compactados. Los resultados de crecimiento de la especie en América Central son relativamente variables como consecuencia de la variación de las condiciones de sitio y las densidades de plantación utilizadas. La producción de biomasa y leña resulta igualmente influenciada por estos factores. La densidad de 2500 árboles/ha en general mostró los mejores resultados de crecimiento y producción de biomasa y leña.

La especie tiene una alta capacidad de rebrote, estos pueden ser utilizados para forraje, leña o tutores.

Crecimiento y rendimiento

En Costa Rica en los sitios Pocosol y Javillos en Cañas Guanacaste, en suelos de potrero y pH 5,8, a los 5,5 y 4,2 años se alcanzó un dap promedio de 6,8 y 7,0 cm, respectivamente, mientras que en La Palma en suelos de mejor calidad, pH 5,6 el dap a los 5,3 años fue de 9,2 cm y, en Belén en suelos con pH de 6,6 y sin compactación, a los 5,4 años, la especie alcanzó un dap de 11,9 cm (Salazar *et al*, 1987). El Cuadro 4 resume algunos datos sobre el crecimiento de la *L. leucocephala* en varios sitios donde se ha plantado en América Central.

Cuadro 4. Crecimiento de *L. leucocephala* en varios sitios de América Central.

País	Edad (Meses)	N ₁	N ₂	dap (cm) \bar{x}	h (m) \bar{x}	AB (m ² /ha) \bar{x}
GT	43	5000	4400	2,80	3,10	2,7
GT	57	2500	2200	6,30	9,40	6,8
GT*	25	2500	1800	3,43	3,10	1,6
HN	54	3333	2799	6,05	6,70	8,1
HN*	72	3333	3133	7,40	9,90	13,5
HN*	52	5952	5952	6,25	8,80	18,7
HN	44	4444	4444	3,90	3,10	5,3
HN	58	2500	2500	4,10	4,40	3,3
SV*	17	2500	2400	4,00	3,98	3,1
SV*	15	2500	2325	5,03	4,58	4,7
NI	58	5000	3600	5,40	6,40	8,2
NI	65	2500	2000	5,80	9,00	5,3
NI*	56	3333	3200	7,05	7,30	9,2
CR	57	400	384	8,70	4,80	2,3
CR*	32	2500	2200	6,20	6,97	6,8
CR	39	2500	2500	6,00	9,40	7,1
PA*	64	2500	2150	7,05	8,50	8,5
PA*	51	2500	2237	5,05	6,07	4,6
PA*	56	2500	2450	5,85	7,50	6,6

(Fuente: Salazar *et al.*, 1987).

* promedio de varias parcelas

N₁ número de árboles iniciales

N₂ número de árboles actuales

GT Guatemala

HN Honduras

SV El Salvador

NI Nicaragua

CR Costa Rica

PA Panamá

dap Diámetro a la altura del pecho

h Altura

AB Area basal

Rendimiento

Por las características de los productos y los posibles usos de la leucaena, resulta más apropiado conocer la capacidad de producción de la especie en términos de biomasa seca área total, tanto del material leñoso, como del follaje que se utiliza como "mulch", harina o follaje. La producción en volumen de madera rolliza no es de importancia, dado que la especie usualmente no alcanza diámetros para aserrar.

La producción de biomasa así como la proporción de los distintos componentes (fuste, ramas, follaje), está determinada en parte, por la densidad de plantación, edad, calidad del sitio y el manejo a que ésta haya sido sometida, por la época de cosecha, ya que la especie reduce el follaje en la época seca.

Los factores de suelo y clima que más influyen en su rendimiento son la altitud, grado de erosión de suelo, largo de la estación seca, disponibilidad de zinc y materia orgánica. (Campos, 1990).

L. leucocephala K-8 mostró en el Pacífico Seco de Costa Rica y para edades entre 2,4 y 5,4 años y entre 400 y 2500 árboles/ha, un incremento medio anual de 11,6 tm/ha de biomasa seca total y 11,1 tm/ha de leña en peso seco. En la misma región, los sitios mejores como La Palma, mostraron producciones de 17,0 tm/ha y 15,0 tm/ha de biomasa y leña seca, respectivamente, en rodales de 2500 árboles/ha. Para densidades de 1200 árboles/ha, la producción fue de 14,0 y 13,2 tm/ha de biomasa total aérea y leña seca, respectivamente. Como se puede observar entre 1200 y 2500 árboles/ha, existió una diferencia de sólo 21 por ciento en la producción de biomasa y 20 por ciento en la producción de leña, esta pequeña diferencia se debe a que en la densidad menor los árboles normalmente presentan, más de un eje. Para *L. diversifolia* se reportan incrementos de 9,0 tm/ha y 5,3 tm/ha de fuste y follaje, respectivamente, a los 2,6 años para densidades de 2500 árboles/ha (Salazar *et al*, 1987).

En el Cuadro 5 se resume los resultados del análisis de producción de parcelas de *L. leucocephala* y *L. diversifolia* en Costa Rica, en donde se observan producciones de biomasa desde 9,1 hasta 89,8 tm/ha. El Cuadro 6, muestra los resultados registrados a los 2,6 años, en una prueba de especies, variedades y procedencias de leucaena en Urabá, Colombia.

Cuadro 5. Rendimiento en términos de biomasa total aérea de *L. leucocephala* y *L. diversifolia* en Costa Rica.

Sitio	Especia- miento (m)	Producción en peso seco (tm/ha)				Leña de Fuste		Gravedad específica (g/cm ³)				
		Edad (años)	Fuste	Ramas	Folleaje	Total parte aérea	IMA* Leña (fustes + ramas)		Biomasa Total aérea	Esté- reos*	Poder calórico (KJ/kg)	Contenido cenizas (%)
<i>L. leucocephala</i>												
MAG	2,0 x 2,0	5,4	57,2	12,5	5,7	75,4	12,9	14,0	218	18 977	0,55	0,44
SRI	2,0 x 2,0	2,4	17,5	4,8	3,7	26,0	9,3	10,8	133	18 559	0,63	0,51
PALI	2,0 x 2,0	5,3	74,3	9,8	5,7	89,8	15,9	17,0	288	18 455	0,72	0,64
PAL12	2,0 x 5,0	5,3	50,3	19,5	4,7	74,5	13,2	14,1	264	18 768	0,75	0,77
ITC	2,0 x 2,0	4,1	18,6	-	2,1	20,7	4,5	5,0	95	18 908	0,61	0,43
LIH	2,0 x 2,0	3,4	22,6	5,2	3,4	31,2	8,2	9,2	90	18 559	-	0,77
ICE1	2,0 x 2,0	5,3	36,6	6,5	3,6	46,7	8,1	8,8	147	17 953	0,63	0,43
ICE2	2,5 x 2,5	4,1	34,8	16,1	3,5	54,4	12,4	13,3	-	17 783	-	-
ICE3	2,0 x 5,0	5,3	36,7	20,8	4,2	61,7	10,8	11,6	197	18 663	0,62	0,71
TUR1	2,0 x 2,0	4,5	18,7	-	4,0	22,7	4,2	5,1	30	-	-	-
TUR2	2,5 x 2,5	4,5	9,7	-	2,7	12,4	2,2	2,8	30	-	-	-
TUR3	3,0 x 3,0	4,5	6,8	-	1,6	8,4	1,5	1,9	36	-	-	-
MAR	2,0 x 2,0	5,4	40,5	7,9	4,1	52,5	9,0	9,8	156	18 852	0,68	0,79
<i>L. diversifolia</i>												
UCR	2,0 x 2,0	2,6	23,4	-	13,9	37,3	9,0	14,3	83	16 804	-	-
PAZ	3,7 x 3,7	1,3	5,2	-	5,1	10,3	4,0	7,9	24	18 810	0,42	0,73
PIS	2,5 x 3,8	1,4	3,9	-	2,2	6,1	2,8	4,4	16	18 977	0,36	0,66

Fuente: Salazar *et al.*, (1987).

* IMA incremento medio anual en tm/ha.

** estéreos de leña.

Cuadro 6. Características de crecimiento y rendimiento de procedencia y especies de leucaena a los 2,6 años, en Urabá, Colombia

Especies-Varietades-Procedencias	Altura total (m)	Diámetro a 10cm del suelo (cm)	Peso Verde					
			Leña		Follaje		Biomasa total kg/árbol ton/ha	
			kg/árbol	ton/ha	kg/árbol	ton/ha		
1. <i>Leucaena collinsii</i>	4,2	3,7	1,9	4,7	0,5	1,2	2,4	6,0
2. <i>Leucaena diversifolia</i>	5,9	5,7	7,4	18,5	1,2	3,0	8,6	21,5
3. <i>Leucaena esculenta</i>	6,3	9,1	38,6	96,5	4,4	11,0	43,8	107,5
4. <i>Leucaena leucocephala</i> "K-4"	5,5	5,6	9,1	22,7	1,8	4,5	10,8	27,2
5. <i>Leucaena leucocephala</i> "K-8"	5,6	5,9	9,6	24,0	1,4	3,5	10,9	27,5
6. <i>Leucaena leucocephala</i> "K-72"	6,3	9,4	28,9	72,2	3,7	9,2	32,7	81,5
7. <i>Leucaena leucocephala</i> El Salvador	6,4	8,6	36,9	92,2	8,1	20,2	45,0	112,5
8. <i>Leucaena leucocephala</i> Proc Tumaco	6,1	8,5	27,4	68,5	3,5	8,7	30,8	77,2
9. <i>Leucaena leucocephala</i> Proc Arboletes	5,1	6,2	13,4	33,5	2,8	7,0	16,2	40,5
10. <i>Leucaena leucocephala</i> Proc Apartado	5,2	6,2	10,4	26,0	2,4	6,0	12,8	32,0

Fuente: Vega (1986).

El Cuadro 6, muestra los resultados registrados a los 2,6 años, en una prueba de especies, variedades y procedencias de leucaena en Urabá, Colombia.

El crecimiento en altura total y dap de la especie, en América Central, se ilustra en la Figura 14. Se puede observar, como a partir del tercer o cuarto año, la tasa de crecimiento anual empieza a disminuir, debido al turno corto de la especie.

En términos de área basal se han observado crecimientos que fluctúan entre 7,1 y 18,2 m²/ha en parcelas de cinco años, con densidades de 2500 árboles/ha (Cuadro 4) (Zavala, 1989). En un rodal de 3,4 años, en Lejamaní, Honduras, plantado a 5917 árboles/ha (1,3 x 1,3m), se determinó una producción de 57 tm/ha de biomasa seca, de este total 49 tm/ha fueron de fustes y ramas, y 8 tm/ha de follaje. Este sitio se caracterizó por tener una elevación de 600 msnm, 855 mm de precipitación anual y 23,6°C de temperatura, con suelo profundo y pH 6,3.

A los cinco años en San Pedro Sula, Honduras, a 50 msnm, 1874 mm de precipitación anual, 26,0°C de temperatura media y suelo franco con pH de 5,6, se obtuvo una producción de 63,7 tm/ha de biomasa aérea seca (51,6 tm/ha de fustes y leña y 12,1 tm/ha de follaje), a una densidad de 2500 árboles/ha.

En Panamá, en el sitio Loma Larga, Los Santos caracterizado por un pH de 6,2 y sin compactación, la especie plantada a 2,0 x 2,0 m, alcanzó a los 2,5 años una altura total de 6,2 m y 4,3 cm en dap. Bajo estas condiciones, el primer aprovechamiento fue realizado a los 2,5 años y se obtuvo una producción de leña de 33 estéreos/ha leña. Por el crecimiento rápido de los rebrotes, los aprovechamientos siguientes en este sitio se realizaron anualmente para producción de tutores para tomate (Gutiérrez, 1984).

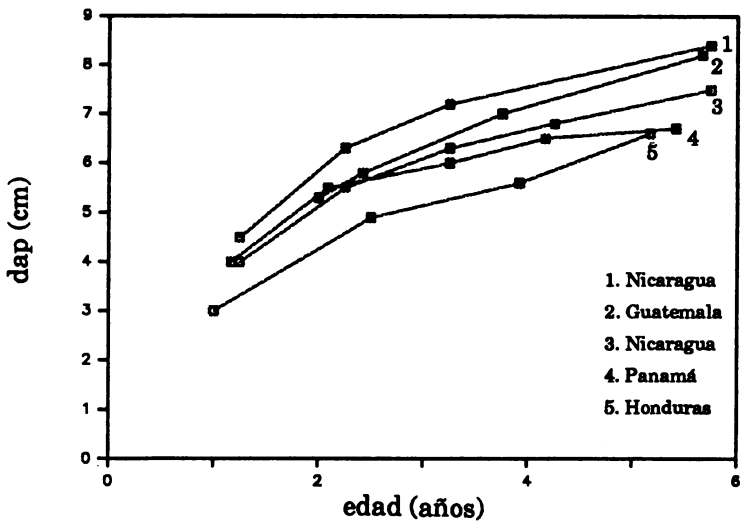
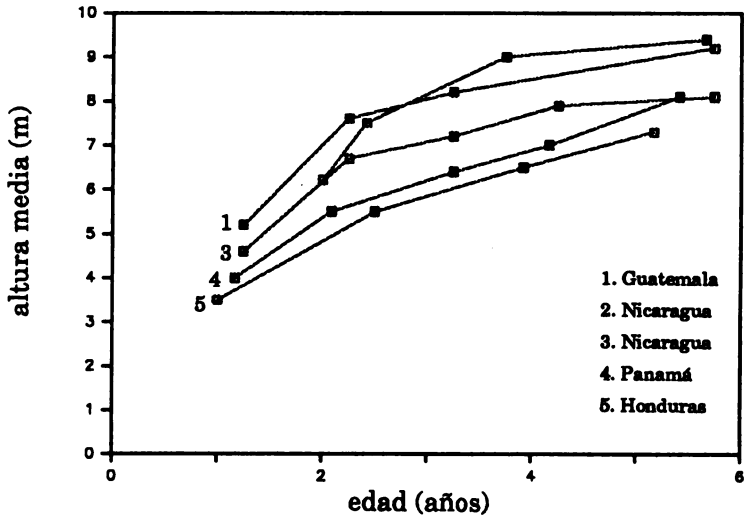


Figura 14. a) Crecimiento en altura total b) diámetro (dap) de *L. leucocephala* en algunos sitios de América Central.

Modelos para predecir el crecimiento y rendimiento de leucaena.

Se han desarrollado modelos para predicción del crecimiento y rendimiento de leucaena en América Central por Hughell (1990), quien utilizó información de 117 parcelas permanentes, con un rango amplio, tanto de edad como de sitios. En el Cuadro 7 se resume el rango de dispersión de las variables utilizadas.

Cuadro 7. Rango de dispersión de las variables analizadas en 117 parcelas permanentes de *L. leucocephala* en América Central para desarrollar modelos de crecimiento y rendimiento.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo
Edad (meses)	35	12	83
N. inicial (n/ha)	4575	278	13333
N. actual (n/ha)	4277	264	12933
N. eje (n/ha)	4755	320	13000
Supervivencia (%)	94	64	100
dap (cm)	4,9	1,6	10,8
Altura total (m)	6,3	2,3	12,0
Altura dominante (m)	7,4	1,9	15,0
Índice de sitio	9,4	6,2	14,4

Fuente: Hughell, (1989).

N: número de árboles/ha; dap: diámetro a la altura del pecho.

El modelo global desarrollado por Hughell (1989), consiste en una serie de ecuaciones para estimar los diferentes componentes de la plantación. La Ecuación 1 permite estimar el índice de sitio (IS), desarrollado con base en el modelo de "a común" y utilizando una edad base de 48 meses. Partiendo de este modelo, y utilizando la información de campo disponible, se obtuvo los tres IS que se muestran en la Figura 15.

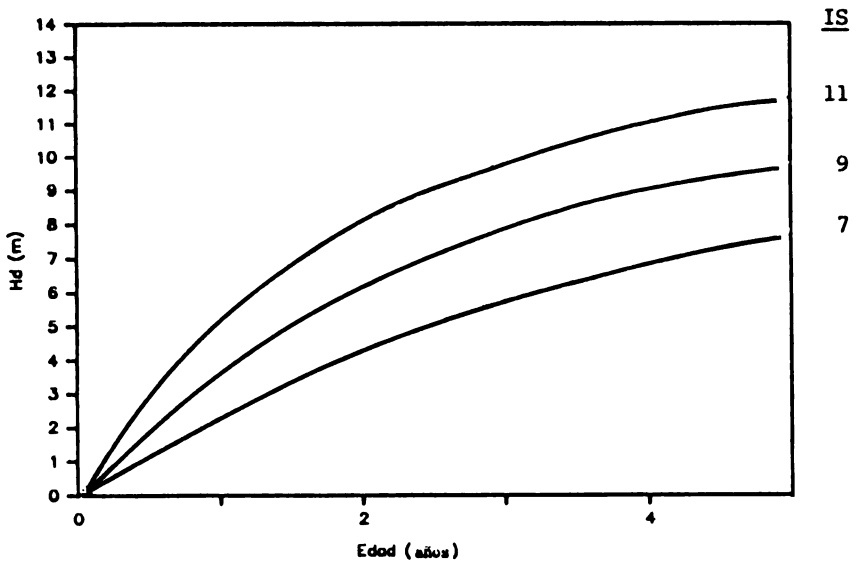


Figura 15. Curvas de índice de sitio para *L. leucocephala* en América Central (Hughell, 1990).

Ecuación 1.

$$\ln (IS) = a + (\text{edad}^k / \text{edad base}^k) (\ln (hd) - a)$$

$a = 3,168$
 $k = 0,4557$
 edad base = 48 meses
 $R^2 = 88 \%$
 $n = 613$

La Ecuación 2 se aplica para estimar el número actual de árboles por hectárea. De acuerdo con el modelo, la mortalidad se presenta mayormente durante el primer año; en los años siguientes la densidad se mantiene constante.

Ecuación 2.

$$\begin{aligned} N. \text{ actual} &= a * N \text{ inicial} \\ a &= 0,940 \end{aligned}$$

Con la Ecuación 3, haciendo uso del IS y la edad, se puede estimar la altura media de los árboles en el rodal.

Ecuación 3.

$$\ln (h) = a + b / \text{edad} + c \ln (\text{IS})$$

$$\begin{aligned} a &= 0,6707 & (0,0739)^{1/} \\ b &= -15,74192 & (0,3123) \\ c &= 0,7708 & (0,0326) \\ R^2 &= 84 \% \\ n &= 598 \end{aligned}$$

Con la Ecuación 4 y con base en el IS y la edad, se estima el dap promedio de los árboles en el rodal.

Ecuación 4.

$$\text{dap} = c_1 \text{ IS} (1 - \text{Exp} (-c_2 * (10\ 000/N \text{ inicial})^{c_3} \text{ edad}))^{(c_4 * \text{IS} ^{c_5})}$$

$$\begin{aligned} c_1 &= 1,3716 & (0,2745)^{1/} \\ c_2 &= 0,004592 & (0,00240) \\ c_3 &= 0,3678 & (0,0212) \\ c_4 &= 0,1650 & (0,0405) \\ c_5 &= 0,5562 & (0,1341) \\ R^2 &= 76 \% \\ n &= 611 \end{aligned}$$

Una vez que ha sido calculado el dap y la altura promedio del rodal, utilizando la Ecuación 5 desarrollada por Camacho *et al*, (1989), es posible estimar la producción de leña, en peso seco por árbol.

Ecuación 5.

$$\begin{aligned} \text{PSL} &= b (\text{dap}^2 * h) \\ b &= 0,025 \\ R^2 &= 96 \% \end{aligned}$$

^{1/} el dato entre paréntesis corresponde al error estándar del coeficiente.

Haciendo uso secuencial de estas cinco ecuaciones, es posible preparar tablas de rendimiento para *L. leucocephala*, para distintos IS y distintas densidades de plantación. El Cuadro 8 presenta tres tablas de rendimiento para los índices de sitio 7,9 y 11 m y para una densidad de plantación inicial de 2500 árboles/ha.

Se puede observar que, para un rodal de 5 años, la producción de leña seca corresponde de 13,8, 23,9 y 36,5 tm/ha según el IS sea 7, 9 u 11, respectivamente.

Cuadro 8. Tablas de rendimiento de *L. leucocephala* para índices de sitio de 7, 9 y 11 m y densidad de 2500 árboles por hectárea, en América Central.

IS = 7 m N inicial = 2500 árboles/ha					
Edad (años)	N (N/ha)	dap (cm)	h (m)	G (m ² /ha)	PSL (t/ha)
1	2350	2,9	2,4	1,6	1,19
2	2350	4,0	4,5	3,0	4,32
3	2350	4,8	5,7	4,2	7,65
4	2350	5,4	6,3	5,4	10,83
5	2350	5,9	6,7	6,4	13,78

IS = 9 m N inicial = 2500 árboles/ha					
Edad (años)	N (N/ha)	dap (cm)	h (m)	G (m ² /ha)	PSL (t/ha)
1	2350	3,2	2,9	1,8	1,68
2	2350	4,5	5,5	3,8	6,68
3	2350	5,6	6,9	5,7	12,47
4	2350	6,4	7,7	7,5	18,28
5	2350	7,1	8,2	9,2	23,90

IS = 11m N inicial = 2500 árboles/ha					
Edad (años)	N (N/ha)	dap (cm)	h (m)	G (m ² /ha)	PSL (t/ha)
1	2350	3,3	3,3	2,0	2,12
2	2350	4,9	6,4	4,5	9,20
3	2350	6,2	8,0	7,1	18,00
4	2350	7,2	8,9	9,6	27,27
5	2350	8,1	9,6	12,0	36,50

Manejo de rebrotes

La leucaena tiene una alta capacidad de rebrote; esta característica permite utilizarla para producir distintos productos en periodos relativamente cortos.

Se han realizado experiencias con el objeto de definir frecuencias y altura de corte. En general, los resultados indican que para producción de forraje, el aprovechamiento de los rebrotes puede realizarse cada tres o cuatro meses y a una altura de 1,0 m; cortes más frecuentes reducen la capacidad de rebrotes del tocón. En El Salvador, se obtuvo una producción de 6,7 y 11,7 tm de follaje verde de leucaena en rebrotes de 12 meses, en tocones a 0,30 y 2,30 m de altura, respectivamente. Será necesario investigar un poco más para definir con seguridad si la altura del tocón a 2,30 m es la adecuada para producción de forraje (Guillén y Huezó, 1989).

Para producción de leña o tutores para agricultura, normalmente los cortes se hacen a 30 cm del suelo y los aprovechamientos se pueden realizar cada 12 ó 18 meses según el producto deseado y la rapidez de crecimiento (Figura 16). Los mejores resultados en términos de la dimensión de los productos y el rendimiento, se logran cuando se manejan dos o tres rebrotes por tocón. La selección puede realizarse después del cuarto mes.

Los rebrotes de *L. diversifolia* tienen un comportamiento muy similar. El Cuadro 9 muestra algunos de los resultados obtenidos en Costa Rica con *L. diversifolia*.

En Loma Larga, Panamá, en un sitio plano con suelo ligeramente ácido, se observó que en árboles de 2 años aprovechados a 40 cm del suelo los tocones mostraban entre 12 y 32 rebrotes. Cuatro meses después del aprovechamiento fueron seleccionados los rebrotes más vigorosos por tocón; a los 12 meses se obtuvo los siguientes resultados en crecimiento (Cuadro 10).

Como se puede observar, las diferencias en altura total y dap son mínimas entre tocones con dos o más rebrotes.

En general, la leucaena es fácil de cultivar y provee al hombre una gran variedad de productos y servicios, que puede ser cultivada en fincas pequeñas o medianas, en plantaciones puras, o en combinación con otros cultivos. Su alta capacidad de rebrote y alta calidad de los productos, la convierte en una especie forestal de porte bajo de gran utilidad.



Figura 16. Manejo de rebrotes de *L. leucocephala*. (F. Madeleña).

Cuadro 9. Crecimiento y rendimiento de rebrotes de *L. diversifolia* en La Garita de Alajuela, Costa Rica.

Variables	Primera*	Rebrotes**		Producción total
	cosecha (2,6 años)	1a cosecha (0,8 años)	2a cosecha (1 año)	
Altura total (m)	6,0	5,3	5,3	-
dap eje principal (cm)	4,7	2,9	2,8	-
Ejes/árbol	2,4	5,7	7,1	-
Peso follaje seco (tm/ha)	13,9	10,3	18,9	43,1
Peso leña seca (tm/ha)	23,4	14,9	7,6	45,9
Peso total biomasa Area seca (tm/ha)	37,3	25,2	26,5	89,0
Estéreos/ha	83	41	40	164
Gravedad específica (g/cm ³)	0,54	0,54	-	-
Poder calórico (kJ/kg)	16 084	-	-	-

Fuente: Salazar *et al*, 1987.

* Cosecha del rodal original.

** Cosecha de rebrotes a intervalos de 10 y 12 meses.

Cuadro 10. Efecto del número de rebrotes en el crecimiento de *L. leucocephala* en Panamá, a los 12 meses.

Nº de rebrotes/tocón	Altura (m)	dap (cm)
2	5,2	3,5
3	5,4	3,4
4	5,3	3,2
Todos	5,3	3,2

Fuente: Gutiérrez, 1985.

LITERATURA CITADA

- BREWBAKER, J. *et al.* 1985. *Leucaena* forage production Waimanalo, Hawaii, Nitrogen Fixing Tree Association. 39 p.
- BREWBAKER, J. *et al.* 1985. *Leucaena* - wood production use. Waimanalo, Hawaii, Nitrogen Fixing Tree Association. 50 p.
- CAMACHO, P. 1990. Consideraciones de sitio y manejo para predicción del crecimiento de *Leucaena leucocephala*. In Manejo y aprovechamiento de Plantaciones forestales con especies de uso múltiple (1989, Guatemala, Gua). Actas Reunión IUFRO. Ed. por R.Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p.387-406.
- CAMPOS, J. 1990. Environmental effects on the productivity of *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* in America Central. Theses Ph.D. Oxford, G.B. 279 p.
- CONKLIN, A. 1986. *Leucaena* growth on basic soils. *Leucaena Research Reports*. (EE.UU.) 7:(117-118).
- GHATNGKAR, S.; AUTI, D.; KAMAT, V. 1985. Bio-technology-group, research and development. In *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region*. Ottawa, Can. IDRC. p 109-112.
- GUILLEN, L.; HUEZO, R. 1989. Evaluación de la leucaena (*Leucaena leucocephala*) como sustituto proteico de la harina de semilla de algodón, en alimentación de bovinos lecheros. *Agroforestería (C.R.)* N°4:1-6.
- GUPTA, V.; KEWALRAMANI, N; RAMACHANDRA, K.S.; UPADHYAY, V.S. 1986. Evaluation of leucaena species and hybrids in relation to growth and chemical composition. *Leucaena Research Reports (EE.UU)* 7:(43-44).
- GUPTA, V.; PATIL, B. 1984. Performance of the leucaena species and hybrids. *Leucaena Research Reports* 5 (27-28).

- GUTIERREZ, A. 1985. Crecimiento y rendimiento de proc. *Leucaena leucocephala* en Loma Larga, Panamá. Silvoenergía (C.R.) N°5:1-4
- HALLIDAY, J.; SOMASEGARAN, P. 1983. Nodulation, nitrogen fix, and Rhizobium strain affinities in the genus *leucaena*. In Workshop on *Leucaena* research in the Asian Pacific Region (1982, Singapur). Proceedings. Ottawa, Can., IDRC. p 27-32.
- HEDGE, N. 1983. *Leucaena* forage management in India in *Leucaena* Research in the Asian-Pacific. Región Singapure. Ottawa, Can. IDCR. p 73-78.
- HUGHELL, D.A. 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de: *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. CATIE (C.R.).
- KNUDSON, D., CHANEY, W.; REYNOSO, F. 1988. Fuelwood and charcoal research in the Dominican Republic. West Lafayette, Ind., EE.UU., Purdue University. 181 p.
- MANIDOOOL, CH. 1983. *Leucaena* leaf meal and forage in Thailand. *Leucaena* Research in the Asian-Pacific Region in Proc. of Singapore 1982. Ottawa, Can. IUCR. p 65-68.
- MARTINEZ, H.; ESPINOZA, E.; MORAN, D. 1989. Influencia del espaciamento de plantación en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Reporte Técnico.
- MARTINEZ, H.; SANDOVAL, C.; CALDERON, N. 1989. Efecto del espaciamento en el crecimiento y producción de *Leucaena leucocephala* en San Pedro Sula. Silvoenergía (C.R.) N°31:1-6.
- NAIDU, R. 1986. A glasshouse study of the effect of de lime and phosphorus on the growth of *Leucaena leucocephala* in an oxisol. *Leucaena* Research Reports (EE.UU). 7:31-33.
- ORDOÑEZ, R.; CALIX, J.; SANDOVAL, C. 1989. Respuesta la *Leucaena leucocephala* a la fertilización con nitrógeno, fósforo, boro y calcio en San Pedro Sula, Honduras. (Informe Interno). Turrialba (C.R.), CATIE. s.p.

- PATHA, K.P.; PATIL, B. 1983. *Leucaena* research at Indian Grassland and Fadder Research Institute (IGFRI). In Proc: *Leucaena* Research in the Asian-Pacific Region. Singapore. Ottawa, Can. IUCR. p 3-88.
- POUND, B. and Martínez, B. 1983. *Leucaena* its cultivation and uses. ODA. CORRIPIO, C. POZ, A. Rep. Dominicana. 287 p.
- RUEY SHYANG, H.; YOST, R.; SMITH, W. 1983. Influence of mycorrhiza on growth, nutrient absorption and water relation in *Leucaena leucocephala*. *Leucaena* research reports (EE.UU.). 4:86-87.
- SALAZAR, R.; PICADO, W.; UGALDE, L. 1988. Comportamiento de *leucaena* en Costa Rica. CATIE (C.R.). Serie técnica. Informe Técnico N°115. 50 p.
- SANDOVAL, C.; RODRIGUEZ, N.; VOLKART, C.; MUSALEM, M. 1989. Sobrevivencia y crecimiento de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit bajo diez métodos de control de malezas, en San Pedro Sula, Honduras. (Informe Técnico) Turrialba C.R., CATIE. 5 p.
- TILO, S; DACAYA, J.B; MALIXI, M. 1978. Soil considerations on growing Ipil-Ipil in Philippines. In International consultation on Ipil-Ipil Research (1976, Manila, Filipinas). Papers and proceedings. Washington, D.C. EE.UU., AID. pp. 43-46.
- VEGA, L.E. 1986. Resultados preliminares de la ipil-producción de biomasa de *Leucaena* spp. en Urabá, Antioquia, Colombia. Conif Informa No 5. 16 p.
- ZAVALA, M. 1989. Crecimiento y producción inicial de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). en Lejamani, Honduras. In Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. (1989, Guatemala). Actas Reunión IUFRO. Ed. por R. Salazar, Turrialba, C.R., CATIE. p 503-510.



PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA *

JEFATURA

Rodolfo Salazar, Ph.D.
Douglas Asch, Sr.

Líder Regional
Administración

SILVICULTURA

Miguel Musálem, Ph.D.
David Hughell, M.Sc.
William Vásquez, M.Sc.
Luis Ugalde, Ph.D.

Silvicultor Principal
Modelación
Silvicultura
Manejo de Información

SOCIOECONOMIA

Thomas McKenzie, M.Sc.
Dean Current, M.Sc.

Economista Principal
Socioeconomía/Manejo de
Información
Economía
Economista Asistente

Carlos Reiche, M.Sc.
Manuel Gómez, M.Sc.

EXTENSION

Carlos Rivas, M.Sc.
Ana Loaiza, Bch.

Extensionista Principal
Diseño Gráfico

PAISES

GUATEMALA

Carlos Figueroa, M.Sc.
Eberto de León, Lic.

Coordinador Nacional
Economía

HONDURAS

Rolando Ordoñez, Das.
Juan Pastora, Lic.

Coordinador Nacional
Economía

EL SALVADOR

Hugo Zambrana, M.Sc.
Modesto Juárez, M.Sc.

Coordinador Nacional
Economía

COSTA RICA

Carlos Navarro, M.Sc.
Fabián Salas, Ing.

Coordinador Nacional
Economía

PANAMA

Blás Morán, Ing.
Rafael Tirado, Lic.
Sebastián Sutherland, Das.

Coordinador Nacional
Economía
Silvicultura

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