

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
C A T I E
DEPARTAMENTO DE GANADERIA TROPICAL

//Introducción de 90 variedades de Leucaena leucocephala
(C.Lam) De Wit a las condiciones del CATIE //

INFORME DEL PROBLEMA ESPECIAL

Por:

OSCAR SIERRA P.

APROBADO

Consejero

Dr. Gustavo Cubillos

Agosto 1979

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
1. Breve reseña histórica.....	3
2. Descripción.....	3
3. Adaptación.....	6
4. Siembra.....	8
5. Crecimiento.....	9
6. Fertilización.....	10
7. Nodulación y fijación de nitrógeno.....	11
8. Composición química.....	11
9. Digestibilidad.....	13
10. Toxicidad.....	13
11. Usos.....	15
III. MATERIALES Y METODOS.....	23
1. Localización.....	23
2. Suelo.....	23
3. Preparación del terreno.....	24
4. Siembra.....	24
5. Prácticas de cultivo.....	26

	Página
6. Mediciones.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	37
VII. LITERATURA CITADA.....	39

I. INTRODUCCION

La Leucaena leucocephala (C.Lam.) De Wit, es una leguminosa que se encuentra ampliamente distribuida en las zonas tropicales y subtropicales donde ha mostrado gran capacidad para adaptarse a suelos de baja fertilidad, en zonas donde la precipitación pluvial puede ser desde 250 hasta 4000 mm anuales.

Dadas las características que presenta esta planta, como son: gran rapidez de crecimiento; sistema radical bien desarrollado y profundo; alta efectividad en su asociación con el *Rhizobium* para la fijación de nitrógeno; su capacidad para soportar cortes periódicos y para producir forraje de alto valor nutritivo y de gran aceptabilidad por los animales, la leucaena ofrece buenas perspectivas para ser usada en alimentación animal ya sea bajo el sistema de corte o cosechada directamente por el animal.

Existen muchas variedades de leucaena. Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, llegó una colección de semillas de 90 variedades, las cuales se querían probar bajo las condiciones ambientales de este Centro. Para tal efecto se llevó a cabo este trabajo como parte inicial de un proyecto que evaluará en forma más amplia las variedades mencionadas, con los siguientes objetivos.

1. Observar la adaptabilidad de las diferentes variedades a las condiciones del CATIE.

2. Estudiar el establecimiento y velocidad de crecimiento de las diferentes variedades incluidas.

II. REVISION Y LITERATURA

1. Breve Reseña histórica

La primera referencia de leucaena en la literatura agrícola data de 1900, cuando fue mencionada en un importante trabajo hecho en Java, relativo a su comportamiento como una planta proveedora de sombra y mantenedora de la fertilidad del suelo en plantaciones de café (8).

El primer uso de la leucaena como forraje de corte en Hawaii fue en 1915. Luego, algunos ganaderos empezaron a sembrar semilla de leucaena sobre los pastizales usados para ganado en engorde; y en 1934 un ganadero plantó leucaena y utilizó las ramas para alimentar ganado lechero. Los datos más sobresalientes de esta planta fueron destacados en base a su habilidad para resistir cortes sucesivos, su alta producción de forraje, su aceptabilidad para el ganado y su excepcionalmente alto contenido de proteína cruda (15).

2. Descripción

Leucaena es un género originario de México, de árboles y arbustos con cerca de 10 especies (19). La literatura botánica de los dos siglos pasados contiene nombres para 51 especies, pero únicamente las especies válidas parecen ser: L.leucocephala, L.pulverulenta, L.diversifolia, L.lanceolata,

L. collinsii, L. esculenta, L. macrophilla, L. shanoni y L. trichodes.

La estructura misma de las flores de la leucaena favorecen la autopolinización. Hutton y Beattie (16), en Australia, realizaron un estudio que incluyó las principales introducciones de leucaena y encontraron que estas fueron autopolinizadas.

Aunque todas las especies pueden tener valor en todo el trópico, solamente Leucaena leucocephala (Lam.) De Wit ha sido explotada intensamente.

Takahashi y Ripperton, citados por Hill (15), describen botánicamente la planta así:

Hojas:

Bipinadas, 15 a 25 cm de longitud, raquis pubescentes; pinadas 4 a 8 pares, 5 a 10 cm de largo; hojuelas de 10 a 15 pares, lisas y oblondas, agudas, de 7 a 15 mm de longitud, y 3 a 4 mm de ancho.

Estípulas

Triangulares, glabras, cerca de 15 mm de longitud.

Flores:

Blancas, 100 a 180 flores apiñadas en una cabeza redondeada de 2.5 a 3 cm de diámetro, solitaria, axilar, largamente pedicelada, con cerca de 4 cm

de longitud. Las anteras se levantan un milímetro por encima del estigma. Al ocurrir la dehiscencia el polen cae directamente sobre el estigma, asegurando en alto grado la autopolinización.

Vainas:

Delgadas, planas, en forma de banda, acuminada, 12 a 18 cm de longitud, 1.4 a 2 cm de ancha, generalmente 15 a 60 por racimo, cubiertos con finos pelos cuando joven, 15 a 25 semillas por vaina.

Semillas:

Elípticas, aplanadas, café brillante, 3 a 4 mm de ancho, 6 a 8 mm de largo y cerca de 2 mm de espesor.

Las descripciones botánicas de leucaena en diferentes ambientes son inconsistentes y esto se debe a que hay considerable variación intraespecífica y mucha de la confusión sobre el nombre de Leucaena leucocephala resulta de este hecho. Más de 100 variedades son conocidas, pero estas pueden ser clasificadas dentro de estos tres tipos:

Tipo Hawaii:

Baja, variedades de arbustos de cinco metros de altura que florecen cuando la planta es muy joven (4 a 6 meses de edad). Florece todo el año.

Tipo Salvador:

Alta, árboles de 20 metros de altura, tiene hojas, vainas y semillas largas. Originarias de las selvas de Centroamérica.

Tipo Perú:

Plantas hasta de 15 metros de altura, que producen una alta cantidad de forraje (19, 10).

3. Adaptación:

Según Minns (18), las condiciones óptimas para el crecimiento de la leucaena son las siguientes:

Clima:

- 1) Clima tropical y subtropical.
- 2) La altura máxima está entre 500 y 1500 m.s.n.m. dependiendo de la latitud y factores climáticos.
- 3) La precipitación anual óptima está entre 1000 y 1500 mm bien distribuida. El rango de tolerancia está entre 250 mm y 4000 mm. Dijkman (8), reporta que la leucaena también se utiliza en regiones con 4000 mm de lluvia al año, lo mismo que en regiones con solo 700 mm anuales.

Suelo:

Suelos alcalinos bien drenados, con un rango de pH de 5.5 a 8.5 y un balan-

ce mineral adecuado, especialmente en fósforo, calcio, molibdeno y zinc.

Según Brewbaker, citado por Bengé (3), la acidez del suelo es el factor más limitante para el desarrollo de la leucaena en los suelos de bosques húmedos donde los valores de pH son bastante bajos. White et al, citados por Esquivel (9) informan que esta especie requiere que el suelo tenga buen avenamiento, pero se adapta a una fertilidad bastante baja. Herrera y Chaverra (13) anotan que la leucaena requiere de suelos bien drenados, especialmente durante el período de establecimiento. Dijkman (8) afirma que la leucaena no es muy específica en sus requerimientos de suelo, sin embargo, en muchos de los suelos donde crece en Hawaii e Indonesia su crecimiento es estimulado apreciablemente por la aplicación de calcio y fósforo.

La leucaena no prospera bajo las siguientes condiciones (18):

- 1) Areas pantanosas.
- 2) Suelos muy ácidos.
- 3) Suelos álicos y bajos en fósforo.
- 4) Suelos carentes del Rhizobium apropiado.
- 5) Por encima de 500 m en Hawaii y en subtrópicos o sobre los 1500 m en la mayor parte de las áreas tropicales. Puede crecer por encima de estas elevaciones pero su crecimiento será retardado.

4. Propagación:

La leucaena se propaga fácilmente por semilla sexual, pero también puede propagarse por cepas y estacas (8).

Tratamiento de la semilla:

Gray (11), encontró que la inmersión corta (2 minutos) en agua a 80°C, seguida de un rápido secado, fue completamente efectiva para remover la demora en la germinación, y la semilla conservó completamente su viabilidad por 15 meses.

Inoculación:

A diferencia de la mayoría de las leguminosas tropicales, la leucaena es altamente específica en sus requisitos para nodulación (15). Para la inoculación se utiliza inóculo CB-81 específico para Leucaena leucocephala producido en Australia (19). Sin embargo, Trinick, citado por Hill (15), trabajando con 99 especies de Rhizobium representativas encontró que la leucaena fue a menudo nodulada eficientemente, solo por Rhizobium de rápido crecimiento aislado de leguminosas tropicales del grupo del Cowpea.

Distancia de siembra:

Según Herrera y Chaverra (13), cuando se ha de sembrar un cultivo puro, se aconseja hacerlo en surcos de 0.75 a 1.25 metros de separación entre uno y otro y siembra a chorrillo para luego ralea. La cantidad de semilla nece-

saria puede ser de 10 a 12 kilogramos por hectárea. Cuando se ha de sembrar para usarse como cercas, se puede sembrar en forma localizada.

5. Crecimiento:

Tallo:

La leucaena presenta un crecimiento inicial lento (8, 10, 15, 19). Este bajo crecimiento complica el establecimiento y a menudo causa fracaso total en el cultivo. Para conseguir un establecimiento eficiente de leucaena, es necesario preparar cuidadosamente el sitio y controlar las malezas especialmente durante las primeras etapas del cultivo (8, 13, 18).

Sánchez (21), alcanzó a los 90 días después de la siembra, una altura de 1.25 metros en las plantas.

Raíz:

Según Dijkman (8), la raíz principal es vigorosa y bien desarrollada y crece con gran rapidez, penetrando en las capas profundas del suelo donde aprovecha el agua y nutrimentos por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas explotadas agrícolamente. En general, el sistema radical consiste de una raíz perforadora muy fuertemente desarrollada, con raíces laterales que crecen hacia abajo formando un ángulo agudo con respecto a la raíz principal. Esto hace que pueda desarrollarse en lugares con estaciones secas prolongadas donde no lo hacen otras plantas.

6. Fertilización

Esquivel (9), encontró que tanto el boro como el molibdeno son indispensables para el normal desarrollo de las plantas, logrando rendimientos considerables con respecto a los testigos cuando se estudió la aplicación de estos dos elementos.

*→ aplicación
Herrera y Colina*

Hill (13), obtuvo respuestas significativas en crecimiento a la aplicación de 5 y 7 toneladas por acre de cal sobre el terreno en un suelo bajo en calcio. Igualmente encontró que el rápido establecimiento en el campo fue significativamente mejorando por el control de malezas y la aplicación de 30 libras por acre de fertilizante nitrogenado, sin efecto adverso aparente sobre la nodulación.

Dijkman (8), obtuvo respuestas crecientes a la aplicación de calcio y fósforo. En Papua, en un suelo fuertemente ácido y bajo en calcio, Hill (15), obtuvo respuestas lineales significativas al agregar cal en cantidades de 25.088 kilogramos por hectárea; las cantidades de forraje verde producido en un año fueron incrementadas por 3480 y 9135 kilogramos.

Takahashi y Ripperton, citados por Hill (15) obtuvieron respuestas altamente significativas al nitrógeno en un suelo con pH de 4.5 a 6.5 deficiente en Ca, P y K.

Southern, citado por Hill (15), reporta que en Nueva Guinea la leucaena re

sultó ser altamente sensible a la deficiencia de azufre.

7. Nodulación y fijación de nitrógeno

Los nódulos ocurren en las raicillas, en las capas superficiales y aireadas del suelo (19). Esquivel (9), encontró que los nódulos son de forma muy variada, de gran tamaño y de una coloración que varía entre el amarillo y el color marrón claro.

Las raíces laterales pequeñas ocurren cerca de la superficie del suelo y llevan el nitrógeno fijado por los nódulos del Rhizobium, los cuales son de 2.5 a 15 milímetros de diámetro y son generalmente multilobulados. Los nódulos funcionales son de color rosado fuerte en su interior. La asociación de leucaena-Rhizobium es capaz de fijar anualmente más de 500 kilogramos de nitrógeno por hectárea, lo que equivaldría a una aplicación de 2500 kilogramos de sulfato de amonio por hectárea por año (19).

En Queensland ha sido demostrado que la fijación de nitrógeno en leucaena es marcadamente dependiente del suministro de fósforo. Las respuestas a boro y molibdeno están casi siempre relacionadas con los requerimientos para la fijación de nitrógeno (15). >

8. Composición química

La composición química del forraje de la leucaena es comparable con la del forraje de la alfalfa. Kinch y Ripperton (17), presentan el siguiente análisis comparativo entre la alfalfa y la leucaena (cuadro 1):

Cuadro 1:

Alfalfa vs. Leucaena con respecto a caroteno y proteina cruda

<u>Leucaena:</u>	<u>Caroteno</u>	<u>Proteína cruda</u>	<u>Fibra cruda</u>
Forraje íntegro	%	%	%
Max.durante el año	351	24.2	37.2
Min.durante el año	204	19.2	28.3
Prom. para el año	275	22.0	29.8
Fracción foliar			
Max.durante el año	600	33.1	15.2
Min.durante el año	361	27.5	12.9
Prom.para el año	523	30.2	14.3
<u>Alfalfa</u>			
Primera corrida	-	20.8	27.7
Segunda corrida	205	23.5	27.5

Es interesante hacer notar que el contenido de caroteno de la leucaena deshidratada es 50-100 por ciento más grande que la alfalfa. El contenido en el forraje entero es equivalente al mejor grado de la alfalfa, y que en la fracción hojas es 2 ó 3 veces más alto.

Hill (15), al analizar diferentes fracciones de leucaena llegó a los resultados que se indican en el cuadro 2.

Cuadro 2: Análisis de Leucaena (% de la M.S.)

<u>Tipo de material</u>	<u>Proteína cruda</u>	<u>Grasa</u>	<u>Fibra</u>	<u>Ceniza</u>	<u>L.L.N</u>
Heno	25.55	2.16	11.35	9.89	51.05
Harina de forraje	14.28	2.09	33.54	5.78	44.31
Forraje	18.84	2.27	37.74	6.64	34.51
Forraje	16.46	-	36.49	-	-
Leucaena verde	17.85	2.17	32.76	5.96	41.26
Hojas secas	28.79	5.19	12.76	10.89	41.17

La diferencia entre el contenido de fibra entre las determinaciones es probablemente debida a la variación en la cantidad de tallos incluidos en la muestra.

9. Digestibilidad

Mendoza et al, citados por Bengé (3), encontraron un valor promedio de 72.8% para la digestibilidad in-vitro de la materia seca de las hojas cortadas cada ocho semanas en la variedad peruana.

10. Toxicidad

Las hojas y las semillas contienen el aminoácido mimosina (Leuconol), un alcaloide que tiene efecto depilatorio sobre los animales monogástricos (caballos, cerdos, conejos, etc.) y puede causar la caída de la lana en

ovejas, si son consumidas grandes cantidades (13). La mimosina fue aislada por primera vez en 1939 de semillas de leucaena durante investigaciones sobre la pérdida del cabello en mujeres jóvenes que consumían la semilla (15).

A la mimosina se le ha visto actuar como una análoga de la tirosina, capaz de inhibir la tirosina decarboxilasa con inhibición competitiva de la tirosinasa. Por lo tanto su acción tóxica sobre el pelo puede ser debida a la inhibición de la utilización de enzimas de la tiroides (7). El contenido de mimosina es muy variable y puede fluctuar entre 2 y 5 por ciento de la materia seca.

La sustancia puede causar pérdida de sabor en la leche y se sospecha que causa aborto del ternero en algunos casos. La mayoría de los rumiantes aparentemente presentan una tolerancia a la mimosina y no es mortal debido a que los microorganismos del rumen la convierten en dihidroxipiridina (DHP) y la DHP puede afectar desfavorablemente la glándula tiroides del animal. El ganado que consume una cantidad excesiva de leucaena puede sufrir del mal apetito, caída del pelo y la consiguiente pérdida de peso, pero esto no ocurre cuando hay otros forrajes que complementan la dieta (19). Se sospecha que puede causar esterilidad en vacas y cerdas (9). Es ligeramente tóxica en pollos y no debería de constituir más del 5% de la ración total (13).

El uso de sales de hierro (sulfato ferroso) disminuye la toxicidad en raciones para pollos de engorde (10).

11. Usos

Forraje:

El forraje de leucaena es indicado principalmente para el ganado vacuno, búfalos y cabras, siendo apetitoso, digestible y altamente nutritivo. El ganado vacuno puede vivir exclusivamente de leucaena hasta que ocurre la toxicidad relacionada con la mimosina (19). Cuando se suministra complementada por otro forraje, se ha encontrado que no causa efectos tóxicos.

La tolerancia que tiene la planta a la sequía y su resistencia a cortes sucesivos hacen que ofrezca grandes posibilidades para aumentar las disponibilidades de carne y leche en los trópicos secos.

En Filipinas la combinación de leucaena con pasto Guinea (Panicum maximun) es usada ampliamente en zonas relativamente secas y se le considera como una mezcla de primera clase para la ceba (8). Muchos reportes en la literatura destacan las altas capacidades de carga, ganancias de peso y producciones de leche logradas en mezclas de gramíneas con leucaena (19).

Como leguminosa de pastoreo, requiere un manejo muy cuidadoso, ya que como es excepcionalmente gustosa, el sobrepastoreo perjudicará seriamente su rapidez de recuperación y la subsecuente productividad (3).

Las nuevas variedades bajas en el contenido de mimosina, que ahora se hallan en etapa avanzada de desarrollo, ofrecen grandes promesas para el futuro como forraje.

Rendimiento de forraje:

Cortando en estado tierno (50 cm de altura) la producción de forraje es baja, pero haciendo el corte en estado más avanzado de crecimiento o sea entre 125 y 150 cm de altura y cortando la planta sobre los 75 cm la producción es mayor, puede dar en siete cortes 26 toneladas por hectárea de forraje seco, lo que equivale a 100 toneladas por hectárea de forraje verde. Cuando se cultiva para forraje el primer corte se puede hacer a los seis o nueve meses después de la siembra y los siguientes a intervalos de unos cuatro meses. (13)

Hill (14), estudiando el efecto de dos diferentes ciclos de corte, cada seis y 12 semanas, en cuatro variedades de leucaena a saber: El Salvador, Guatemala, Perú y una variedad desarrollada en Nueva Guinea en cinco sitios diferentes en cuanto a altura y humedad, encontró que bajo el corte cada 12 semanas la producción estimada en todas las variedades introducidas fue alta. El corte cada seis semanas redujo considerablemente el rendimiento total en todas las variedades en los sitios estudiados comparado con el corte cada 12 semanas.

Takahashi y Ripperton, citados por Gray (10), reportan un rendimiento promedio anual de ocho a nueve toneladas de materia seca por acre conteniendo de 2442 a 3145 libras de proteína, al hacer los cortes 5.0 a 7.5 cm del nivel suelo y con tres , cuatro o seis cortes por año..

Kinch y Ripperton (15), han reportado que bajo corte uniforme con cuatro ó cinco cosechas por año, especies de alto rendimiento en Hawaii han producido de ocho a 10 toneladas de materia seca de forraje altamente apetitoso.

Hutton y Bonner citados por Gray (8) en Stamford, Queensland, midieron el rendimiento de materia seca comestible obtenida bajo corte tratando de simular el pastoreo por el ganado en plantas que tenían cuatro años de edad. El rendimiento de materia seca comestible más alto durante nueve meses de período de prueba fue para la variedad Perú con 5101 kg por acre, conteniendo 1460 kg de proteína por acre.

Henke y Morita (10), en una prueba que duró cinco años, utilizando vacas Holstein puras alimentadas con forraje fresco de leucaena, encontró que consumieron un promedio de 2746 kg por día, estimándose que suplió así 1.07 kg de proteína cruda digestible y 4.80 kg de N.D.T. por día; suficiente para llenar los requerimientos de proteína para el promedio de producción obtenido, pero no los requerimientos de N.D.T.

Madera:

La madera de leucaena tiene buenas posibilidades para convertirse en una fuente importante de pulpa y papel, maderos redondos (postes y palos) y materiales de construcción. Teniendo en cuenta las características que presenta la leucaena como cultivo y considerando además que los productos ma-

derables están en constante demanda, las variedades de leucaena de los tipos El Salvador y Hawaii, podrían ser particularmente importantes para la reforestación de muchas regiones tropicales bajas.

En Filipinas densas plantaciones de leucaena han rendido cantidades más altas de madera que algunas otras hasta ahora medidas. Los incrementos promedios de leucaena, son estimados entre 30 y 40 metros cúbicos por hectárea (19).

La leucaena posee una corteza delgada. La dureza de su madera es media, con una densidad entre 0.50 a 0.70 (4, 19). Es alta en holocelulosa y baja en sílice, ceniza, lignina, solubles en alcohol benceno y solubles en agua caliente, todos éstos importantes en el proceso de producción de pulpa (19). Su rendimiento en pulpa es alto, (43-52% del peso seco). (6,19).

Leña y carbón:

Como mínimo la mitad de toda la madera cortada en el mundo todavía se sigue usando para los usos originales del hombre, esto es, como combustible para la cocina y en las regiones más frías para calentar los hogares. El 90% de las personas en los países más pobres, hoy dependen de la leña como su principal fuente de combustible. Hoy está ocurriendo que el crecimiento de la población humana está sobrepasando el crecimiento de nuevos árboles, no es sorprendente cuando los que la usan, queman en promedio casi una tonelada de madera por año per capita. Los resultados son elevación en los precios de la madera, un agotamiento de los insumos y energías físicas para satis -

facere necesidades básicas de combustible, una desviación costosa de los abonos animales de la producción de alimentos, para ser usados en la cocina, y un desastre ecológico manifiesto por falta de árboles en el paisaje. Para la familia que necesita leña para combustible, la madera es crucial para su existencia diaria y el precio para este sustento básico está constantemente aumentando.

La crisis mundial del petróleo está aumentando la escasez de madera en magnitud sin precedentes en los países en desarrollo a causa de que el kerosene que era el más factible sustituto para la leña, ha sido ahora colocado fuera del alcance de las personas pobres del mundo. Como resultado de esto, la gente que usa madera esta incrementándose y esto está haciéndose más difícil que en otras épocas a causa del rápido incremento de la deforestación y erosión de los bosques. Por lo tanto, los precios de la madera han subido más rápido que los precios del kerosene.

La primera respuesta lógica a esta situación es plantar árboles productores de leña, y para muchas áreas las variedades de leucaena del tipo El Salvador parecen ser las más indicadas.

Como sus maderas son más densas, las variedades de leucaena del tipo Hawaii dan mejor leña que las del tipo El Salvador.

En muchos países, el carbón vegetal, formado cuando la madera es quemada con restricción en el suministro del aire, es usado ampliamente para co-

cinar y como calefacción. El 75% de la energía potencial de la madera se pierde en el proceso de fabricación de carbón, pero el carbón tiene un contenido muy alto de energía y da menos pérdida de calor en humo, por esto se hace más utilizable para cocinas interiores.

El carbón de la leucaena tiene un valor calórico superior a 7.000 cal/kg (6, 19), siendo alrededor del 70% del valor calórico del aceite combustible (19).

Mejora del suelo:

El uso de leucaena en plantaciones y como cultivo para mejorar los suelos es muy antiguo, tanto como su uso como fuente de forraje (9).

La leucaena beneficia al suelo en los siguientes aspectos: 1) incremento en el contenido de nitrógeno; 2) incremento en la materia orgánica (humus); 3) aumenta los microorganismos que viven en el suelo; 4) rompe los estratos compactados del suelo; 5) recicla los nutrientes de las capas más profundas depositándolos a través de sus hojas y otras partes de la planta; 6) mejora la absorción de agua; 7) provee una cobertura forestal para proteger el suelo contra el sol, la lluvia y el viento; 8) reduce los deslizamientos y la erosión del suelo (18).

Guevarra y Brewbaker, citados por Benge (3), encontraron que como abono verde, el equivalente como fertilizante de lo producido durante un año en una hectárea de "Hawaii giant", se estima que excede de 550 kg de ni-

trógeno, 225 kg de P_2O_5 y 550 kg de K_2O .

De acuerdo con Benge (3), en el este de Java, se ha estimado que un rodal de 1000 árboles de leucaena por hectárea, podados cada dos meses, adicionan 36 toneladas métricas de hojas y ramas por año.

Mendoza et al, citados por Benge (3), señalan que en sus trabajos la variedad peruana produjo de 310 a 800 kg de nitrógeno por hectárea por año, dependiendo de las frecuencias de corte y la altura del tocón. En Hawaii Brewbaker, citado también por Benge (3), usando leucaena como abono verde en una cosecha de maíz, obtuvo un rendimiento de 1.8 toneladas métricas en las parcelas testigo y 4.2 toneladas métricas en las parcelas con abono verde de leucaena.

La leucaena sembrada en fajas de contorno y cortada periódicamente, es un excelente fertilizante y ayuda a controlar la erosión y a recuperar el suelo (3). Brewbaker (6), afirma que la leucaena es un excelente cultivo para asociarlo con teca, eucalyptus y otros árboles que demanden fertilización nitrogenada para obtener rendimientos óptimos.

Reforestación:

La capacidad de la leucaena para prosperar en las laderas inclinadas, en suelos marginales y en zonas con estaciones secas prolongadas, hace que ofrezca muy buenas posibilidades para restablecer la floresta de las cuencas hidrográficas, laderas y prados que se han visto privados de ella a

causa del desmonte, la tala y los incendios (19).

Otros usos:

En Centroamérica e Indonesia las vainas tiernas y las semillas son un alimento importante para los humanos (5, 10, 19). También se utiliza como sombrío en plantaciones de café y cacao y como cortinas rompevientos (19). En algunas zonas se utilizan las varas como puntales en plantaciones de banano, cercas vivas, y también puede obtenerse alcohol como derivado de la madera y gas como derivado de la madera y carbón (3).

III. MATERIALES Y METODOS

1. Localización

Este trabajo se llevó a cabo en un lote de terreno situado dentro del Jardín de Pastos y Forrajes, en la Finca Experimental del Departamento de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, en Turrialba, Costa Rica. El Centro está localizado a 645 m.s.n.m., a los 83° 39' y 40" de longitud oeste y 9° 55' 21" de latitud norte. Temperatura media anual de 22.5° C, con una máxima de 27.7°C y mínima de 15.5°C. Precipitación pluvial de 2600 mm distribuidos casi uniformemente durante todo el año, siendo diciembre el mes más lluvioso y los más secos febrero, marzo y abril. Humedad relativa promedio 87,0 por ciento (2).

De acuerdo con Tosi (22), ecológicamente la zona de Turrialba corresponde a un bosque muy húmedo tropical premontano.

2. Suelos

El suelo donde se sembró la colección pertenece a la serie Instituto-fase Instituto pedregoso (Ipe), de topografía plana y de acuerdo con Aguirre (1), reúne las siguientes características: textura mediana predominando la franco-arc.arenoso en el perfil; drenaje de moderado a im-

perfecto; gran cantidad de cantos rodados; pH de 5.4 en promedio hasta los 48 cm de profundidad y con ligera disminución con la profundidad en el perfil; el contenido de materia orgánica es mediano disminuyendo con la profundidad en el perfil, bajos niveles de nitrógeno, muy bajos niveles de fósforo y potasio.

3. Preparación del terreno

El lote asignado se encontraba inicialmente cubierto de malezas de tipo herbáceo. Para la preparación se incluyó una arada y dos rastrilladas. Antes de la primera rastrillada se aplicó cal agrícola a razón de dos toneladas por hectárea con el fin de incorporarla mejor al suelo. La segunda rastrillada se efectuó antes de la siembra.

4. Siembra

Para este trabajo se utilizaron semillas de 90 variedades de Leucaena leucocephala (C.Lam) De Wit., las cuales un día antes se trataron con agua a 80°C durante dos minutos y se inocularon con una cepa de Rhizobium del grupo del Cowpea, en base a los hallazgos de Gray (11), al no disponer del específico para leucaena. La siembra de las diferentes variedades se hizo en surcos de ocho metros de largo dispuestos en pares opuestos, uno a continuación de otro y separados a un metro de distancia a la manera de "espina de pescado" como lo indica la figura 1.

La limitación en la cantidad de semilla disponible por variedades no per-

**LISTA DE VARIEDADES DE LEUCAENA EN
EL JARDIN DE INTRODUCCION**

CRUZAS (BERMUDA)

LOTE MALEZA

<u>N° CATIE</u>	<u>N°HAWAII</u>	<u>N°CATIE</u>	<u>N°HAWAII</u>
13 - 53	K - 101	13-54	K- 41
13 - 52	K - 7	13-55	K- 30
13 - 51	K - 96	13-56	K- 56
13 - 50	K - 6	13-57	K- 44
13 - 49	K - 40	13-58	K- 80
13 - 48	K - 22	13-59	K- 43
13 - 47	K - 60	13-60	K- 24
13 - 46	K - 45	13-61	K- 38
13 - 45	K - 71	13-62	K- 65
13 - 44	K - 54	13-63	K- 41
13 - 43	K - 17	13-64	K- 32
13 - 42	K - 67	13-65	K- 31
13 - 41	K - 52	13-66	K- 69
13 - 40	K - 3	13-67	K- 21
13 - 39	K - 27	13-68	K- 35
13 - 38	K - 86	13-69	K- 81
13 - 37	K - 50	13-70	K- 99
13 - 36	K - 42	13-71	K- 85
13 - 35	K - 97	13-72	K- 92
13 - 34	K - 18	13-73	K- 49
13 - 33	K - 26	13-74	K- 58
13 - 32	K - 82	13-75	K- 73
13 - 31	K - 63	13-76	K- 15
13 - 30	K - 75	13-77	K- 79
13 - 29	K - 4	13-78	K- 34
13 - 28	K - 64	13-79	K- 39
13 - 27	K - 25	13-80	K- 68
13 - 26	K - 77	13-82	K- 55
13 - 25	K - 53	13-82	K- 51
13 - 24	K - 74	13-83	K- 37
13 - 23	K - 57	13-84	K- 36
13 - 22	K - 70	13-85	K- 13
13 - 21	K - 50	13-86 K103, 13-87 K-8, 13-88 K33	
13 - 20	K - 83	13-89	K- 5
13 - 19	K - 78	13-90	K- 16
13 - 18	K - 48	13-91	K- 66
13 - 17	K - 2	13-92	K-109
13 - 16	K - 47	13-93	K- 12
13 - 13 K132, 13-14 K341, 13-15 K1		13-94	K- 98
13 - 12	K - 62	13-95	K- 91
13 - 11	K - 76	13-96	K- 94
13 - 10	K - 72	13-97	K- 73
13 - 09	K - 61	13-98	K- 23

CALLEJON

Fecha de siembra: Julio 29, 1978

mitió usar repeticiones, ya que se tenían cantidades tan pequeñas como de 40 a 60 semillas en algunas; por lo cual se tuvieron que sembrar hasta tres de estas variedades por surco con el fin de lograr una densidad de siembra más o menos uniforme en todos los surcos.

Al momento de la siembra se aplicó fertilizante de grado 10-30-10 a razón de 300 kilogramos ^{por hectárea} por hectárea. La siembra se hizo a chorrillo, localizando una variedad por surco, excepto en las variedades K-132, K-341, K-1, K-103, K-8 y K-33 que fueron colocadas tres de ellas por surco.

5. Prácticas de cultivo

Cada mes y durante los primeros cuatro meses de cultivo se hizo la limpieza de malezas a mano y luego se utilizó herramienta manual (pala, azadón). Igualmente se realizó un control riguroso de hormigas que atacaban el cultivo.

6. Mediciones

Para observar el establecimiento y la velocidad de crecimiento se midió la altura total desde el suelo hasta las hojas terminales, usando una regla graduada y con aproximación al centímetro completo. En cada medición se tomó el promedio de cuatro ~~en~~ observaciones al azar por variedad. Estas mediciones se hicieron cada mes y durante un período de siete meses.



Inicialmente se había pensado en hacer otras observaciones con el fin de observar el crecimiento y conformación de las raíces y el tamaño, disposición y número de nódulos; pero dadas las limitaciones con que se contó a saber: ausencia de repeticiones por variedad, cantidades muy pequeñas de plantas en algunas variedades y la falta de condiciones adecuadas para llevar a cabo este tipo de observaciones, se optó por no realizarlas buscando así conservar el mayor número posible de ejemplares por variedad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos con relación a las 90 variedades, se concretan a la velocidad y capacidad de crecimiento. Además, se incluyen otras apreciaciones realizadas durante todo el período de observaciones.

La no uniformidad en la preparación del suelo debido a que hubo áreas que no pudieron prepararse adecuadamente a causa de la gran cantidad de piedras que dificultaron la labor del arado, y la falta de repeticiones por variedad, no permitieron hacer comparaciones entre las diferentes variedades de leucaena bajo las condiciones de Turrialba.

El cuadro 1, contiene los datos relativos al crecimiento mensual de las 16 variedades más destacadas bajo las condiciones de este cultivo. Como puede apreciarse, todas las variedades alcanzaron en cinco meses alturas promedio por encima de 120 centímetros, habiendo incluso variedades con alturas mayores a 150 centímetros, como es el caso de las variedades K 16 y K 78. Estos resultados junto con los obtenidos por Sánchez (21), quien alcanzó alturas de 1.25 metros a los 90 días después de la siembra, reflejan el gran potencial que tiene la leucaena para crecer en condiciones tropicales en suelos de baja calidad.

En el cuadro 2, se presentan los datos correspondientes a las seis va-

CUADRO 1: Crecimiento mensual de las variedades con alturas promedio superiores a los 120 cm. a los cinco meses de edad.

VARIEDADES		CRECIMIENTO MENSUAL, cm.					
N°	N°	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb. ¹⁾
CATIE	HAWAII	10 - 78	10 - 78	10 - 78	10 - 78	10 - 79	10 - 79
13-12	K 62	15	34	104	114	140	145
13-13	K132	19	43	77	76	144	139
13-15	K 1	20	44	80	98	124	127
13-19	K 78	27	60	117	145	158	173
13-20	K 83	23	52	104	131	147	122
13-22	K 70	20	44	82	101	133	138
13-24	K 74	26	59	97	117	150	125
13-50	K 6	22	62	69	77	122	115
13-55	K 30	12	34	66	73	122	112
13-86	K103	10	29	94	84	122	90
13-88	K 33	9	23	61	67	132	83
13-89	K 5	11	26	61	89	129	92
13-90	K 16	10	22	71	92	154	132
13-95	K 91	12	27	85	82	124	77
13-97	K 73	13	28	60	90	124	102
13-98	K 23	10	24	72	64	130	96

(*) Promedio de cuatro mediciones por surco

(1) Hubo consumo por animales.

CUADRO 2: Crecimiento mensual de las variedades con alturas promedio superiores a los 140 cm a los cinco meses de edad.

VARIETADES		CRECIMIENTO MENSUAL, cm.					
N°	N°	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb ¹
CATIE	HAWAII	10 - 78	10 - 78	10 - 78	10 - 78	10 - 78	10 - 79
13-12	K 62	15	34	104	114	140	145
13-13	K132	19	43	77	76	144	139
13-19	K 78	27	60	117	145	158	173
13-20	K 83	23	52	104	130	147	122
13-24	K 74	26	59	97	117	141	125
13-90	K 16	10	22	72	92	154	132

(*) Promedios de cuatro mediciones por surco

(1) Hubo consumo por animales

riedades que mostraron la mayor habilidad para crecer, sobrepasando todos los 140 centímetros de altura a los cinco meses de edad.

En los cuadros anteriores no se tuvieron en cuenta los datos correspondientes a la altura de crecimiento tomada a los seis meses, debido a que hubo consumo inesperado de las plantas por animales, lo que hizo que algunos de los promedios obtenidos aparecieran menores que en el mes anterior.

Se observó una gran variación en los datos entre las diferentes variedades en cuanto a la habilidad para crecer durante el período analizado, debido posiblemente a efectos locales y a la misma forma de medición al azar entre las plantas de cada surco.

La figura dos muestra la relación entre la precipitación mensual y la tasa de crecimiento para las seis variedades que presentaron un mayor desarrollo al cabo de cinco meses, pudiéndose apreciar como a medida que aumenta la precipitación, se incrementa la tasa de crecimiento y como al disminuir la disponibilidad de agua se reduce también la tasa de crecimiento de las plantas.

Merece destacarse como las variedades K 62 Y k 78, continuaron creciendo cuando la precipitación bajó a solo 42.7 milímetros durante el mes de enero, lo que da una idea de la capacidad que tiene la leucaena para prosperar bajo condiciones de baja disponibilidad de agua. La inconsistencia presentada en uno de los datos en la figura dos, se debió a la forma en que fueron

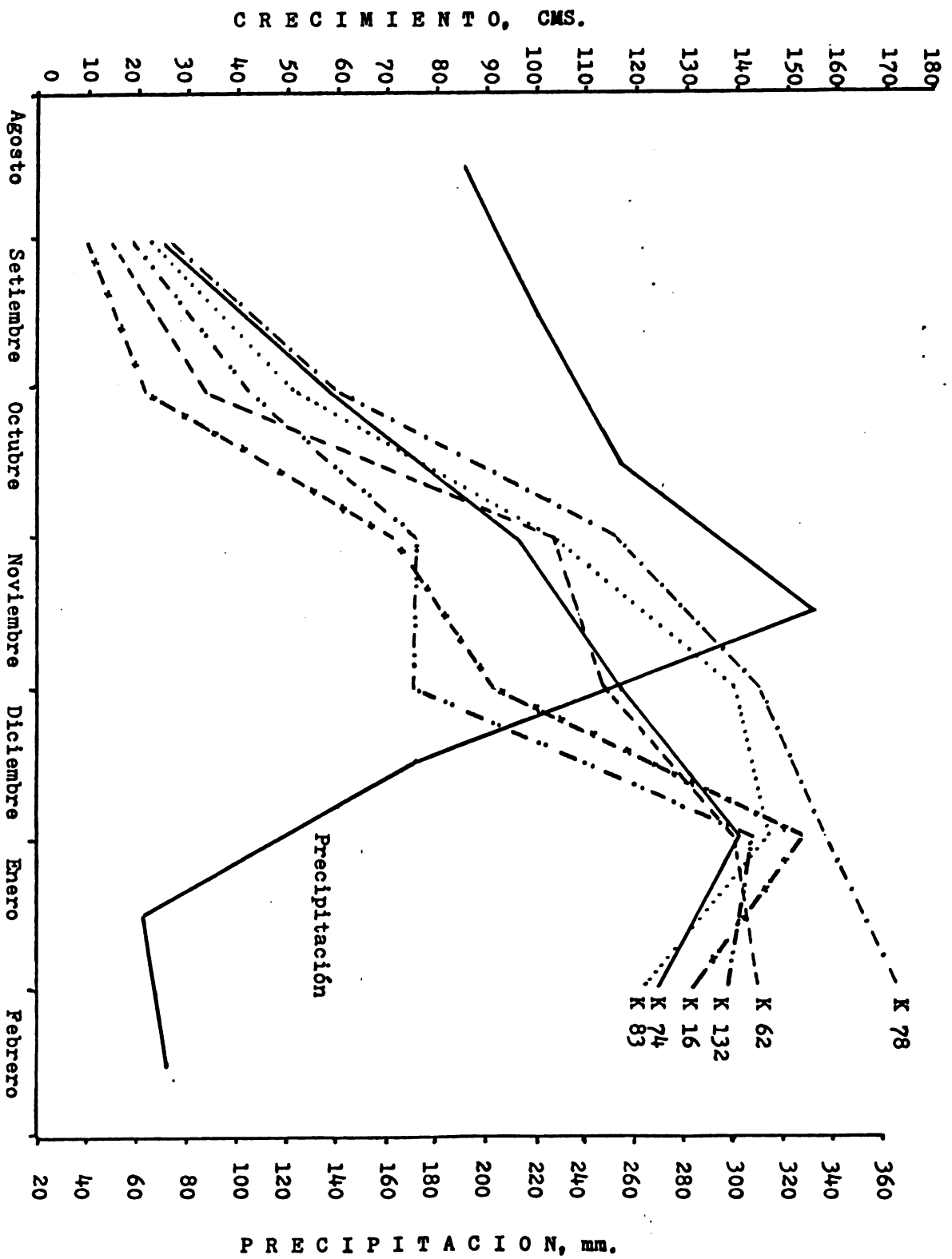


FIGURA 2: Relación entre la precipitación mensual y el crecimiento de las seis variedades más destacadas.

medidas las plantas (muestreo al azar); y la caída de los datos de la última medición fue debida al consumo animal que hubo en la colección, como se anotó anteriormente.

En el cuadro 3 se comparan algunos de los resultados obtenidos en este trabajo con los logrados por Brewbaker (4) en Hawaii, para siete de las 16 variedades más destacadas en el CATIE. Si se guardan las proporciones debido a la diferencia en las edades consideradas, se puede ver como estas variedades presentaron crecimientos similares en las condiciones del CATIE y de Hawaii.

A pesar de que no se conocía el tiempo de almacenamiento de las semillas, se logró un alto porcentaje de germinación en el campo en todas las variedades después de haberlas tratado con agua a 80° C durante dos minutos, siguiendo la recomendación hecha por Gray (10).

Fue notable el lento crecimiento de la leucaena durante los primeros meses de edad, lo que indica que es una especie de lento establecimiento. Esta poca habilidad para crecer inicialmente le resta capacidad para competir con las malas hierbas y puede incluso llegar a desaparecer si no se efectúa un control estricto de las malezas. A los cinco meses se presentó floración en la mayor parte de las variedades, dando como resultado buena cantidad de semilla en algunas de ellas.

Fueron también frecuentes los ataques de hormigas al cultivo, por lo

CUADRO 3: Crecimiento de siete de las variedades incluidas en este trabajo bajo las condiciones del CATIE y de Hawaii.

Variedad	Altura a los cinco meses en el CATIE (cm)	Altura a los seis meses en Hawaii (cm)
K 23	130	115
K 30	122	164
K 16	154	180
K 73	124	131
K 78	173	180
K 83	147	164
K103	122	148

cual fue necesario seguir un estricto plan de destrucción de hormigueros. No hubo ataques visibles de enfermedades durante estos primeros seis meses del cultivo.

V. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las condiciones y las limitaciones con que se contó para la realización de este trabajo y en base a las observaciones hechas durante los primeros seis meses del cultivo, se puede concluir lo siguiente:

1. Es indispensable una adecuada preparación del terreno y un estricto control de malezas y plagas durante los primeros meses, para lograr un rápido y aceptable establecimiento de la leucaena.
2. La mayor parte de las 90 variedades incluídas en esta colección, mostraron una buena adaptación a las condiciones del CATIE y una buena capacidad para crecer durante el período observado.

VI RECOMENDACIONES

Dadas las características tan sobresalientes de la leucaena como especie forrajera, su adaptabilidad a suelos de baja calidad en zonas tropicales húmedas y secas, y los múltiples usos que puede tener esta planta, se recomienda lo siguiente:

1. Continuar trabajando con las diferentes variedades establecidas en esta colección en aspectos tales como: recolección de semillas para establecer otros cultivos en otras condiciones de suelo y distancias de siembra incluyendo repeticiones, de manera que permitan hacer comparaciones entre ellas en cuanto a: habilidad para producir forraje, recuperación después del corte, calidad del forraje, etc.
2. Aquellas especies que presenten las características forrajeras más sobresalientes, establecerlas en asociación con gramíneas como: pasto estrella (Cynodon nlemfluensis), braquiarias (Braquiaria spp), pangola (Digitaria decumbens), Jaragua (Hyparrhenia rufa) y otras; con el fin de probarlas bajo consumo periódico por los animales.

3. Aprovechar las otras variedades presentes en la colección en sus usos más apropiados como: producción de madera (postes), leña y carbón, reforestación y sombrío.

VII. LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, CTEI, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 139p.
2. BAILON, G. J. Aspectos genético-fisiológicos del crecimiento en ganado de carne en el trópico. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica. IICA, 1974. 48p.
3. BERGE, M. D. y CURRAN, H. Bayani (giant Ipil-Ipil (Leucaena leucocephala)); A source of fertilizer, feed and energy for the Philippines. Manila (Philippines), Magsaysay Center. 1976. p.v. (USAID AGRICULTURE DEVELOPMENT SERIES).
4. BREWBAKER, J.L., PLUCKNETT, D.L. y GONZALEZ, V. Varietal variation and yield trials of Leucaena leucocephala (Koa Haole) in Hawaii. Hawaii. Agricultural Station University of Hawaii. Research Bulletin N° 166. 1972. 29p.
5. BREWBAKER, J.L. "Hawaiian giant" Koa Haole. Hawaii Agricultural Experiment Station. Miscellaneous Publication. N°125. 1975. 4p.

6. BREWBAKER, J.L. Leucaena biomass productivity studies Paper presented at the 20 th Annual Hawaii Forestry Conference. Kona. Hawaii, 1978. 3p.
7. CROUNSE, R.G. et al. Inhibition of growth of hair by mimosine. Nature 194:694-695' 1962.
8. DIJKMAN, M.J. Leucaena- A promising Soil-Erosion-Control plant. Economic Botany 4(4):337-339. 1950.
9. ESQUIVEL, C. Algunos factores que afectan la nodulación y crecimiento de las leguminosas tropicales. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. 142p.
10. GRAY, S.G. A review of research on Leucaena leucocephala. Tropical grassland 2(1):19-27. 1968.
11. _____ Hot water, seed treatment for leucaena glauca. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 2:178-180. 1962.
12. HENKE, L.A. y MORITA, K. Value of Koa haole as a feed for dairy cows. Hawaii Agricultural Experiment Station Circular N°44. 1954. 14p.

13. HERRERA Y CHAVERRA, H. Leucaena leucocephala (C.Lam) De Wit. In: Instituto Colombiano Agropecuario. Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia. Manual de Asistencia Técnica N° 10. pp. 196-199. s.f.
14. HILL, G.D. Effect of environment on the growth of Leucaena leucocephala. The journal of the Australian Institute of Agricultural Science. 36(4):301. 1970.
15. _____ Leucaena leucocephala for pastures in the tropics. Herbage Abstracts 41(2):111-119. 1971.
16. HUTTON, E.M. y BEATTIE, W.M. Yield characteristics in three bred lines of the legume Leucaena leucocephala. Tropical Grassland 1(3): 187-194. 1976.
17. KINCH, D.M. y RIPPERTON, J.C. Koa haole: Production and processing. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin N° 129. 1962. 58p.
18. MINNS, G.W. The layman's guide to giant Leucaena "Wonder tree of the tropics". Report, White Rock, B.C. (Canadá), 1979. 10p.
19. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Leucaena: Promising forage and three crops for the tropics. Informe National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1977. 115p.

20. ROBERTS, O.T. A review of pasture species in Fiji. II Legumes.
Tropical grassland 4(3):213-222. 1970.

21. SANCHEZ, R.G. Avances en la producción de semilla de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en Ajuchitlan, Gro. Banco de México, S.A. División Técnica y de Asistencia de Programas Ganaderos. 1978. 46p.

22. TOSI, J. Capacidad de uso de la tierra determinada por las condiciones de clima, fisiografía y suelos en la parte noroeste de la provincia de Guanacaste, Costa Rica. San José, ITCO, FAO 1967. 77p.