UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS, RENDIMIENTO FORRAJERO, CALIDAD NUTRICIONAL, PRODUCCIÓN ANIMAL Y OTROS USOS DE *Leucaena leucocephala* (LAM.) DE WIT.

Por:

César Reyes Palacios

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Junio de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Características agronómicas, rendimiento forrajero, calidad nutricional, producción Animal y otros usos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Por:

César Reyes Palacios

MONOGRAFÍA

Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por

M.C. Manuel Torres Hernández
Asesor Principal

M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez
Asesor

Ing. Roberto A. Villaseñor Ramos
Asesor

Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO" COORDINACION DE CIENCIA ANIMAL

Saltillo, Coahuila. Junio de 2011

DEDICATORIAS

A MI MADRE…

Ninguna lengua es capaz de expresar la fuerza, la belleza y la heroicidad de una madre. Por ello te agradezco infinitamente el haberme dado la vida, haberme entregado toda la tuya durante mi niñez, adolescencia y aun en estos tiempos de madurez. Por eso y por todo lo que has hecho por mi te dedico este logro a ti mama y que dios te bendiga y te cuide siempre, nunca olvides lo mucho que ¡Te Quiero!

A MI PADRE…

Gracias a ti papa, por todo el apoyo que siempre me brindaste, el cariño y los momentos felices que pasamos juntos, has de saber lo mucho que te extraño y te necesito, hoy es un día especial, has de ver la culminación de mi carrera, carrera la cual está dedicada a ti especialmente, por el esfuerzo y sacrificio que siempre desempeñaste en mi.

A MIS HERMANOS…

Hemos aprendido a volar como los pájaros, a nadar como los peces; pero no hemos aprendido el sencillo arte de vivir como hermanos (Martin Luther King). Como muestra de gratitud les dedico el presente trabajo:

Con todo lo que he podido ser hasta hoy, para ustedes:

¡Gerardo y Aleydis!

A MIS TIOS…

Muy en especial a mi tía chicha y a mi tío beto que gracias a su apoyo tanto moral como económico pude lograr gran parte mi carrera, a ustedes tíos les viviré eternamente agradecido y de verdad jamás encontrare forma de pagarles solo espero no defraudarlos. A ustedes tíos ¡Gracias!

A MIS ABUELOS…

*Una abuela es una maravillosa madre con un montón de práctica. Un abuelo es viejo por fuera y joven por dentro (*Joy Hargrove). Porque estas palabras son muy ciertas, a ustedes también les dedico este logro que por supuesto también es de ustedes ya que con sus palabras de motivación y su gran apoyo

no lo hubiera logrado. A ustedes los llevo en el corazón y los llevare por siempre a ustedes abuelos que dios los bendiga y me los cuide siempre.

FAMILIA BORJAS BANDA…

Muy en especial para ti Claudia te viviré eternamente agradecido por todo lo que has hecho por mí desinteresadamente, eres una grandiosa amiga, te deseo lo mejor hoy y siempre. Gracias por tu apoyo de verdad no encuentro las palabras correctas que realmente te mereces solo sé que jamás voy a olvidarte. Esto también va para ti.

A MI FAMILIA…

A todos los que conformamos, en general a cada uno de nuestra familia, porque lo mucho o poco que convivimos, ha sido parte fundamental, por el amor, cariño, apoyo y atención de cada uno de ustedes ¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

A LA SOCIEDAD MEXICANA…

Gracias a la sociedad de este gran país ya que con sus impuestos hacen que esta universidad le de oportunidades a un sin número de estudiantes como yo. Gracias de verdad y espero no defraudarles y aprovechar esta gran oportunidad que se me dio.

A MI ALMA MATER…

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitirme ser parte de sus alumnos, por apoyarme, por prepararme profesionalmente e instruirme para forjar mi propio destino. ¡Gracias a ti también, ALMA TERRA MATER!

AL ING. MANUEL TORRES HERNANDEZ…

Gracias por apoyarme, por su amistad, por su gran dedicación, tiempo y sobre todo paciencia mucha paciencia que tuvo sobre mí y que sinceramente sin usted no hubiera logrado el presente trabajo ¡Muchísimas gracias Ing. De verdad le agradezco!

AL ING. ENRIQUE ESQUIVEL GUTIERREZ Y AL ING. ROBERTO A. VILLASEÑOR RAMOS…

Por el tiempo prestado, apoyo, paciencia, conocimientos y consejos que aportaron para mejorar el presente trabajo, además de la enseñanza y experiencias que en su momento compartieron conmigo ¡Muchas Gracias a Ambos!

A MIS AMIGOS…

A todos y cada uno de ellos que juntos caminaron conmigo en este gran proyecto de mi vida, porque siempre me apoyaron, por su amistad, por los momentos de alegría y de tristeza que serán difícil olvidar y muy grato recordar (Rudy, monin, fidel, noe, michel, agustin, yiyo, gordo, claudia, bety, alicha, saul, lili, cubano, lic. pedro) y a muchos más por los grandes momentos que juntos vivimos ¡Gracias a Todos!

A LA RS…

Por dejarme convivir y compartir grandes momentos con ustedes, amigos gracias por todo. (Galileo, simón, masagua, panchito, leines, pelao, monito, trino, caguama, goody, daniel, caviño, gominola,

amador, ing., la macara, toño, babidi, euyani, pinki, braulio, monaguillo) a don pinedo, macho, choco, al ing. “suegro”

RESUMEN

En la actualidad, un desafío en la producción agrícola es la integración en el uso y la conservación de los recursos naturales con las necesidades de la población en constante crecimiento. Esto se puede lograr, por lo menos parcialmente, con la investigación sobre el uso de los recursos naturales. La producción de carne y leche a base de pastos tropicales se ve limitada por la calidad y digestibilidad del forraje que se produce en estas áreas, lo que limita el rendimiento de los animales en carne y leche. Los pastos que tradicionalmente se utilizan generalmente son pobres en su contenido de proteína, misma que fluctúa entres 3 y 10%, y con una baja digestibilidad. Las leguminosas forrajeras arbóreas desempeñan un papel de suma importancia como suplemento alimenticio en la dieta de los animales. Una de las leguminosas arbustivas con mayor proyección para este propósito en el mundo es la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, leguminosa que se caracteriza por su versatilidad, planta originaria del sureste de México que a través del tiempo se ha naturalizado en varias partes del planeta, razón por la cual ya cuenta con amplio número de variedades forrajeras, cuyo rendimiento de forraje se ubica entre las 8 y 20 toneladas por ha. Entre estas variedades se encuentran Perú, Cunningham, CNIA-250, entre otras.

Leucaena leucocephala es una leguminosa arbustiva que se caracteriza por proveer un forraje de buena calidad,rico en vitaminas y minerales y específicamente rico en proteína (19 a 32%) dependiendo de las condiciones de clima y suelo donde se cultiva. Se ha encontrado que la relación hoja-tallo fluctúa entre 3.5:1, la cual se ve afectada por la edad de la planta, tendiendo a ser menor a medida que la planta madura. Su digestibilidad se ha encontrado entre el 40 y 70%, dependiendo de la proporción de tallos que se incluyan en la prueba. Estas características nutricionales de la planta permiten considerarla como un excelente forraje para la producción de leche y carne, ya sea que se

utilice para pastoreo directo en combinación con gramíneas o como banco de proteína para la suplementación de los animales. Todas las leguminosas presentan cantidades apreciables de taninos y saponinas y leucaena no es la excepción dado que contiene un aminoácido denominado mimosina, el cual puede ocasionar intoxicación en los animales que consumen únicamente este forraje, sin embargo, cuando se utiliza combinada con otros alimentos en la dieta, esta situación queda resuelta. Además, se ha buscado, a través de la investigación, la obtención de variedades con menor contenido de *mimosina* para evitar estos problemas de intoxicación.

Leucaena es una planta que no solamente se utiliza para alimentar rumiantes, sino que también puede emplearse en la alimentación de conejos (harina de hojas), cerdos, aves y otras especies de animales. Su gran versatilidad permite su utilización como planta ornamenta, cercas vivas, leña, carbón y sombra para los cultivos que así lo requieran, como es el caso del café y el cacao. Así mismo, sus hojas propician un excelente mejoramiento del suelo en el cual se cultiva, de manera que en asociación con gramíneas propicia ahorros en la utilización de fertilizantes nitrogenados.

INDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Planta y flores de la leguminosa tropical leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. ---------- 4
Figura 2. Planta arbórea de leucaena.----------7
Figura 3. Planta de leucaena var. Cunningham.---------- 11
Figura 4. Semillas de leucaena.---------- 14
Figura 5. Semilla escarificada con agua caliente.---------- 19
Figura 6. Forma de utilización de leucaena por los animales.---------- 29
Figuras 7, 8.Ganado bovino y caprino ramoneando arbustos de Leucaena.-30
Figura 9. Leucaena como planta de ornato.----------38
Figura 10 Mimosina 3,4- dihydroxypyridina.----------39

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía de Leucaena leucocephala.----------5
Cuadro 2. Ficha técnica de Leucaena leucocephala var. Cunningham.--------13
Cuadro 3. Crecimiento de plántulas de leucaena (90 días) con diferentes proporciones de luz.----------20
Cuadro 4. Contenido de proteína cruda y materia seca en vainas de Leucaena leucocephala.---------- 31
Cuadro 5. Efecto de la sustitución parcial del concentrado por pastoreo restringido (2h/día) en leucaena sobre la producción diaria de leche y la ganancia de peso de las vacas.----------34
Cuadro 6. Efecto de la sustitución de alimento concentrado por pastoreo en leucaena sobre las propiedades físicas y químicas de la leche durante la época seca.----------36
Cuadro 7. Efecto de la sustitución de alimento concentrado por pastoreo en leucaena sobre las propiedades físicas y Químicas de la leche durante la época lluviosa.---------- 36

INDICE DE CONTENIDO

I. RESUMEN.
II. INTRODUCCION 1
III. OBJETIVOS 3
IV. JUSTIFICACION 3
V. REVISION DE LA LITERATURA 4
a. La Fabacea *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit 5
b. Clasificación Taxonómica 5
c. Etimología 6
d. Descripción botánica 6
e. Origen y Distribución 9
f. Fenología 9
g. Variedades (cultivares) 10
h. Requerimientos ambientales 12
i. Producción de planta 12
j. Forma de propagación 14
k. Propagación asexual 15
l. Periodo de siembra 15
m. La latencia de la semilla de leucaena 15
n. Escarificación de la semilla con agua caliente 18
o. Establecimiento 19
p. Características del sustrato para el almácigo 20
q. Manejo de la planta 21
r. Condiciones para mantener la viabilidad de las semillas 23
s. Principales plagas y enfermedades 24
t. Labores culturales 25
u. Leucaena leucocephala en la producción animal 28
v. Calidad nutricional de Leucaena 31
w. Cuando iniciar el pastoreo de Leucaena 32
x. Rendimiento de los animales alimentados con Leucaena 33
y. Otros usos de Leucaena 36
z. La mimosina 38
VI. CONCLUSIONES 41
VII. LITERATURA CITADA 43

INTRODUCCION

En México el uso de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera ha adquirido un gran auge en los últimos años, principalmente en los estados de Yucatán, Campeche, Chiapas y Tabasco. Sin embargo, aun falta información y documentación a largo plazo, que permita aumentar los conocimientos sobre las interacciones entre los componentes árbol-pasto-suelo-animal. Esta información es necesaria para generar puntos de intervención del hombre para el manejo del sistema, que garanticen su mayor eficiencia y sostenibilidad.

Es determinante el papel que juegan los forrajes en esta actividad productiva, ya que casi la totalidad de la leche y cerca de la mitad de la producción de carne se obtienen a partir de dicho recurso, esto se explica en razón a su relativo bajo costo, disponibilidad y facilidad de obtención, en contraste con otras fuentes alimenticias.

Para la alimentación animal, se recurre frecuentemente a la utilización de alternativas que permiten por un lado resolver la problemática del déficit de forrajes en las épocas criticas, generalmente invierno y verano donde la alimentación de los animales significa un verdadero reto para mantener la producción y por otro reducir los costos de producción y obtener ganancias económicas aceptables.

Las plantas forrajeras disponibles para solventar esta problemática son principalmente pastos introducidos y comúnmente manejados bajo sistemas de riego; sin embargo, se dispone también de leguminosas forrajeras que bien manejados pueden coadyuvar a la producción animal.

Además de ser fuente proteica para la alimentación del ganado, las leguminosas son importantes para incrementar la fertilidad del suelo, al incorporar biológicamente nitrógeno atmosférico en la tierra. Esto es importante en las regiones áridas y semiáridas, dadas las características de estas áreas ganaderas, donde el uso inmoderado del suelo ha propiciado un estado deficiente de nutrientes.

Una de estas leguminosas es la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., planta que presenta características agronómicas y químicas que le confieren el atributo de ser una de las especies más utilizadas en muchos países (Australia, EEUU y otros lugares de Asia y América latina) en la alimentación animal. El Guaje (como vulgarmente se le conoce) es una planta arbustiva originaria de la península de Yucatán donde se encuentra ampliamente distribuida y es muy conocida. Posee características nutritivas y agronómicas sobresalientes que permiten asociarla con cultivos bajo un esquema integrado (animal/pasto/árbol), lo que da la posibilidad de mantener y/o incrementar las ganancias de peso de los animales, conservando y/o mejorando la fertilidad del suelo.

El problema que presenta la Leucaena es la semilla, una vez sembrada, no germina, aun con las condiciones favorables (suelo, temperatura y humedad), es decir presenta latencia, protección natural, que permite a la semilla sobrevivir al estrés del medio ambiente, tal como sequías o temperaturas extremas, que regularmente aparecen después de la formación de la semilla en la planta. Aun cuando los mecanismos de latencia varían considerablemente entre las diferentes especies de plantas, representan una barrera para la germinación, por lo que se han encontrado muchas maneras artificiales para romper la latencia de semillas.

Objetivos

Recopilar, ordenar y sintetizar la información actual disponible que se encuentra dispersa, sobre la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. La cual es de un enorme valor para la productividad en el campo agropecuario en las zonas tropicales de México y del mundo.

Justificación

La disponibilidad de la información recopilada, permitirá tener a la mano una fuente de conocimientos adecuada y apropiada para que los interesados en la producción animal en las regiones tropicales dispongan de una herramienta apropiada para incrementar la producción de forraje y, consecuentemente, la de carne y/o leche.

Palabras clave: Características agronómicas de la Leucaena, usos de la Leucaena, Leucaena rendimiento forrajero, Leucaena y producción animal, mimosina en la Leucaena.

REVISIÓN DE LITERATURA

La flora de la Republica Mexicana es rica en leguminosas forrajeras y aun cuando son numerosas las especies de esta familia en las regiones áridas, semiáridas y templadas, la mayor diversificación se encuentra en la región tropical (Peralta *et al.,* 1987). La gran variedad de especies leguminosas forrajeras (Fig. 1) nativas presentes en México se debe, en parte a la diversidad existente de climas y suelos. El potencial de estas leguminosas sin embargo no ha sido adecuadamente explotado.

Uno de los principales problemas para el establecimiento de leguminosas forrajeras es la latencia de la semilla, la cual ha sido atribuida un exceso de inhibidores del crecimiento sobre las sustancias estimulantes, o por la presencia en la semilla de cutícula impermeable al agua y al oxígeno, causando irregularidad en la germinación (Cruz, 1983).

Figura 1. Planta y flores de la leguminosa tropical *leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit
(Fuente: Fotografía tomada por el autor)

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

Leucaena leucocephala, conocida como “la reina de las leguminosas” en el trópico, es la planta arbustiva de mayor utilización y difusión en los sistemas de producción animal en el mundo tropical, debido a su excelente calidad nutricional (Palma *et al*., 1999) y a su versatilidad y su naturaleza multipropósito (Shelton, 2001). Así por ejemplo, en Cuba, esta planta está llamada a ser el principal arbusto forrajero (Simón *et al*., 1998), constituyéndose en una importante fuente de alimentación para la ganadería bovina. Dentro de la especie *Leucaena leucocepha*, el cultivar Perú es una variedad comercial muy prometedora para la alimentación de rumiantes (La O *et al*., 2003).

Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Taxonomía de *Leucaena leucocephala*

Reyno:	***Plantae***
Phyllum:	***Spermatophyta***
Subphylum:	***Magnoliophyta***
Clase:	***Magnoliopsida***
Subclase:	***Rosidas***
Orden:	***Fabales***
Familia:	***Fabaceae***
Subfamilia:	***Mimosoideae***
Tribu:	***Mimoseae***
Género:	***Leucaena***
Especie:	***L. leucocephala* (Lam.) de Wit**

(Fuente: Barreto, 1990; Robles, 1990; Hughes, 1998; Watson y Delwitz, 1999; www.es.wikipedia.org)

Etimología

Leucaena, del griego leuko= blanco, aludiendo al color de sus flores. *Leucocephala* igualmente del griego leuko y cephalo= cabeza, aludiendo a sus flores en cabezuela de color blanco.

Sinonimia: Aunque el nombre más reconocido es el de *Leucaena leucocephala,* se le conocen otros sinónimos (Lezcano y Martínez, 2005) como son: *Acacia glauca* Wild; *Acacia leucocephala* (Lam.) link; *Leucaena blancii* Ramírez Goyena*; Leucaena glabrata* Rose; *Leucaena glauca* Benth; *Leucaena latisiliqua* (L.) Gillis; *Mimosa glauca* L.; *Mimosa leucocephala* Lam. (Bäsler, 1998; Brewbaker, 1998).

Nombres comunes: Los nombres comunes dependen de la región geográfica (Lezcano y Martínez, 2005), así se tiene**:** carbonero blanco, acacia blanca y panelo en Colombia**;** acuna, acuna pálida y hediondilla en Puerto Rico**;** leucaena en Australia; Ipil Ipil en Costa Rica (Arcos, 1998); Huaje, Huaxin, en Yucatán; kiulilac (totonaco) en Veracruz; uaxi y guacis en Chiapas, México; false koa y koa-halole en Hawaii; wild tamarind en Belice; kra thim en Tailandia; kratin en Cambodia (Anónimo, 2002); aroma blanca en Cuba (Bäsler, 1998). Algunos otros nombres comunes son: vaxi, yage, guaje verde, calloaxin, guaje de casa o casero. Es una planta de la familia de las leguminosas o fabáceas que produce vainas comestibles. Está incluida en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (www.es.wikipedia.or; www.verarboles.com/guaje/guaje.html).

Descripción botánica

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. Es una leguminosa de tipo arbustivo y arbóreo (Figura 2) originaria de México (Yucatán) y utilizada en la agricultura, ganadería, y en la recuperación de tierras; es una especie de gran adaptabilidad y diversidad, y se cataloga en las principales especies de uso múltiple en agroforestería. Es una planta valiosa para el control de la erosión, por su raíz pivotante, rápido crecimiento, adaptación en terrenos accidentados y rocosos, y su resistencia a las podas y al ramoneo del ganado, características que hacen a esta especie apta para muchos sitios que necesitan repoblación (National Academy of Sciences, 1997).

Esta especie tiene un alto valor forrajero; las hojas, tallos jóvenes, flores y legumbres (vainas) constituyen una excelente fuente de vitaminas y minerales. Su forraje puede ser proporcionado a los animales, fresco, seco o fermentado (Petit, 1994).



Figura 2. Planta arbórea de leucaena
(Fuente: Fotografía del autor).

Yates *et al*. (1975) señalan que es un arbusto siempre verde o árbol de 5 a 20 metros de altura, según la variedad, el tronco casi siempre es derecho y con las ramas ascendentes, diámetro de hasta 25 cm, de color gris oscuro, posee hojas bipinnadas de 15 a 20 centímetros de largo, con 4 a 10 pares de pinas, cada una con 5 a 20 pares de foliolos con 7 a 15 mm de largo y 3 a 4 mm de ancho. Numerosas flores blancas, rojizas o amarillentas, se agrupan en capítulos de forma globular de 1.5 a 3.0 cm de diámetro, siendo de amplia autopolinización. Los frutos son vainas planas de 12 a 18 cm de largo y de 1.5 a 2.0 cm de ancho, conteniendo 15 a 30 semillas. Sus semillas son elípticas, achatadas, brillantes de coloración café con 6 a 8 mm de largo y 3 a 4 mm de ancho (según la variedad puede variar el tamaño). Es un arbusto de raíces profundas y decididamente resistentes a la sequia; mantiene sus hojas verdes durante los periodos secos. Este arbusto de ramoneo, proporciona sombra pero no excluye la luz del sol, por lo que gramíneas tolerantes de la sombra como guinea y panizo verde (*Panicum spp*) pueden crecer asociados a la Leucaena. Así mismo, en virtud de su altura, es difícil que estos arbustos sean dominados por las gramíneas. Es una planta muy vigorosa (Figura 3) y bajo condiciones húmedas producen extremadamente altos rendimientos de materia seca (MS) con un promedio de contenido de proteína cruda (PC) de 20 a 25%. Sus hojas y pequeños pedazos de ramas de ¼ de pulgada (6 mm) de grueso, son bien aceptados por el ganado. Durante el primer año de vida, las plantas son consumidas cuando han alcanzado una altura de 2 a 3 pies (0.6 a 0.9 m), luego se dejan descansar para que se recuperen. En años posteriores se requerirá que sean consumidas en forma más intensa en ciertos momentos, para mantener los arbustos bajo control. Su poda será necesaria si los arbustos se tornan leñosos. El uso de esta planta se recomienda para los rumiantes ya que contiene un alcaloide llamado mimosina que produce la caída del cabello de los caballos y los cerdos, no es recomendable para el ganado ovino porque se les cae la lana (www.verarboles.com/guaje/guaje.html).

Origen y Distribución

Es una planta originaria de América tropical, aparentemente de Oaxaca y de la península de Yucatán (Funes, 1980), otros autores la ubican en Jalisco, Michoacán y Yucatán (Brewbaker *et al.,* 1985). En algunas localidades de México es cultivada (Zárate, 1994). Se extiende desde México hasta Nicaragua, incluyendo Guatemala, Honduras y El Salvador. Los Españoles la llevaron a Filipinas y de ahí fue introducida a Indonesia, Malasia, Papúa, Nueva Guinea y sureste de Asia (Zárate, 1994). Su distribución nativa es la península de Yucatán, el Istmo de Tehuantepec y Golfo de México (Zárate, 1994). En México se distribuye en todo el territorio, excepto en los estados de Baja California, Chihuahua, Aguascalientes, Zacatecas y Guanajuato (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999). Brewbaker (1989) señala que *Leucaena leucocephala* se encuentra naturalizada en Bahamas, Trinidad y Tobago, Texas, Florida, Brasil y Cuba; sin embargo, con anterioridad se le ubicó en Hawaii, Islas del Pacífico (Filipinas, Indonesia, Papúa, Nueva Guinea y Malasia) y en Africa Oriental y Occidental (Maecha y Echeverri, 1983).

Es un árbol de crecimiento rápido, con una altura y diámetro variables según la variedad (CATIE, 1997). En México mide de 1 hasta 6 metros de altura (Zárate, 1994), pero puede llegar a medir hasta 20 metros y tener un diámetro de tallo de 15 y 40 centímetros (CATIE, 1997). Copa redondeada ligeramente abierta y rala, hojas alternas bipinnadas, Bäsler (1998) indica que las hojas presentan de 4 a 8 pares de pinnas de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras, foliolos 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos (Zárate, 1994).

Fenología

El follaje, la floración y fructificación pueden ocurrir todo el año, dependiendo de la disponibilidad de agua. Follaje perennifolio o caducifolio. Florece a lo largo del año, dependiendo de la precipitación o disponibilidad de agua. Su fructificación es en todo el año y los frutos maduran de marzo a abril. Su polinización es entomófila (Zárate, 1994).

Variedades (cultivares)

Se reconocen cuatro cultivares que pertenecen a tres tipos bien definidos de *L. leucocephala*, los cuales, en la actualidad, constituyen las variedades más estudiadas y difundidas en el trópico (Gray, 1968).

- **Variedad Perú, Tipo Perú**. En esta, la planta mide aproximadamente entre 15 a 20 m de altura, sus hojas son grandes, vainas largas y anchas, semillas grandes y planas. Crece como un árbol simétrico y regularmente ramificado, en buenas condiciones. Su tronco principal es erecto. Su follaje es de muy buena calidad y con ramificación profusa en la base del tallo (Matías, 2000); son plantas muy apropiadas para el ramoneo cuando su altura es menor a 2 m. Es la variedad de más uso para la producción animal (Espinosa *et al*., 2001).

- **Variedad Salvador, Tipo Salvador**. Esta es una planta alta y erecta, con escasa ramificación basal, su altura puede ser de hasta 4 m y sin mucha expansión lateral. Sus hojas son largas, y su desventaja comparada con Perú es su crecimiento alto y erecto. Su principal uso es para producir madera y leña.

- **Variedad Hawaii, Tipo común**. Es una planta arbustiva y pequeña, con intensa floración durante todo el año, su rendimiento en forraje es bajo, resiste bien la sequía prolongada y su uso es básicamente para producir leña (Cardona, 1996).

- **Variedad Guatemala, Tipo Salvador**. Esta es una planta alta de escasa ramificación.

Hutton y Bettie (1976) registraron la variedad Cunningham Tipo Perú (resultado del cruzamiento de la variedad Guatemala con la variedad Perú), en esta se combinan el vigor y el porte del Tipo Salvador con la abundancia de ramas del Tipo Perú (Figura 3). Tiene semillas grandes, aunque la producción de semillas es baja (Batson *et al*., 1984). Su potencial para competir con las gramíneas, bajo pastoreo, es fuerte (Hernández *et al*., 1993).



Figura 3. Planta de leucaena var. Cunningham.
(Fuente: Fotografía tomada por el autor)

Requerimientos ambientales

En México en la vertiente del golfo, desde el norte de Veracruz y el sur de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán, y en forma silvestre se encuentra desde Sinaloa hasta Chiapas (Anónimo, 2002). Leucaena es una planta que puede encontrarse entre los 30^{O} al norte y sur del ecuador (Skerman *et al*., 1991), en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 600 m, aunque se ha localizado en sitios por arriba de los 1500 msnm (Arcos, 1998).

Sus necesidades de agua son muy variables, Sánchez (1993), Sánchez y Falcón (1993) señalan que se adapta bien en áreas con precipitación anual que va desde los 500 hasta los 3,000 mm al año, Shelton (1996) indica que es una planta que tolera y resiste bien la sequía.

Se puede localizar en casi todos los tipos de suelo (Menéndez, 1982), es decir se adapta a suelos Fersialíticos, Pardo Rojizos, Pardos con Carbonatos, Aluviales, Escabrosos Húmicos Carbonatados y suelos costeros. Sin embargo, no tolera el encharcamiento prolongado (Menéndez *et al*., 1995; Iglesias, 1996).

También son factores limitantes para su crecimiento y desarrollo la acidez extrema del suelo (pH menor a 4) y las temperaturas muy frías (menor a 15.5^{o}C) (Skerman *et al*., 1991; Hughes, 1998). Los suelos mal drenados limitan el desarrollo de Micorrizas y Rhizobium, provocando un deficiente desarrollo de los árboles (Batis *et al*., 1999).

Producción de planta

Época de siembra

La semilla de la Leucaena (figura 4) debe ser sembrada en tierra preparada después de la iniciación de la temporada de lluvias. Idealmente debe ser sembrada en hileras con separación de 4 pies (1.2 m) entre ellas y la cantidad de semilla puede ser de 2 a 4 libras por acre (2.2 a 4.4 kg/ha). Una vez que los arbustos han quedado establecidos se pueden sembrar gramíneas entre sus hileras (Yates *et al.* 1975).

Cuadro 2. Ficha técnica de *Leucaena leucocephala* var. Cunningham

Nombre Científico	*Leucaena leucocephala* cultivar Cunningham
Nombre común	Leucaena, Chamba, Guaje, Acacia forrajera
Origen / Liberado	Perú México y Centro América / Brasil 1975
Tiempo de Vida	Arbusto o Arbol permanente (Perenne)
Hábito de Crecimiento	Erecto. Arbustos 2 - 3 metros / Arboles 10 metros según manejo
Relación Tallo / Hojas	Elevado predominio de hojas
Producción de Materia Verde	35 Toneladas / Hectárea / Año
Producción Materia Seca de Hojas	Hasta 25 Toneladas Hectárea / Año
Contenido de Proteína Cruda	Hasta 30 % en las hojas. 10 % en tallos a 60 días del rebrote
Soportabilidad	4 cabezas /Ha. / Año
Condiciones Ideales de Suelo	Todo tipo de suelo / Baja / Mediana fertilidad / Bien drenados / PH: 5 a 7.5
Tolerancia / Resistencia	Precipitación, Sequía, Salivazo, Frío, Sombra, Mediana a la humedad
Palatabilidad (Aceptación)	Alta todo el año para vacunos y rumiantes menores
Digestibilidad (DIVMO)	Elevada 64 % a 87 % / NDT = 67.9 % en harina
Fijación de Nitrógeno	500 – 600 Kg. Hectárea / Año (Banco de Proteínas)

Atmosférico	
Tamaño de Semilla	Grande : 20 semillas por gramo : 47.95 gramos = 1,000 semillas
Densidad de Siembra	Banco de Proteína: 10 Kg. de Semilla / Hectárea Asociada en Hileras: 500 gramos / Hectárea (En Vivero y posterior trasplante)
Tiempo de Establecimiento	180 días post emergencia
Temperatura / Precipitación	22 a 30 Grados C. / 700 a 4,000 mm. / Año
Altitud	De 100 a 1,800 msnm.
Pastoreo o Corte	Cuando alcance 1.20 m. hasta 20 cm. de altura sobre el suelo (Corte mecánico) Ramoneo de hojas y ramas verdes cada 45 – 60 días (En asociación)
Utilización	Ramoneo – Pastoreo Rotativo Restringido si es puro / Al Corte como Pasto Verde entero / Harina / Cerco Vivo / Barrera Cortavientos / Ornamental
Asociación	Brachiaria brizantha, Brachiaria xaraés, Tanzania, Kudzu tropical

(Fuente: http://www.huallamayo.com.pe/index.html)



Figura 4. Semillas de leucaena

(Fuente: Morales, V.M.M., 2007.Tesis de Licenciatura. UAAAN.)

Forma de propagación

Aunque la siembra de leucaena se puede hacer por medio de la semilla asexual, mediante injertos (Anónimo, 2002) y a través de micropropagación (Mesa *et al*., 1998), la forma más práctica y económica de propagación es por medio de la semilla botánica (Torres *et al*., 2002).

Propagación asexual

La propagación *in vitro* aun no ha sido plenamente desarrollada, debido a que el inconveniente principal ha sido la dificultad de esterilización de los explantes, además, los brotes de callo no enraízan o no sobreviven al trasplante; también se ha reportado que la propagación con estacas tiene una baja sobrevivencia y lento crecimiento (Batis *et al*., 1999).

Periodo de siembra

Se debe tener mucha precisión en las fechas de siembra, poda de las plantas, además de alcolchar el piso de las plantabandas, esto debido a que el desarrollo del sistema radicular y follaje en esta especie es muy violento (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999).

La latencia de la semilla de leucaena

Concepto de latencia

La latencia o dormancia es la incapacidad de la semilla para germinar bajo condiciones normales de imbibición, temperatura, humedad y oxigenación

(Hilhorst y Toorop, 1997). De esta manera, la latencia en las semillas es frecuentemente definida como un estado de suspensión o reducción considerable de la actividad fisiológica; generalmente este es un periodo transitorio, el cual puede ser relativamente largo, pudiendo ocurrir cambios metabólicos a medida que va disminuyendo la latencia (Come, 1980-1981).

La forma más común de dormancia que presenta leucaena es la física, misma que coincide con la descrita por Willan (2000) y CATIE (2000) para las especies arbóreas del trópico seco. La cubierta dura y quitinizada de estas semillas impiden por completo la imbibición del agua y el intercambio de gases, lo cual dificulta la renovación del embrión y, en consecuencia, no es posible la germinación de la semilla. Esta situación ha dado lugar a la búsqueda de métodos de reblandecimiento de la cubierta de estas semillas (químicos, físicos y mecánicos), a lo cual se ha denominado *escarificación* (Iriondo y Pérez, 1999). Se ha observado que la escarificación de la semilla disminuye su latencia y acelera la germinación de las mismas, independientemente del método utilizado.

Métodos para superar la latencia

Algunos autores como Bernal (1976), Copelan y Mcdonald (1985), Delouche (1964), ISTA (1985), Jimenez (1984), Maguire (1976), Roberts (1972), han descrito tratamientos para vencer la latencia.

La escarificación mecánica es usada en semillas duras y/o impermeables, con el objetivo de alterar la integridad física del pericarpio, o de la cubierta, con la consiguiente absorción de agua y oxígeno, el método consiste en refregar, bañar, o frotar las semillas con superficies abrasivas, como lija, piedra, carbonato de silicio, etc. Así mismo, la semilla puede ser golpeada

con martillo, taladro o dentro de una revolvedora para arena y grava. El tiempo de escarificación es variable para cada especie, lo cual depende del grosor y resistencia de la cubierta. El exceso de escarificación daña la semilla, reduciendo su poder germinativo (De la Garza *et al*., s/f).

La escarificación química, es usada igualmente para el tratamiento de semillas duras, generalmente se usa acido sulfúrico. La semilla se remoja en una solución concentrada, por periodos de tiempo que varían para cada especie, de pocos minutos hasta varias horas. El ácido disuelve la lema y la palea de la cariópside y además agrieta, debilita y adelgaza los tegumentos, disminuyendo la impermeabilidad. El tiempo óptimo de escarificación es importante determinarlo para cada especie, para evitar daños al embrión. Copelan y McDonald (1985) indican que actualmente además del ácido, se han usado enzimas como celulosa y pectinaza, que alteran la cubierta y permeabilizan la semilla.

En el caso de *Leucaena leucocephala*, que presenta un tipo de dormancia exógena debido a sus cubiertas duras e impermeables, han dado buenos resultados los tres métodos de escarificación de la semilla, no obstante, por economía y practicidad solamente se recomiendan dos de ellos, el físico y el mecánico. Entre las variantes del método físico, el tratamiento con agua caliente por 5 minutos (Teles *et al*., 2000; Cakmakci y Aydinoglu, 1999; Amodu *et al*., 2000) y por 2 minutos (González *et al*., 1998) son los más importantes. También se puede emplear un método físico práctico y sencillo como lo es el remojo de la semilla en agua a temperatura ambiente por 12 a 24 horas antes de la siembra (Lezcano y Martínez, 2005).

Escarificación de la semilla con agua caliente

La semilla de *Leucaena leucocephala* tiene una cutícula muy dura que impide la penetración de agua y por tanto la germinación. Se han desarrollado varios métodos para escarificarla. El más sencillo de todos es el de escarificación con agua caliente (figura 5), para lo cual se procede de la siguiente manera (http://www.icraf.cgiar.org):

1. Poner 5 kg de semilla (no poner mas) dentro de un saco de tela, yute o polipropileno, de tal manera que permita la rápida penetración de agua.

2. Sumergir la bolsa con la semilla adentro de agua hirviendo (75 a 80^{O}C) durante 4 o 5 segundos. Aunque el tiempo puede ser de hasta dos minutos (González y Mendoza, 2008)

3. Sacar la bolsa y colgarla para que escurra el exceso de agua y proceder con la inoculación o en su caso siembra.

4. Estar consciente de que mantener la semilla en agua demasiado caliente (mayor a 80^{O}C) puede dañar el porcentaje de germinación (Sánchez, 2002).



Figura 5. Semilla escarificada con agua caliente

(Fuente: Tesis de Licenciatura Meunier, 2005. UAAAN)

Tiempo necesario para la germinación de las semillas

El tiempo necesario para que inicie la germinación a partir de la siembra es de 3 a 10 días (CATIE, 1997; Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999; CATIE, 1991) y el necesario para que finalice el proceso es de 8 a 15 días. El porcentaje de germinación estará en relación al tratamiento de escarificación, pudiendo lograrse hasta el 96 % de germinación con el tratamiento con agua caliente a 80^{O}C por 3 minutos (Rodríguez *et al*., 1985).

Establecimiento

Método de siembra

Hughes (1968) señala que es importante considerar la temperatura, humedad y luminosidad para establecer la época del año en que hay condiciones apropiadas para la germinación y el desarrollo temprano, con la finalidad de lograr buenos establecimientos. La reducción en la cantidad de luz y temperatura afecta considerablemente el crecimiento de las plantas

jóvenes en casi todos los componentes (cuadro 4). Esta especie requiere temperaturas entre 25 a 30^{O}C diarios para su mejor crecimiento (Shelton y Brewbaker, 1994; Shelton y Jones, 1995).

Cuadro 3. Crecimiento de plántulas de leucaena (90 días) con diferentes proporciones de luz

Condiciones de luz y temperatura

INDICADORES DE CRECIMIENTO	100% (35.4^{O}C)	45% (32.7^{O}C)	20% (28.3^{O}C)
Longitud de la raíz (cm)	47.2	30.3	11.2
Longitud del tallo (cm)	31.5	72.3	23.0
Peso seco de la raíz (g)	1.29	0.97	0.10
Peso seco del tallo (g)	2.11	4.33	0.50
Aparición de ramas (días)	60	67	----
Comienzo de la nodulación (días)	67	54	90
Nódulos por planta	66	50	03
Tamaño de los nódulos (cm)	1.3	1.57	0.42

(Fuente: Pathak y Patil, 1982)

La siembra en almacigo se realiza preferentemente a chorrillo, en surcos separados entre sí, colocando la semilla a una profundidad de 2 cm. Si la siembra es directa se colocan dos semillas por envase, a una profundidad de 2 cm. Para agilizar el proceso de trasplante y reducir las pérdidas por maltrato de plántulas, se sugiere replicarlas a bolsas dos o tres días después de la germinación. Se tienen experiencias que la siembra directa es mejor que la de almacigo, ya que se reduce el estrés de la planta, se evita la poda de raíz y la cola de cochino, además se evitan contratiempos del trasplante (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999). Debido a la alta producción de semillas y el alto porcentaje de germinación, se sugiere utilizar la técnica de siembra directa en campo (CATIE, 1991).

Características del sustrato para el almácigo

El almácigo debe contener un sustrato con un pH neutro o ligeramente alcalino, lo más recomendable es con la mejor fertilidad posible y un buen drenaje, como la arena de rio al 100% para minimizar el daño a la raíz al momento del trasplante. El sustrato de los envases debe de ser una mezcla de tierra fértil, materia orgánica y arena en proporción de 3:1:1 con pH neutro o ligeramente alcalino, además se recomienda agregar un gramo de superfosfato simple al envase al momento de la siembra (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999).

Manejo de la planta

Tipo de envase

Es recomendable envasar la planta en bolsa de polietileno negro de 7 x 20 cm, o envases rígidos de plástico con guías de 4 x 20 cm (SIRE- CONABIO, 2006).

Media sombra

El almacigo debe protegerse del sol directo con palapas o malla a media sombra, para controlar la evapotranspiración y prevenir los daños a las plántulas. En las plantas bandas es conveniente utilizar sombra parcial durante los primeros 8 o 10 días posteriores al trasplante, después de este periodo se debe retirar la protección para lograr la lignificación de las plantas (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999).

Periodo de recolección de las semillas

Las semillas deben colectarse entre los meses de marzo a mayo. La colecta debe hacerse de por lo menos 15 arboles, para evitar problemas de reducción de la base genética en las futuras plantaciones (CATIE.1991) y de plantaciones con mas de tres años; a partir de cabezuelas florales que produzcan mas de 30 frutos. Las vainas se deben recolectar cuando presentan un color amarillento y antes de que se abran, además deberán ser cortadas con tijeras o ganchos, cuidando de no dañar las ramas débiles (CATIE. 1997).

Métodos de beneficio de frutos y semillas

Obtención de las semillas de los frutos en el vivero

Los frutos son transportados en bolsas o sacos de yute hacia un lugar techado donde deben extenderse sobre lonas, sobre estas se realiza el secado al sol durante 2 dias por periodos de 3 a 4 horas hasta que se abran las vainas y se desprendan las semillas; una vez abiertas las vainas, la extracción de semillas se realiza manualmente. Las semillas se secan a la sombra sobre mallas durante 2 días (CATIE, 1997). Una vez separadas las semillas, las impurezas se eliminan usando un tamiz apropiado, quedando listas para su siembra o almacenamiento (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999).

Características de la semilla

El porcentaje de pureza fluctúa entre 95 a 99.9% (CATIE, 1997), la producción de semilla alcanza los 500 kg/ha (Febles *et al*., 1991) pero puede ser mayor a los 600 kg/ha (Pérez *et al.,* 2006), aunque Torres *et al*. (2002) señalan haber obtenido en Venezuela hasta 1391 kg/ha con la variedad Perú.

El número de semillas por kg fluctúa entre 18,000 (CATIE, 1997) a 30,000 (Lamprecht, 1989). Bässler (1998) indica que en un kg de se pueden encontrar entre 15,000 a 18,000 semillas. Sin embargo señala que esta proporción varía con la época del año. La semilla es ligeramente elíptica, aplanada, aovada, oblonga, de color café brillante, nítida, lisa, de 0.6 a 0.11 cm de largo y de 0.4 a 0.7 cm de ancho, con un pleurograma del 75 %. Una vaina presenta entre 15 y 25 semillas.

Las semillas son ortodoxas (Hong, *et al*., 1996) este tipo de semillas puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas -0° C; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Generalmente las semillas ortodoxas presentan algún tipo de latencia (Arriaga *et al*., 1994) en este caso presentan latencia primaria, testa dura, debida a una ligera película de cera que impide la absorción de agua (CATIE, 1997).

Condiciones para mantener la viabilidad de las semillas

Las semillas secas se almacenan en recipientes herméticos cerrados a bajas temperaturas y con un contenido de humedad residual de hasta 5 % sin que se dañe o se destruya su estructura seminal. Así, las semillas pueden almacenarse hasta por dos o más años en condiciones ambientales

(Pérez *et al.,* 2000). La humedad de la semilla debe ser reducida a un 13% antes de almacenarla en cámaras frías a 5^{O}C (CATIE, 1991).

La semilla no solo se deteriora durante el almacenaje, sino que se inicia en el campo, continúa con la mala manipulación de la cosecha (Navarro, 2002).

El contenido de humedad es esencial en el procesamiento de las semillas antes de ser almacenadas; de éste dependerá su calidad y su correcto almacenamiento. Desde este punto de vista, cuando se almacenan por debajo de 4 a 8 %, el almacenamiento es seguro; sin embargo, si esta humedad está por arriba de 18 a 20 % se acelera el proceso de respiración y su metabolismo; y con valores a 45 a 60 % se da la germinación. Con humedad entre 12 y 14 % se desarrollan mohos sobre las semillas y dentro de las mismas, y su deterioro es acelerado (González, 1996; Thomsen y Schmidt, 1999; Schmidt, 2000). La semilla bien tratada y debidamente conservada, puede ser almacenada por más de 5 años a 4^{O}C (CATIE, 1997).

Principales plagas y enfermedades

Aunque *Leucaena leucocephala* es resistente a las plagas y enfermedades, es susceptible a malezas, termitas, hormigas (*Atta* sp), roedores. Puede presentarse gomosis (*Fusarium semitectum*) y “damping-off” cuando la humedad y la intensidad de siembra son muy altas (SIRE: CONABIO, 2006). En el vivero las plántulas son atacadas por roedores y hormigas; las semillas son atacadas por diferentes tipos de gorgojos cuando están en las vainas o durante su almacenamiento (SIRE: CONABIO, 2006).

De souza *et al*. (2001) clasificaron los hongos asociados a las semillas en

dos categorías: hongos de campo y hongos de almacén. Dentro de los primeros (que son aquellos que invaden las semillas de las plántulas en desarrollo) se mencionan *Fusarium*, *Alternaria, Helminthosporium* y *Cladosporium* (Silva, 1993). Dentro de los hongos asociados con las semillas se han encontrado *Cladosporium cladosporium* (Wain y Parbery, 1977), Fusarium pallidoroseum que puede provocar que el 70 % de la semilla no germine (Sujan *et al*., 1983), *Cladosporium sp*, *Cochilobolus lunatus*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani* y *Verticillium sp*. (Pradhu *et al*., 1987).

Labores culturales

Riego

Es necesario tener presente que leucaena es una planta que se adapta bien en zonas tropicales y subtropicales con precipitación pluvial entre los 500 y 1500 mm/año (Sánchez, 1993). Es conveniente mantenerla siempre húmeda (CATIE, 1997). Es decir, en condiciones de clima seco es importante garantizarle a la planta el agua necesaria para incrementar los rendimientos de materia seca y maximizar la disponibilidad de biomasa comestible por los animales, sin embargo, es necesario ser eficiente y racional en el uso del agua, utilizando el método de riego más apropiado, como puede ser el riego por goteo (Alvarrieta *et al*., 1994; Avidan, 1994).

Deshierbes

El deshierbe continuo de los pasillos y al interior de los envases que contienen las plantas evitara problemas de competencia por luz, agua y

nutrientes; además favorecerá condiciones de sanidad. Es importante tener cuidado con el número de plantas o estacas que se encuentran en los envases, lo más recomendable es mantener solamente una planta o estaca por envase, la más vigorosa, eliminando las restantes (Arriaga *et al*., 1994).

Debido a que es una especie que no tolera la sombra, no puede ser plantada en sitios enmalezados o a la sombra de otros árboles (CATIE, 1991). Si el terreno presenta problemas de malezas, se recomienda realizar deshierbes anuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. Si este presenta pendientes mayores al 12%, para evitar la erosión del suelo se recomienda remover la vegetación solamente en los sitios en donde se sembrarán las plantas, franja o alrededor de las cepas. Esta actividad se podrá realizar por medio de chapear la vegetación con machetes o retirarla manualmente (Arriaga *et al*., 1994).

Acondicionamiento de la planta previo a trasplante definitivo

Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de plantación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas, este consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar en insolación total, y los riegos se aplicaran alternadamente entre someros y saturación, además de retirarlos durante 1 o 2 días. Esto favorecerá que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas (Cervantes *et al*., 2001).

Preparación de terreno

La preparación del suelo para la siembra de esta planta puede ser de dos formas:

En un caso se hará preparando el área total a sembrar y en el otro caso en franjas si la siembra se va a hacer sobre pastizales ya establecidos (naturales o mejorados) (Ruíz y Febles, 1987). Independientemente del sistema de siembra empleado, las plántulas deben de estar en condiciones favorables para competir con las malezas, esto es, que el lecho de siembra debe quedar bien mullido (Ruíz *et al*., 1999). Dependiendo del tipo de crecimiento del pasto establecido con el que se quiera intercalar la leucaena, será la preparación del terreno, pues es relativamente más fácil su establecimiento con un pasto amacollado (como guinea) que con un pasto estolonífero (como estrella de África), en este último caso será necesario quemar la pradera antes de que comiencen las lluvias e inmediatamente preparar el terreno (arado, picadora, cultivadora, etc.)(Ruíz *et al*., 1999).

Si la plantación se hace por siembra directa en campo es conveniente arar el terreno (CATIE, 1991). Aplica solamente cuando se presentan capas endurecidas a escaza profundidad, menor o igual 15 cm, siempre y cuando los terrenos presenten pendiente menores a 10% (Arriaga *et al*., 1994).

Trazado

El espaciamiento de la plantación varia según el objetivo: en cercas vivas y cortinas rompevientos, las plantas se establecen a 2 X 2 m; callejones 1X1 m; en cultivos intercalados para producir leña, carbón y madera a 2X2 m; para fustes delgados utilizados como tutores de jitomate y chile y se establecen a 1.3 X 1.3 m; en sombra para café se plantan a 4X4 m y 5X5 m; para forraje se planta a 0.5X0.5 m en bosquetes o se sugieren densidades de 20,000 arboles/ha a 0.5X1 m; con el propósito de que el material no se lignifique demasiado; la cosecha inicia un año después de establecida la

plantación, la siguientes cosechas se realizaran cada 3 meses en la época de lluvia y cada 5 meses época de seca (CATIE, 1991).

Para producción de forraje se aplican densidades de 75,000 a 140, 000 plantas/ha, con espaciamientos de 1.75 m entre hileras. Ocacionalmente esta plantación se combina con algunos pastos: pangola (*Digitaria decumbens*), brachiaria (*Brachiaria sp*) y guinea (*Panicum maximun*). Los rendimientos esperados son de 16 ton de forraje ha/año, además cuando la plantación esta bien inoculada con *Rhizobium* puede fijar 500 Kg de N/ha/año. Produce volúmenes maderables de $30m^3$/ha/ año (SIRE: CONABIO, 2006).

Apertura de cepas

El tamaño de las cepas dependerá del tamaño del envase que se haya utilizado para la producción de las plantas. Esto implica que las cepas deberán realizarse con 3 a 5 unidades de volumen adicional al tamaño del cepellón de la planta; no obstante, dependiendo de las condiciones del terreno las dimensiones y tipo de cepas podrán variar, esto en función de las estrategias de conservación de suelo que se desean emplear, de las características del suelo, y de las condiciones climáticas (*Arriaga et al*., 1994).

***Leucaena leucocephala* en la producción animal**

Porque hay una grave escasez de alimentos para animales en todo el trópico, la necesidad de forraje de alta proteína y nutrientes digestibles es un problema

crónico. En ninguna parte es la escasez peor que en las áreas dispersas de los trópicos estacionalmente secos, épocas de sequías recurrentes se oponen a las hierbas perennes de raíces poco profundas y leguminosas forrajeras. Jóvenes o maduros, verde, seco, o ensilado, el follaje es disfrutado por el ganado (figura 6), así como por la fauna silvestre, particularmente cuando el alimento verde está seco. El follaje suculento de la leucaena joven se utiliza principalmente para alimentar a los bovinos, búfalos y cabras, que son menos afectados por la *mimosina* que otros animales (Jones, 1979).

Alternativamente, el ganado puede buscar el follaje (figuras 7, 8) comiéndolo directamente de los arbustos. En el caso del follaje más alto, las ramas pueden ser dobladas por el ganado con sus cuerpos o cuernos. Afortunadamente, la leucaena no es espinosa y sus tallos son altamente flexibles y no es fácil que se quiebren.



Figura 6. Forma de utilización de leucaena por los animales
(Fuente: yucatannoticias.com)





Figuras 7, 8. Ganado bovino y caprino ramoneando arbustos de Leucaena

(Fuente: agromeat.com, bosquedetecaperu.com)

El uso más importante de leucaena es para la alimentación animal, esto debido a su excelente calidad nutricional (Palma *et al.,* 1999) y a su buena palatabilidad y digestibilidad (Shelton, 2000).

Leucaena está considerada como la leguminosa con mayor rendimiento de biomasa, pudiendo obtenerse, según la variedad, entre 3885 y 3808 kg de MS/ha a los 91 días de edad de la planta (Sánchez, 1993). Clavero y Razz (1997) señalan que el rendimiento de MS de leucaena fluctúa entre las 8 y 16 toneladas/ha. Krishna y Mune (1982) recomiendan, basados en los resultados de sus investigaciones, que para lograr un forraje suculento y un alto valor nutritivo con esta planta, se coseche a intervalos de 50 a 60 días a una altura de corte de 15 cm.

Las hojas y los tallos jóvenes de esta leguminosa son altamente aceptables por los animales rumiantes, con rendimientos de forraje de 30 tons/ha/año (Shelton, 1996). Pero no solamente es importante el consumo de hojas y tallos de la planta, sino que también las vainas (cuadro 5) y las semillas pueden ser empleadas como alimento seco para bovinos dado su alto valor nutrtivo (Anon, 1934; Urdaneta *et al*., 1998).

Cuadro 4. Contenido de proteína cruda y materia seca en vainas de *Leucaena leucocephala*

Estado de maduración %	Proteína cruda en %	Materia seca en %
0	24.75	92.04
50	22.44	92.86
100	20.14	92.79

(Fuente: Urdaneta *et al*., 1998)

Calidad nutricional de Leucaena

Las leguminosas, en general, se caracterizan por tener mayor valor nutritivo que las gramíneas y más estables con la maduración de la planta (Sánchez, 1993). Leucaena registra hasta un 25% de proteína cruda y una digestibilidad de la materia seca de 61 a 66% (Di Niro y Näguele, 2007).

Cáceres y Santana (1990) indican que el contenido de MS de la variedad Cunningham no mostró grandes variaciones a través del año, con valores de

29.3 y 32.3%; en tanto que la proteína cruda fluctúo entre 16.3 a 24.6 %, y la digestibilidad de la proteína bruta varió de 57.1 a 68.2 %.

Soca *et al*. (2000) señalan que comparando los valores nutricionales de leucaena en las épocas de seca y lluvias encontraron que el contenido de proteína cruda mostró valores de 26.6 % en secas y de 22.9 % en lluvias; así mismo, la digestibilidad de la MS fue superior en la época de secas con respecto a la de lluvias. Hill (1971) señala que el forraje verde de leucaena puede alcanzar contenidos altos de proteína cruda (32.76 %), dependiendo de la variedad y la época y altura de corte. Así mismo, Chongo y Galindo (1995) indican que el análisis de los constituyentes químicos de once variedades de Leucaena registró niveles de proteína bruta en el rango de 24.69 a 28.7 % y diferentes niveles de *mimosina* que variaron entre especies y época del año.

La proteína de la leucaena es de alta calidad nutritiva. Los aminoácidos están presentes en proporciones equilibradas, al igual que en alfalfa. La leucaena también puede ser una rica fuente de beta caroteno y vitaminas. El contenido de provitamina A figura entre las más altas jamás registradas en especímenes de plantas (Hanson, 1972; Leach, 1977).

Cuándo iniciar el pastoreo de Leucaena

La determinación del momento para cuando un pasto está listo para el pastoreo es un tanto subjetiva y se basa, principalmente, en el estado de crecimiento de la planta y en otras consideraciones que definen la vida útil del pasto. Así lo manifiestan las investigaciones llevadas a cabo con este propósito, mismas que indicaron que si las plantaciones se comienzan a pastorear cuando tienen una altura de 90 a 100 cm, no se compromete la vida útil y futura del pastizal (Ruíz *et al*., 1988). Sin embargo, Di Niro y

Näguele (2007) recomiendan que el primer pastoreo en Leucaena se inicie cuando alcance entre 1.0 a 1.50 m de altura, con un intervalo entre pastoreos de aproximadamente 40 días.

Rendimiento de los animales alimentados con leucaena

En la actualidad, el uso más importante que se da a *Leucaena leucocephala* es como alimento para los animales, con base en su excelente calidad nutritiva (*Palma et al*., 1999) y a su elevada palatabilidad y digestibilidad (Shelton, 2000). Por ser un arbusto forrajero sumamente versátil y productivo en la ganadería tropical, destaca preponderantemente en los sistemas agroforestales (Naugraiya y Sunil, 2001) y en los sistemas silvopastoriles (Khan *et al*., 2000). La asociación de especies arbóreas con pastos mejorados es una práctica agroforestal que ha tenido buena aceptación por los productores de ganado bovino (Alonso, 2006). Esto porque la inclusión de la leguminosa en la pradera mejora la dieta, pero además, juega un papel importante en la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico que es utilizado por las gramíneas en la asociación (Sierra y Nygren, 2006).

Leucaena puede ser utilizada para ramoneo por ganado caprino (Baba *et al*., 2000). La harina que se obtiene de las hojas y tallos tiernos puede ser utilizada como fuente de proteína en la alimentación de cerdos (Zakayo *et al.,* 2000); así mismo, el heno se emplea para la alimentación de conejos (Scapinello *et al.,* 2000). La variedad Perú ha sido utilizada en bancos de proteína para la suplementación de ovinos (Espinosa *et al.,* 2001); se ha usado como suplemento en la alimentación de cabras (Banda y Ayoade, 2004); para la suplementación de ovinos en estabulación (Mazorra *et al*., 2004); como banco de proteína para la alimentación de vacas lecheras buscando incrementar la producción de leche (Lamela *et al*., 2001). Lamela

et al (2010) trabajando con una asociación de Leucaena con pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) encontraron que esta asociación permite a las vacas de mediano potencial, niveles aceptables de producción de leche, además de mantener una buena disponibilidad de materia seca de la pradera. Medina y Sánchez (2006) suplementando Leucaena a ovinos desparasitados y no desparasitados, encontraron que la suplementación de *Leucaena leucocephala* incrementó el peso corporal disminuyendo los costos para el control de la parasitosis.

Fernández *et al*. (1997) suplementando vacas lecheras y con pastoreo restringido en *Leucaena leucocephala* encontraron que tanto para la producción de leche como en ganancia diaria de peso, la mejor respuesta se dio con el grupo de animales que tuvieron acceso al pastoreo de Leucaena (cuadro 4).

Cuadro 5. Efecto de la sustitución parcial del concentrado por pastoreo restringido (2h/día) en leucaena sobre la producción diaria de leche y la ganancia de peso de las vacas.

	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
Producción promedio de leche (kg/vaca/día)	10.14^{b}	11.40^{a}	9.87^{b}
Ganancia en peso (kg/vaca/día)	0.308^{a}	0.333^{a}	0.226^{b}

(Fuente: Fernández *et al*., 1997)

A= Tratamiento control: Pastoreo de gramínea+ 6 kg de concentrado/animal/día
B y C = tratamientos pastoreo de 2h/día en leucaena + concentrado en la proporción de 2 y 4 kg/animal/día respecdtivamente.

Resultados similares han sido reportados por otros investigadores (Raspall *et al*., 1989; Faría, 1991; Morillo y Faría, 1994; Sánchez *et al*., 1994) utilizando diferentes especies de gramíneas, logrando buenos incrementos en la producción de leche de las vacas cuando la leucaena reemplazó total o parcialmente el uso de concentrados.

Trabajos llevados a cabo en Colombia (Barreto, 2006) señalan que vacas lactantes en pastoreo y con acceso a un banco de leucaena produjeron 21% más de leche que aquellas pastoreando pasto pangola *(Digitaria decumbens*) fertilizado con 238.5 kg de N y 10% menos que otro grupo pastoreando el mismo zacate pero recibiendo un alimento concentrado.

El pastoreo por 2h diarias en bancos de leucaena permitió sustituir 2 kg de alimento concentrado/vaca/día en las épocas de lluvias y seca, sin afectar la producción y características de la leche (cuadros 5 y 6), ni la variación de peso vivo de los animales (Faría *et al*., 2007). Palomo *et al*. (1980) llevaron a cabo un trabajo de investigación utilizando pastoreo restringido en leucaena con 0, 2, 4 6 h de pastoreo en leucaena y el resto del día pastoreo en *Cynodon plectostachyus* (estrella africana), con carga fija de 5 animales/ha, donde encontraron que las ganancias diarias/animal tendieron a aumentar conforme al tiempo de pastoreo en leucaena, no así en el testigo, el mayor rendimiento se logró con 4 h de pastoreo en leucaena (547 kg/ha), en tanto que el testigo produjo 369 kg/ha. No se detectaron síntomas de intoxicación por la mimosina de la planta, por lo que se asume que con el pastoreo restringido se puede reducir o eliminar el efecto tóxico que produce esta leguminosa. Espinosa *et al*. (2005) evaluando el comportamiento de ovinos posdestete en el periodo seco, con dietas conteniendo harina de leucaena, encontraron que el consumo de heno varió entre 292 y 583 g/animal/día sin registrarse diferencias significativas entre tratamientos; tampoco hubo diferencias para la ganancia diaria de peso, siendo la ganancia diaria final de 48, 32 y 43 g/animal/día para los tratamientos evaluados; concluyendo que la harina de leucaena puede sustituir el alimento concentrado cuando los animales consumen forraje de mala calidad durante el periodo de sequía.

Cuadro 6. Efecto de la sustitución de alimento concentrado por pastoreo en leucaena sobre las propiedades físicas y químicas de la leche durante la época seca

Tratamientos	Grasa %	Proteína %	Densidad (g/ml)	Acidez titulable. ml NaOH.01N/100ml
T_1	3.7	3.4	1.030	16.6
T_2	3.6	3.4	1.031	16.3
T_3	3.6	3.2	1.030	16.5

(Fuente: Faría *et al*., 2007).

Cuadro 7. Efecto de la sustitución de alimento concentrado por pastoreo en leucaena sobre las propiedades físicas y Químicas de la leche durante la época lluviosa.

Tratamientos	Grasa %	Proteína %	Densidad g/ml	Acidez titulable ml NaOH 0.1N/100 ml.
T_1	3.6	3.4	1.030	16.6
T_2	3.5	3.4	1.029	16.6
T_3	3.5	3.1	1.029	16.5
T_4	3.4	3.4	1.029	18.0

(Fuente: faría et al., 2007).

Otros usos de leucaena

En la península de Yucatán, esta bleguminosa se ha utilizado tradicionalmente para fines medicinales y es poco utilizada como alimento; en Veracruz es utilizada como cerca viva, y en algunas regiones de ese estado y Puebla es comestible, cultivada o semicultivada (Zárate, 1994). Se usa para la producción de madera (es difícil de secar tiene una densidad de 0.59); para leña y carbón, posee un poder calórico de 4200 a 4600 Kcal/kg y además produce poco humo (CATIE, 1997); postes, herramientas, artesanías; tutores para cultivo de jitomate y café (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999). Sin embargo, las hojas y semilla contienen un aminoácido tóxico que puede causar daño a los mamíferos no rumiantes y aves de corral (Batis *et al*., 1999).

Es una especie melífera, la flor se utiliza para la elaboración de aceites esenciales aromáticos; los frutos son muy apreciados por su alto contenido de vitamina A y proteína (46%). Las semillas maduras son empleadas como substituto de café.

Es una especie que se ha utilizado en barreras contra incendios; barrera rompevientos, debe ser plantada como el componente medio de la cortina y cultivo en callejones para la fijación de nitrógeno (Red Mexicana de Germoplasma Forestal, 1999), tiene altas tasas de fijación de nitrógeno atmosférico, 100-600 kg N ha/año (Batis *et al*., 1999). Se le ha utilizado para controlar la erosión, mejorar el suelo y conservación de agua; además su madera sirve en la fabricación de papel y para construcciones (SIRE: CONABIO, 2006). Puede también ser utilizada como planta ornamental (figura 9).



Figura 9. Leucaena como planta de ornato
(Fuente: infojardin.com)

La mimosina

Con frecuencia, las leguminosas presentan cantidades apreciables de aminoácidos tóxicos como taninos y saponinas (D´mello, 1982). Posiblemente, la *mimosina* es la sustancia tóxica más estudiada, siendo su concentración en hojas, tallos y semillas de *Leucaena leucocephala* de 30 g/kg de materia seca aproximadamente. Como resultado del metabolismo de la mimosina presente en *L. leucocephala,* se produce 3-4 dihydroxipyridina (DHP) (figura 9) que es tóxica para los rumiantes, provocando disminución de la síntesis de tiroxina, pérdida del apetito, caída del pelo y disminución en la ganancia de peso (Hegarty *et al*., 1976). El contenido de mimosina varía con la edad y partes de la planta (Holmes, 1981; Guevarra *et al*., 1978).

Cuando la dieta contiene menos del 30 por ciento de leucaena (peso seco), el ganado prospera durante períodos prolongados. Pero cuando la leucaena constituye más de la mitad de la dieta y la alimentación se mantiene durante más

de 6 meses, los resultados pueden ser, en general, problemas de salud con la pérdida de la cola y el cabello de las nalgas, la salivación excesiva (babeo) y el crecimiento pobre (Jones *et al*., 1976)

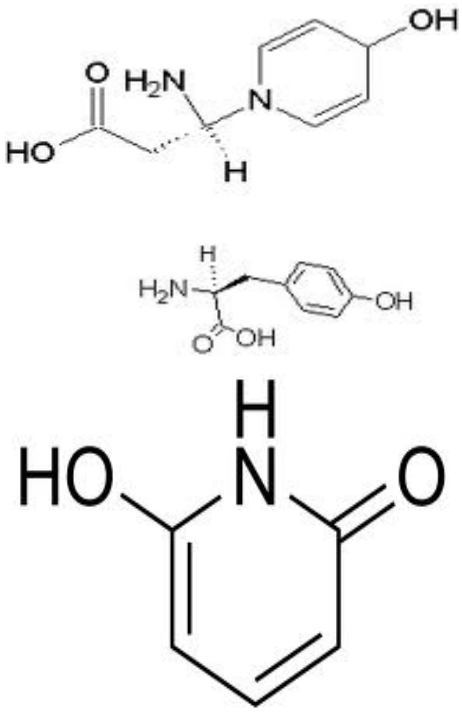


Figura 10.	Mimosina	3,4- dihydroxypyridina

El contenido de *mimosina* es una preocupación, y la investigación se encamina a la obtención de variedades de bajo contenido de *mimosina*. La mayoría de las cepas de leucaena tienen niveles de mimosina aproximadamente iguales, pero algunos de Colombia y otras especies tales como *Leucaena pulverulenta* (norte de México y sur de los Estados Unidos) tienen mucho menos. Nuevos programas de investigacion en Hawai y Australia han cruzado la leucaena (es decir, *L. leucocephala* con *L. pulvurulenta*) para obtener híbridos con menos contenido de *mimosina* (Hutton y Jones, 1976).

Cuando las hojas frescas de leucaena húmeda se calientan, se reduce su contenido de mimosina, provocando que su valor alimenticio aumente. La reducción es mayor a temperatura superior a 70° C (158 °F). La adición de sulfato ferroso a las raciones que contienen harina de leucaena sin calefacción de la hoja también reduce la toxicidad de la mimosina (Matsumoto *et al*, 1951).

Hoy existe el conocimiento de que la *mimosina* puede ser degradada por las bacterias del rumen a DHP (3-4 Dihydroxipyridina), compuesto de alto poder bociogénico pero menos tóxico que la *mimosina*. De esta manera, los animales que son capaces de transformar la mimosina a DHP pueden tolerar niveles más altos de leucaena en la dieta (Holmes, 1981; Jones *et al*., 1984).

CONCLUSIÓNES

Considerando la información recabada en esta revisión bibliográfica, se puede concluir que:

- *Leucaena leucocephala* es una planta muy versátil para ser explotada bajo condiciones de trópico húmedo y seco, para diferentes propósitos, pero primordialmente como planta forrajera para la alimentación animal, utilizando las variedades apropiadas.

- Dadas sus características de producción y comportamiento, puede ser explotada tanto bajo pastoreo directo como forraje de corte.

- Su calidad nutricional permite obtener resultados satisfactorios de rendimiento en los animales.

- Puede ser asociada con pastos estoloníferos y amacollados para mejorar las características y el rendimiento de la pradera, sin que ello mengüe su calidad nutricional y su producción de biomasa.

- Pero, además, puede también ser explotada como madera, leña, carbón vegetal, sombra para plantas que así lo requieran, como café y cacao e inclusive como ornamental por sus flores blancas y su follaje abundante.

- Su cultivo debe hacerse en terrenos no inundables, dado que no tolera los encharcamientos.

- Como todas las leguminosas, es una planta exigente de un equilibrio mineral razonable en el suelo, sobre todo en los minerales Calcio,

Fósforo, Azufre, Molibdeno y Cinc. Esto es, particularmente importante después del corte o ramoneo.

- Su contenido de *mimosina* puede contrarrestarse mediante la combinación con otros alimentos en la dieta.

LITERATURA CITADA

Alonso, J. 2006. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema sivopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas. Rev. Cub. Cienc. Agric. 40:503-510. Cuba.

Alvarrieta, S.A., O. Galíndez, A. Castillo y P. Yepez. 1997. Riego por goteo artesanal: Alternativa para la producción ortícola en el ambiente semi árido. PROSALAFA. ICAP-FIDA. Barquisimeto, Venezuela. 26 pp.

Amodu, J.T., A.T. Amokanye, O.S. Onifade y R.O. Balogun. 2000. The effect of hot water and acid treatmen on establishment of *Leucaena leucocephala.* Seed research. 28(2): 226-228.

Anónimo. 2002. Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. Consultado en marzo de 2011. Disponible en: http://www.rockfound.org.mx/pumilabies.html.

Anónimo. 1934. En: Piensos tropicales. 1994. Roma. FAO. Colección FAO: Producción y Sanidad.

Arcos, J.C. 1998. Recursos arbóreos. En: Gramíneas y Leguminosas. Consideraciones Agrozootécnicas para la ganadería del trópico bajo. Eds. A.J. Chamorro, J.E. Gallo, J.C. Arcos y M.A. Vanegas. CORPOICA-Centro de Investigación “Nataima”. El Espinal. Tolima, Colombia. 146 pp.

Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestacion con Especies Nativas: Colecta y Preservacion de Semillas, Propagacion y Manejo de Plantas. SEDESOL/INE-Facultad de Ciencias UNAM. Mexico, D.F.

Avidan, A. 1994. Determinación del régimen de riego de los cultivos: Cálculo de las necesidades de riego. Higud-CINADCO. Israel. Fascículo No. 3. 58 pp.

Banda, J.L. y J.A. Ayoade. 2004. *Leucaena leucocephala* cv Perú as proteic suplement For Malawian goats copped maize stover. Consultado en: marzo de 2011. Disponible en: http://www.fac.org/wairdocs/ilril/x5487elx5487eOi.htm.

Barreto, A. 1990. Botánica de las Leguminosas. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba.

Barreto, M. L.A. 2006. *Leucaena leucocephala* en Venezuela. Consultado en: abril de 2011. Disponible en: http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/leucaena-leucocephala-venezuela-t1038/078-po.html.

Bässler, M. 1998*. Leucaena leucocephala*. En: Flora de la República de Cuba. Serie APlantas vasculares. Fascículo 2. Mimosoideae. Koelty Scientific Book. Federal republic of germany. P.57.

Batis,M., M.. Alcocer, M. Gual, C. Sanchez y C. Vazquez-Yanez. 1999. Arboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y Reforestación. Instituto de Ecología UNAM/CONABIO. México.

Batson, H.F., T.U. Ferguson y K.A.E. Archibald. 1984. Variability in Leucaena and its potential in the Caribbean. Unpublished paper presented at the Second Annual Meeting OAS Caribbean Leucaena Proyect. Kingston, Jamaica.

Bernal, J. E. 1976. Algunos aspectos de fisiologia de semillas forrajeras. Investigaciones Agropecuarias, serie de informes de conferencias, cursos y reunione. (29):25-27. Maracay, Venezuela

Brewbaker, J.L. 1989. Leucaena: can there be such a thing as a perfect tree. Agroforestry today. 1:4-7.

Brewbaker, J.L. 1998. *Leucaena leucocephala*. Un árbol versatile fijador de nitrógenoEn: Una guía útil para los árboles de uso múltiple. Consultado en marzo de 2011. Disponible en: http://www.winrock.org/forestry.factpub/Spleucaena.html.

Cakmakci, S. y B. Aydinoglu. 1999. Effects of different pre-germination treatments on sweedlingvigour of *Leucaena leucocephala* L. Seeds. Ziraat-Fakultesi Dergisi. Akdeniz-Universitesi. 12(1): 87-92.

Cáceres, O. y H. Santana. 1990. Valor nutritivo de Leucaena leucocephala cv Cunningham en diferentes momentos del año. Pastos y Forrajes. 13(2):197-202.

Cardona, M.C. 1996. La Leucaena leucocephala en banco de protein y asociada con gramíneas. En: Sistemas Silvopastoriles. Alternativa para una ganadería moderna y competitiva. II Seminario Internacional. Eds. A. Francisco. P.61.

CATIE, 1997. Notas Técnicas Sobre Manejo de Semillas Forestales. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales. No 19, Centro Agronómico tropical.

CATIE. 1991. *Leucaena, leucaena leucocephala* (Lam. de Wit.) Especie de Árbol de Uso Múltiple en América Central. Informe Técnico No 166.

Cervantes, V., M. Lopez- Gonzalez, N. Salas y G. Hernandez. En Prensa. Tecnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Areas de Reforestacion. Facultad de Ciencias, UNAM-PRONARE SEMARNAP. Mexico, D.F.

Clavero, T. y R. Razz. 1997. Arboiles forrajeros. *Leucaena leucocephala*. Cuadernos Técnicos No. 2. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 5pp.

Come, D. 1980, 1981. Problems of embryonal dormancy as exemplified by apple embryo. Israel Jour. Bot. 29:145-57.

Copeland I. O. y M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science at technology. 2°. Edition. Burges Publishing. Minneapolis, Minnesota. USA.

Delouche, J. 1964. Latencia de semillas. Seed technology laboratory. Mississippi State University. Mississippi. USA.

De la Garza, L.de L. Ma. del P., F. Camacho y M. Martínez. 2007. Efecto del tratamiento con agua caliente a diferentes tiempos en semillas de *Leucaena*

leucocephala (Lam.) de Wit. Consultado en marzo de 2011. Disponible en: http://www.rniaf.org.mx/2007/memoria/resúmenes/forestales/forestales3.pdf

Di Niro, M. y A. Nagüele. 2007. Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Estancias Freenont y Lomaporá. Consultado en: Marzo de 2011. Disponible en: http://www.producción-animal.com.ar/producción-y-manejo-pasturas/pasturas-cultivadas-megatermic.

Ernesto Meunier Enríquez. 2005. Evaluación de dos métodos de escarificación de semilla de (Leucaena leucocephala) a tres tiempos de tratamiento. Tesis de licenciatura. UAAAN.

Espinosa, M. F., C. Araque, L. León, H. Quintana y E. Perdomo. 2001. Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en pastoreo con ovinos. Zootecnia Tropical. 19(3):34-45.

Espinosa, M.F., Y. Díaz, P. Argenti, H. Quintana y L. León. 2004. Uso de la harina de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de corderos pos destete en la época seca. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 22:41-51. Venezuela.

Faría, M. J. 1991. Leguminosas forrajeras. Limitaciones y perspectivas. En: Curso sobre producción e investigación en pastos tropicales. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Pp. 95-125.

Faría, M. J., Z. Chirinos y D. E. Morillo. 2007. Efecto de la sustitución parcial del alimento concentrado por pastoreo con *Leucaena leucocephala* sobre la producción y características de la leche y variación de peso de vacas mestizas. Zoot. Trop. 25(4):245-251.

Fernández, R.L., M. de Chávez y D. Virgüez T. 1997. Uso de leucaena (*Leucaena leucocephala*) (Lam.) de Wit. En pastoreo restringido para la suplementación de vacas lecheras. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1):129-131.

González, Y. 1996. Conservación y tratamientos a las semillas. Conferencia para el Curso de Postgrado “Principios Agronómicos y Producción de Pastos y Forrajes”. EEPF “Indio Hatuey” . Matanzas, Cuba. 20pp. Mimeo.

González, Y. y F. Mendoza. 2008. Efecto del agua caliente en la germinación de las semillas de leucaena leucocephala cv. Perú. Pastos y Forrajes. 31(1). En: http://www.scielo.s/d.cu/scielo.php. Consultado en: abril de 2011.

González, Y., A. Hernández y F. Mendoza. 1998. Comportamiento de la germinación y la viabilidad de las semillas de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. En: Memorias III. Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba. P.107.

Gray, S.G. 1968. A review of reseach on *Leucaena leucocephala*. Trop. Grass. 2:19.

Guevarra, A.B., A.J. Whitney y J.R. Thompson. 1978. Infleuce of intra row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena leucocephala*. Agron. Jour. 70:1033-1037.

Hegarty, M.P., R.D. Court. M.D. Christie y C.P. Lee. 1978. Mimosina in *Leucaena leucocephala* is metabolized to a gastrogen in ruminants. Aust. Vet. Jour. 52(10):490-506.

Hernández, I., C. Matías, R. Hernández, F. Ruz y R. Rolo. 1993. Comportamiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas en el Sur oeste de Matanzas. Pastos y Forrajes. 16:243. Cuba.

Hill, G.D. 1971. *Leucaena leucocephal*a for pastures in the tropics. Herbage Abstracts. 41(2): 11-119.

Hilhorst, H.W. y P. Toorop. 1997. Review on dormancy, germinability and germination in crop and weed seed. Advances in Agronomy. 61:111.

Holmes, J.H. 1981. Toxicity of *Leucaena leucocephala* for steers in the wet tropics. Trop. Animal Health. Prod. 13(1):94-100.

Hong, T., S. Linington y R. Ellis.1996. Seed Storage Behaviour: a Compendium. Handebook for Genebanks. No. 4. ITGRI. Roma.

Hughes, C.E. 1998. Monograph of leucaena benth (Leguminosae: Mimosoideae). Syst. Bot. Monograph 55.

Hutton, E.M. y W.M. Beattie. 1976. Yield characteristics in tree bred lines of the legume *Leucaena leucocephala*. Trop. Grass. 10:187.

Iglesias, J. 1996. La utilización de la *Leucaena leucocephala* en un contexto silvopastoril para la producción bovina. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Cuba. 85 pp.

Iriondo, J.M. y C. Pérez. 1999. Propagation from seeds and seed preservation . In: A colour atlas of plant propagation and conservation. B. G. Bowes ed. Mason Publishing. London. England. 46 pp.

Jimenez, M. A. 1984. Escarificacion, inoculacion y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajes tropicales. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de Zootecnia. México. Pp 1-21.

Jones, R.J. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. World Animal review (FAO). 31: 13-23.

Jones, R.M. y R.J. Jones. 1984. The effect of *Leucaena leucocephala* on liveweight gain, thyroid size and thyroxine levels of steers in southeastern Queensland. Aust. J. Exdp. Agric. Anim. Husb. 24(1):4-9.

Khant, T.A., G. Suresh y R.K. Bhatt.2000. Principal component interactions in silvopastoral system. Indian Jour. Of Agroforestry. 29:79-86.

Krishna, M.K. y M.K. Muneg. 1982. Effect of cuttiing and frequency regímenes on the herbage yield of Leucaena. Leucaena research Report. 3:31-32.

Lamprecht H. 1989. Silviculture in the Tropics. Tropical Forest Ecosystems and their Tree Species-Possibilities and Methods for their Long-Term Utilization. Technical Cooperation-Alemania.

Lamela, L., C. Matías, C. Fung y R. Valdés. 2001. Efecto del banco de proteína de leucaena en la producción de leche. Pastos y Forrajes. 23:259-271.

Lamela, L., R.B Soto, T. Sánchez, F. Ojeda e I. Montejo. 2010. Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala, Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego. Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey" 33(3):75. Matanzas, Cuba.

La O, O., B. Chongo, D. Delgado, T.E. Ruíz, A. Elias, J. Stuart y V. Torres. 2003. Degradabilidad ruminal de materia seca y nitrógeno total de 6 ecotipos del género *Leucaena.* Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 37(3): 267.

Lezcano, F.J.C. y B. Martínez. C. 2005. Microflora Asociada a Semillas Almacenadas de *Leucaena leucocephala* cv Perú. Tesis de M.C. en Sanidad vegetal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio hatuey". La Habana, Cuba.

Maecha, G. y R. Echeverry. 1983. Arboles del Valle del Cauca. Progreso Corporación Financiera, S.A. Litografía Arco. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 208 pp.

Magueli Magdiel Morales Velazquez. 2007. Escarificacion termica de semilla de dos variedades de Leucaena leucocephala (lam) de wit. a cinco tiempos de inmersión en agua caliente. Tesis de licenciatura. UAAAN.

Maguire, J D. 1976. Advances in Research and Technology of Seeds. Part 2. J. R. Thomson edition. Center for agricultural publishing and documentation. Pp 7-27. Wageningen, The Netherlands

Matías, C. 2000. Influencia del momento y la frecuencia en la producción y calidad de la semilla. II. *Leucaena leucocephala* cv. Perú. En: Taller "La semilla en la ganadería". SEMIH 2000. Celebrado del 15 al 17 de noviembre . EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

Mazorra, C., A. Borroto, R. Pérez, D. Fontes y G. Borges. 2004. potencialidades de los subproductos citrícolas en la alimentación de los ovinos. Principales sistemas de alimentación. Consultado en: marzo de 2011. Disponible en: http://www.cirval.asso.fr/publication/venezuela/conferen/potencialidades.htm.

Medina, R. y A. Sánchez. 2006. Efecto de la suplementación con follaje de *Leucaena leucocephala* Sobre la ganancia de peso de ovinos desparasitados y no desparasitados contra Estrongílidos digestivos. Zootecnia Tropical. 24(1):55-68.

Menéndez, J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas auctóctonas y/o naturalizadas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba. 89. Pp.

Menéndez, J., T. Shateloin, I. Yepes, R. Roche y M. Nodarse. 1995. Colecta de especies con características forrajeras en la Ciénega de Zapata. Pastos y Forrajes. 18:21.

Morillo, D. y J. Faria. 1994. Efecto del suministro de *Leucaena leucocephala* y/o cebada sobre la producción y composición de la leche de vacas mestizas. VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. San Huan de los Morros, Venezuela. R 032. Resumen.

National Academy of Sciences. 1997. *Leucaena*: Promisisng Forage and Tree Crop for The Tropics. NAS. Washington D.C. 115 p.

Naugraiya, M. y P. Sunil. 2001. Performance of multipurpose tree species under agroforestry system on entisols of Chattisgarh plains. Range Management and Agroforestry. 22(2): 164-176.

Navarro, M. 2002. Evaluación del vigor de la semilla de *Albizia lebbeck* (L) Benth durante la emergencia de plántulas. Tesis presentada en opción al título de Maestro en Ciencias en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 78 pp.

Palma, J.M., M. Aguirre, C. Cárdenas y A. Moya. 1999. Valor nutritivo de tres leguminosas arbóreas en el trópico seco de México. Pastos y Forrajes. 22:57.

Palomo, S.J., G.R. Castro y F. M. Nava. 1980. Aproverchamiento del guaje (*Leucaena leucocephala*) Lam. En pastoreo restringido sobre la ganancia animal en praderas de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) K. Schum. Agricultura tropical. 2(3):226-231. México.

Pathak, P.S. y B.D. Patil. 1982. Leucaena Research at the Indian Grassland and Fodder Research Institutre. In: Leucaerna Research in the Asian-Pacific Region. Proc. Of a Workshop. Singapore. 83.

Pérez, A., C. Matías y Y. González. 2000. Tecnología para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas. En: Tecnología para la producción de pastos tropicales. EEPT “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 22:57.

Pérez, A., C. Matías, Y. González y o. Alonso. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales . En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Ed. Milagros Milera. Universidad de San Carlos de Guatemala-EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. P. 138.

Petit, J. 1994. Árboles y arbustos forrajeros. Instituto forestal latinoamericano. Mérida, Venezuela. 174 p.

Pradu, M.S.C., D. Venkatasubbaiah, K.M. Safeeulla y H.S. Setty. 1987. Fungi associated with leucaena sedes and their influence on germinatio. Annals of Tropical Research. 4: 151-155.

Raspall, E., J. Penedo, G. Brull y R. Fonseca. 1989. Alimentación de vacas lecheras con *Leucaena leucocephala*. Revista Producción Animal. 5(1):11-16.

Red Mexicana de Germoplasma Forestal.1999*. Leucaena leucocephala.* Gaceta de la Red No 3. Agosto- octubre.

Robers, E. H. 1972. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. Viability of seeds. Robers editor. Chapman and Hall. London. R.U. Pp 321-359.

Rodríguez, C.C., A. Eguiarte y E. de J. Hernández. 1985. Evaluación de diferentes métodos prácticos de escarificación de semillas de *Leucaena Leucocephala* Lam. De Wit. En condiciones de trópico semi seco. Técnica Pecuaria en México. 48: 24-29.

Ruiz, T.E., G. Febles, E. Castillo, H. Jordan, G. Crespo, N. Valenciaga y H. Díaz. (S/F). La experiencia Cubana en la Agronomía y Manejo de *Leucaena leucocephala*. Consultado en: 30 de marzo de 2011. Disponible en: http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/AGROF99/Ruiz.TE2...

Ruíz, T.E., G. Febles, O. Cobarrubia, L.E. Díaz y G. Bernal. 1988. La altura de la planta como criterio para comenzar a pastar la *Leucaena leucocephala* después de la siembra. Rev. Cubana Cienc. Agric. 22:201.

Sánchez, A. 1993. Potencial agronómico de *Leucaena leucocephala* en la zona de Aroa y Bajo Tocuyo. FONAIAP. Divulga. No. 42.

Sánchez, G., J. Alexander y R. Me4dina. 1994. La *Leucaena leucocephala* (Lam.) como suplemento proteico en la alimentación de vacas en producción. VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. San Juan de los Morros, Venezuela. R 031. Resúmen.

Scapinello, C., A.C. Furlan C.C. Jobim, H. G. de Faría, D.F. Figueiredo y A.B. Hernández. 2000. Nutrive value and use of leucaena hay (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) for growing rabbits. Acta-Scientiarum. 22(3): 829-845.

Schmidt, L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest. (K. Oldsen, Ed.) Danida Forest Seed Centre. Denmark. 511 pp.

Shelton, H.M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. T. Clavero ed. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. P. 17.

Shelton, H.M. 2000. Potential and limitation of *Leucaena spp*. For silvopasatoril system. In: Simposio Internnational “Sistemas Agroforestais Pecuarios na America do sul”. 18-20 de setembro 2000. Bazil.

Shelton, H.M. 2001. Potential and limitation of *Leucaena spp*. For silvopastoril system. In: Simposio Internacional “Sistemas Agroforestais Pecuarios na America do Sul”. 18-20 de setembro 2000. Brazil.

Sierra, J. y P. Nygren. 2006. Transfer of N fixed by a legume treeto the associated grass in a tropical silvopastoral System. Soil, Biology and Biochemistry. Consultado en: Marzo de 2011. Disponible en: http://www.elsevier.com/locate/soilbio.

Silva, C.A. 1993. Microorganismos y deterioro. En: Aspectos relacionados con el deterioro de las semillas. Revista ICA. 28: 140.

Simón, L., I. Hernández y F. Ojeda. 1998. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. L Simón. Ed. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p.23.

SIRE:CONABIO. 1977. *Leucaena.* Promising Forage and Tree Crop for the Tropics. National Academy of Sciences. Washington, D. C.

Skerman, P.J. ; D. G. Cameron y F. Riveros. 1991. Catálogo de leguminosas arbustivas. En: Leguminosas Forrajeras Tropicales. FAO. Roma, Italia. P. 602.

Soca, M., L. Simón, O. Cáceres y A. G. Francisco. (S/F). Valor Nutritivo del heno de Arboles Leguminosos. II. *Leucaena leucocephala*. Cv. CNIA.250. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

Teles, M.N., A.A. Alves, J.C. Oliveira y A.M. Bezerra. 2000. Procedure for dormancy breakage in *Leucaena leucocephala*. Revista Brazileira de Zootécnia. 29(2): 387-391.

Thomsen, K. y L. Schmidt. 1999. Control of fungi during seed procurement. Technical Note. 53. Danida Forest Seed Centre. DK 3050. Humlebaek, Denmark. 16pp.

Torres, A., A. Alvarado, E. Chacón, A. Zerpa y R. Romero. 2002. Producción de semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en Venezuela. Conferencia para el III Cursillo: "El uso de Recursos Alimenticios Para la Producción de Bivinos a Pastoreo". En: Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Vallera. 22-26 de octubre. ULA-Trujillo, Venezuela. P. 7.

Urdaneta, J., R. Razz y T. Clavero. 1998. Contenido de proteína cruda y materia seca de las vainas de Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15:262-265.Venezuela.

Vong Carlowitz, P., G. Wolf y R. Kemperman. 1991. The Multipurpose and Shrub Database. An Information and Decision-Support System. Manual, Version 1.0 ICRAF. Nairobi Kenya.

Wains, Z.N. y D. Parbery. 1977. Studies of seeds borne fungi of tropical pasture legume species. Aust. Jour. Agric. Res. 28(5): 821.

Watson, L. y M.J. Dalwitz. 1999. Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. En: Ecology y Evolutionary Biology Conservatory. Consultado en: marzo de 2011. Disponible en: http://www.eeb.vconn.edu/num/199300010.html.2003.

Willan, R.L. 2000. Pretratamiento de semillas. En: Técnicas para la germinación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico No. 39. CATIE-Profesor-DFSC. Turrialba, Costa Rica.

Zárate, S. 1994. Revisión del género *Leucaena* en México. Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Botánica 65(2): 83-162.

PAGINAS DE INTERNET

http://www.huallamayo.com.pe/index.html

http://origin-impreso.milenio.com/node/7077749

http://www.icraf.cgiar.org

http://www.yucatannoticias.com

http://www.agromeat.com

http://www.bosquedetecaperu.com