

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO



Leucaena leucocephala Resultados de Investigación y
Tecnología en la Ganadería Intensiva y Extensiva

MONOGRAFIA

POR:

LUIS MIGUEL GALLARDO LÓPEZ

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el
Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DEL 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
División Ciencia Animal
Departamento Recursos Naturales Renovables

***Leucaena leucocephala* Resultados de Investigación y
Tecnología en la Ganadería Intensiva y Extensiva**

MONOGRAFIA

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera
Presidente

MC. Alejandro Cárdenas Blanco
Sinodal

Dr. José Hernández Dávila
Sinodal

Ing. Rodolfo Peña Oranday
Coordinador División Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2007

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme las fuerzas y estar siempre a mi lado lo cual me dio la oportunidad de terminar mis estudios profesionales con éxito.

Al Dr. Álvaro Fernández Rodríguez Rivera, por su apoyo y ánimo conmigo para realizar este trabajo y lograr terminarlo muchas gracias.
A todos mis maestros por darme las armas y consejos necesarios a todos ellos mil gracias.

A MIS HERMANOS

Carlos y Saúl, gracias por ser mis hermanos a sus consejos como hermanos mayores y confianza que en mí depositaron al apoyo que me dieron muchas gracias.

A MIS AMIGOS

A todos mis compañeros de la generación CII de por todas los buenos ratos que pasamos en esta institución, y principalmente a mis amigos Temo y Gilberto que han estado conmigo cuando más necesitaba.

A MIS PRIMOS (AS)

Arnoldo, con el que siempre he compartido conmigo alegrías. Conchis que me ha estado apoyando y a la que le cuento mis tristezas y alegrías. Magi que siempre he pedido a Dios por mí la cual también me aconseja a todos ellos muchas gracias por estar a mi lado.

A mi querida Narrito que me acogió, cobijó y formó como profesional mil gracias.

DEDICATORIAS

A MI MADRE

A mi querida madre, Sra. Dora Luz López Soto, por darme el regalo mas preciado de este mundo que es la vida gracias a ti y a tus cuidados que me diste a tus consejos y la confianza que depositaste en mi lo cual me animo a concluir mis estudios profesionales muchas gracias.

A MIS ABUELOS.

Noe y Susana por estar conmigo apoyándome y darme consejos y ánimos para salir adelante y enseñarme muchas cosas las cuales han sido muy valiosas en mi vida muchas gracias.

A MIS TIOS (AS)

A mi tío Moje, quien me ha apoyado incondicionalmente tanto económicamente como moralmente y siempre ha estado conmigo sin esperar nada a cambio mil gracias.

A mi tía toñi y mi tío Noé, quienes han estado conmigo en las buenas y malas que me han apoyado emocionalmente y económicamente gracias por todos sus consejos los cuales e sabido escuchar y me han llevo por el camino correcto, por el amor que me han dado incondicionalmente quiero que sepan que han sido mis segundos padres, muchas gracias.

A mi tía Araceli que me apoyo cuando mas lo necesite y sus consejos y regaños los cuales lo hicieron que yo me fuera por un buen camino y lograr concluir mis estudios profesionales mil gracias.

Y una personita que siempre estuvo a mi lado en momentos de soledad y tristeza que con su amor me dio los ánimos necesarios para que yo no me rindiera en el camino el cual fue muy difícil por ello gracias Claribel.

Índice

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
INDICE.....	III
INTRODUCCION.....	9
Objetivo General.....	10
REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
Descripción de la Planta.....	11
Descripción botánica.....	12
Clasificación taxonómica.....	12
Distribución geográfica.....	13
Factores relacionados con el establecimiento de las planta.....	13
Latencia.....	14
Clasificación de Latencia.....	14
Germinación.....	16
Emergencia.....	18
Competencia.....	19
Ventajas.....	19
Desventajas.....	20
Métodos para superar la latencia.....	20
Escarificación con ácido sulfúrico.....	21
Escarificación con agua caliente.....	22
Requerimientos ecológicos.....	23
Latitud y altitud.....	23
Temperatura.....	23
Agua.....	24
Suelo.....	24
Establecimiento y cultivo.....	25
Inoculación de la semilla.....	25
Siembra.....	25
Época de siembra.....	26
Siembra directa.....	27

Densidad y métodos de siembra.....	27
Distancias de siembra.....	28
Manejo recomendado.....	29
Altura de poda.....	29
Fertilización.....	30
Control de malas hierbas.....	31
Plagas y enfermedades.....	31
Utilización.....	32
Agricultura.....	32
Mejorador del suelo.....	32
Sombra para cultivos.....	32
Control de la erosión.....	33
Producción de forraje para alimentación de ganado.....	33
Reforestación.....	33
Producción de madera.....	34
Producción de pulpa para papel.....	34
Producción de combustible.....	35
Otros usos.....	35
Variedades.....	35
Manejo para el establecimiento.....	40
Momento de comenzar el pastoreo.....	42
Manejo de leucaena.....	43
Agronomía.....	47
Resultados con ecotipos y variedades de leucaena sp. y otras especies arbóreas.....	48
Leguminosas tropicales.....	51
Potencialidades de las leguminosas tropicales como fuente nutritiva.....	53
Mejoradoras de la calidad del suelo.....	53
Factores a considerar.....	54
Taninos.....	54
Interacciones proteína-tanino.....	55
Incremento en la productividad animal ganancia de peso.....	55
Producción de leche.....	56

Explotación del sistema silvopastoril.....	57
Potencialidad de la arborización con <i>Leucaena leucocephala</i> para mejorar el desempeño bio-productivo de hatos lecheros alojados en agroecosistemas degradados.....	61
RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	66
CONCLUSIONES.....	76
LITERATURA CITADA.....	77

Cuadro.1. clasificación taxonómica de <i>Leucaena leucocephala</i>	12
Cuadro No 2 Variedades de <i>Leucaena leucocephala</i> ampliamente experimentales desde 1970.....	36

Tabla 1. Crecimiento de plántulas de <i>Leucaena</i> (90 días) con diferentes proporciones de luz.....	37
--	----

Tabla 2. Efecto de la fecha de siembra en los componentes del rendimiento bajo condiciones de limpieza 5 meses después de la siembra (Ruiz y col, 1989).....	39
--	----

Tabla 3. Efecto de diferentes métodos de control de maleza en el desarrollo de los componentes del rendimiento de leucaena 5 meses después de la siembra (Ruiz y col, 1990).....	40
--	----

Tabla 4. Efecto de diferentes niveles de trifluralín en el establecimiento de leucaena a los 180 días de la siembra (Ruiz y col, 1990).....	41
---	----

Tabla 5. Efecto de la altura de la planta en que comenzó a pastarse después de la siembra en la altura y peso por planta (hoja y tallos tiernos) (Ruiz y col, 1988).....	42
--	----

Tabla 6: Supervivencia y número de ramas de leguminosas arbustivas en condiciones de estrés en Cuba.....	49
--	----

Tabla 7: Crecimiento de leguminosas arbustivas sembradas bajo condiciones de estrés en Cuba.....	50
Tabla 8: Especies relevantes para diferentes propósitos productivos (sombra, cerca) incluyendo la aceptación por animales.....	51
Tabla 9: Efecto de la sombra de <i>Leucaena</i> en el pasto estrella.....	58
Tabla 10: Principales indicadores a considerar en tecnología para hembras con bancos de proteína de <i>Leucaena</i>	59
Tabla 11: Estudio del comportamiento de los machos bovinos en sistemas de <i>Leucaena</i>	60

Introducción

La *Leucaena* es una especie forrajera que se ha utilizado con éxito en diversas partes del mundo como en Nueva Zelanda, Europa, Australia y Asia, así por ejemplo en Cuba en 1979, se ha investigado con *Leucaena leucocephala* para utilizarla, eficientemente, en lo que se combinaron época, profundidad, distancia y densidad de siembra. Intercalar (2-3 semanas después de la siembra) cultivos temporales (maíz, vigna o girasol) disminuye la competencia con malezas, logrando un saldo económico de 119 %. La leucaena se pastará entre 90-100 cm de altura alcanzando un consumo total no menor del 80 %, controlando el crecimiento vertical y prolongando su vida productiva, cabe considerar que al igual que otras especies arbóreas es lenta en su etapa de establecimiento si se compara con otras especies herbáceas.

Por otro lado la producción de carne y leche a base de pastos tropicales tiene limitantes en cuanto al rendimiento de MS y contenido del valor nutritivo en gramíneas, particularmente, en época lluviosa, aunado a déficit de fertilizantes nitrogenados, suplementos proteico-energético y agua, considerando esto, se ha utilizado leguminosas como complemento de las gramíneas ya sea en forma asociada o independientemente, bien, con especies rastreras, arbustivas o en combinaciones que permitan obtener resultados satisfactorios para el usuario.

Uno de los principales problemas que afronta la ganadería, especialmente la de doble propósito, es la producción, en la época seca, de alimentos para el ganado, en cantidad y calidad suficiente. En verano, baja la producción y la calidad de los pastos, lo que resulta en una pérdida de peso de los animales, una baja en la producción de leche y una disminución de los ingresos del productor. El establecimiento de bancos forrajeros es una buena opción para alimentar bien a los animales. Para obtener una buena producción de leche y carne, se requiere que el ganado reciba una dieta balanceada, rica en fuentes de energía y de proteínas.

En los sistemas de producción extensivos, ocasionalmente se logra una relación proporcionada entre suministro de alimento-requerimientos nutricionales, que conlleve se exhiba un comportamiento reproductivo óptimo, por lo cual es necesario, corregir este desbalance, para conocer las necesidades nutritivas específicas en las distintas fases del ciclo

reproductivo y adecuar en función de ellas, prácticas de alimentación complementaria, (Alvarez, 1999). La literatura científica nacional e internacional sugiere que la *Leucaena leucocephala* es un alimento animal con una alta productividad en la producción de proteína. (Yumy y Rodríguez, 1999) mencionan en relación a la resistencia a la sequía con altos niveles proteicos, alta digestibilidad y alta capacidad fijadora de nitrógeno al suelo.

La presente monografía trata de agrupar los resultados más importantes en esta última década, en los que se toman en cuenta sistemas tecnológicos con altos o bajos insumos en la producción lechera, también se ofrecen los procesos tecnológicos para su introducción por etapas en los flujos productivos sin efectos perjudiciales en las economías del ganadero.

Objetivo General

Compilar resultados de investigación y tecnología respecto a la utilización de *Leucaena leucocephala* en diversas partes del mundo lo cual permita efectuar el análisis de la misma, asimismo, conlleva el hacer accesible la literatura disponible en cuanto su aplicación en lo relacionado a la ganadería intensiva y extensiva.

Revisión de literatura

Leucaena leucocephala

La importancia de la leucaena en el trópico es muy grande, debido a su alta calidad nutritiva, que mejora la producción animal, por su capacidad que tiene de fijar nitrógeno atmosférico, que las beneficia tanto a ellas como a los cultivos explotados en los mismos suelos y tienen otros usos como cercas, cortinas rompevientos y producción de madera.

Descripción botánica

A la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit; se le conoce como guaje, huaxe, guashin, guaxin o simplemente como Leucaena. Es una planta caducifolia de tipo arbustivo y arbórea, sin espinas, de rápido crecimiento y hábito gregario, de color verde seco, sabor amargo y olor similar al de ajo; de copa redondeada, de menos de cinco metros de diámetro con un tallo y ramas de corteza lisa o ligeramente fisurada; puede llegar a medir hasta 18 metros de altura con un sistema radicular profundo y raíz pivotante de 2 a 3 metros la cual le permite extraer agua del subsuelo favoreciendo el desarrollo durante los periodos secos y permanecer siempre verde. Sus raíces contienen nódulos con *Rhizobium* y los pelos radicales están infectados con micorrizas; presentan hojas pequeñas alternas, bipinnadas con 4 a 9 pares de pinas por hojas con folíolos que miden de 2 a 50 mm, presenta una inflorescencia en cabezuela de color blanco, rojilla o amarilla, de forma redonda de 1.5 a 2 mm, estambres de 10 mm y con la antera pilosa; la planta tiende a florecer durante los meses de octubre a diciembre; el fruto en racimos de 15 a 60 vainas aplanadas dehiscentes que miden de 6 a 26 cm de largo por 1.5 a 2 mm de ancho, dentro de las cuales se alojan de 8 a 10 semillas planas que miden a 6 a 10 mm, cuando madura son de color café oscuro (Eguiarte, Betancourt y Herrera, 1986; Pennington y Sarukhan, 1968).

La leucaena es nativa de México y Centro América, es de gran potencial forrajero, una vez establecida no requiere de manejos complicados de pastoreo, existen reportes de praderas con mas de 15 años de establecidas y en producción, es una planta arbustiva o arbórea que llega a crecer más de 20 m de altura en forma silvestre.

Sus hojas son bipinadas de 15 a 20cm. de longitud, estan compuestas por 10 a 15 pares de pequeños foliolos (pinas) de 4 a 7mm cada una. Las inflorescencias son esféricas y blancas, de dos a tres centímetros de diámetro, con 100 a 200 flores diminutas. Las vainas son planas y delgadas, contienen varias semillas elípticas y aplanadas, de color marrón. Se conocen tres grupos de cultivares: 1. Hawaii, arbustivos, de floración continua, usado para protección del suelo, leña y carbón. 2. Salvador, árboles de hasta 20 m de alto y 3. Perú, plantas bajas y ramificadas de uso forrajero. Los suelos donde presenta su mejor desarrollo son los neutros o alcalinos con pH de 6.0 a 7.7, de textura arcillosa hasta arenosa no es recomendable sembrarla en suelos ácidos con pH menor de 5.5 ya que presenta un desarrollo raquíptico, además es sensible a inundaciones.

Clasificación taxonómica

Aún cuando han sido reportadas 51 especies, los estudios de herbario y de campo sugieren que este número se puede agrupar en 10 especies de validez irrefutable, 9 de las cuales son nativas de México, entre ellas la de *Leucaena leucocephala* (Brewbaker, 1983).

Cuadro.1. clasificación taxonómica de *Leucaena leucocephala*.

Reino	Vegetal
División	Embriophyta
Subdivisión	Fanerógamas
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledonea
Orden	Rosales
Tribu	Mimosea
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Mimosoideae
Género	Leucaena
Especie	Leucocephala (Lam. De Wit)

(Fuente: Robles, 1990).

Distribución geográfica

En 1565, después de la conquista de México por los españoles, los conquistadores, a través del comercio con las Filipinas, llevaron la *Leucaena* a ese archipiélago; más tarde, por su diversidad de usos se introdujo en las plantaciones de Indonesia, Malasia y otros países de la región Sudoriental de Asia. En el siglo XIX se llevó a Hawaii, Australia Septentrional, India, África Oriental y Occidental y a las Islas del Caribe y actualmente se encuentra extendida por todos los trópicos (National Academy of Science, 1977).

Brewbaker (1984) señala que actualmente se encuentra distribuida en toda América Latina. En México esta planta forma parte de la vegetación secundaria de las selvas medianas subcaducifolias y caducifolias (Pennington y Sarukhan, 1968). Esta especie tiene una amplia distribución en la zona tropical de México, encontrándose desde el norte de Veracruz y sur de Tamaulipas hasta la península de Yucatán y en la vertiente del pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas. Brewbaker (1983) señala que su mayor distribución se encuentra en la península de Yucatán.

Pérez (1979) menciona que *Leucaena leucocephala* es la especie más importante y la que más ha sido estudiada debido entre otras cosas a su amplia distribución en los trópicos, reportando la existencia en toda la república mexicana, excepto en los estados de Baja California Norte, Chihuahua, Aguascalientes, Zacatecas, Quintana Roo y Guanajuato.

En la región noreste de México, *L. leucocephala* es una especie que se distribuye en Nuevo León y Coahuila, encontrándose en cañones y laderas generalmente formando asociación vegetal con matorral submontano espinoso (Foroughbakhch y Hauad, 1989).

Factores relacionados con el establecimiento de las plantas

Humphreys (1978) señala que existen 4 problemas que impiden el establecimiento de una pastura, el primero es por pérdida física de la semilla, ya sea por depredadores o por su deposición accidental en profundidades inaccesibles durante la siembra; el segundo es por pérdida de su viabilidad asociada con su descomposición; el tercero manifestado por el fracaso de la semilla ya germinada para emerger del suelo debido a la tensión ambiental o a la mecánica del suelo y, por último, la mortandad de plántulas causada por la tensión ambiental, competencia entre plántulas

y el ataque de plagas y enfermedades. La germinación, emergencia, crecimiento y sobrevivencia son afectados por la cantidad de agua presente, ya que se debe considerar la velocidad de secado del suelo con relación a la velocidad de germinación. Dentro de los factores que afectan el establecimiento de las plantas se encuentran el agua, el oxígeno, la temperatura, la luz, características físicas del suelo, competencia entre plántulas, plagas, enfermedades y depredadores.

Latencia

La latencia es un término difícil de definir, debido a que se le ha relacionado a muchos fenómenos en diferente tiempo y espacio y que involucra al reino animal, vegetal y a microorganismos como hongos y bacterias. Esto hace que actualmente, el término se use con cierta ambigüedad (Amen, 1968).

Algunos autores han usado diferentes palabras que consideran como sinónimo de latencia. Aplicado a semillas Pollock y Vivian (1986) usan los términos obstaculizados, bloqueadas, en reposo y en condiciones inactivas, para dar a entender que la semilla se encuentra en latencia.

Sin embargo, otros autores (Amen, 1968; Copeland y McDonald, 1985; Delouche, 1964; Germond 1978; Tran y Cavanagh, 1984; Villiers, 1975) coinciden en definir la latencia de la semilla, como la no-germinación de semillas viables, cuando se encuentran en un medio natural o artificial que proporciona condiciones favorables de luz, humedad, aire y temperatura.

Una semilla latente, conserva la viabilidad aún bajo condiciones adversas de ambiente, además, distribuye la germinación en un buen lapso de tiempo, evadiendo de esta forma el frío invernal, los periodos de lluvia y sequía de los trópicos y la extrema aridez de los desiertos (Delouche, 1964).

Clasificación de Latencia

A través del tiempo han surgido varias clasificaciones, lo cual ha dado lugar a teorías, hipótesis y modelos de los principios que inducen latencia. Khan (1977) enuncia que la clasificación ha surgido de las siguientes observaciones: la barrera que ofrece la cubierta o testa de la semilla. La presencia o ausencia de inhibidores, sobre lo cual, Pollock y Vivian (1986)

señalan que se han identificado más de 120 sustancias químicas que actúan como inhibidores de la latencia.

Otra clasificación de latencia, es mencionada por Copeland y McDonald (1985) como latencia primaria y secundaria. La primera es la más generalizada y está asociada a la dureza de la cubierta, la impermeabilidad a gases y agua y a la presencia de inhibidores. La latencia secundaria, de acuerdo a Bernal (1976), se presenta espontáneamente en algunas especies, debido a cambios fisiológicos y bioquímicos. Algunas veces se induce si se proporcionan a las semillas todas las condiciones, excepto una (por ejemplo, si no se le suministra luz a especies que lo requieren, aunque las otras condiciones les sean favorables).

Una clasificación más es dada por Amen (1968) involucrando cuatro fases: la inductiva, de mantenimiento, de desactivación (manifestada por un periodo de sensibilidad a un ambiente específico o a condiciones fotoquímicas, termoquímicas, renovación de inhibidores, etc.) y la última fase es de aptitud para la germinación.

Por lo general, la mayoría de los autores (Delouche, 1964; Hartmann *et al.*, 1990; Jiménez, 1984; Mayer y Poljakoff, 1975; Ramírez *et al.*, 1988; Villiers, 1975), clasifican la latencia de acuerdo a la forma o mecanismo que la ocasiona. De esta manera se han enunciado los siguientes tipos:

1) *Semillas impermeables al agua*. Las capas exteriores de la semilla impiden la penetración del agua. Estas semillas se conocen como semillas duras. Esta es una característica principal de las leguminosas forrajeras tropicales, en malezas y arbustos. En este caso el embrión no se encuentra latente.

2) *Semillas impermeables al aire*. Es la imposibilidad de las capas extraembriónicas para el intercambio gaseoso. Característica principalmente de zacates forrajeros u otras gramíneas. Las membranas del pericarpio y paredes celulares restringen el intercambio de oxígeno, evitando así la germinación. En este caso el embrión no se encuentra latente.

3) *Latencia mecánica*. En las semillas que las presentan, las cubiertas son demasiado gruesas o fuertes que impiden o restringen la expansión del embrión durante el proceso germinativo, aquí, la semilla puede permitir el acceso al agua, sin embargo, la germinación no puede ocurrir, así como el intercambio de oxígeno.

4) *Latencia morfológica*. Puede ser por embrión rudimentario (apenas un proembrión, es muy pequeño, y no presenta estructuras bien definidas) o por embrión inmaduro (más grande que el anterior, pero no ha madurado lo suficiente, no llena la cavidad de la semilla).

5) *Semillas fotoblásticas*. Requieren condiciones especiales de intensidad, duración y calidad de luz para germinar, que cuando no se les proporciona, la germinación es impedida.

6) *Latencia del embrión*. Puede estar ubicada totalmente o únicamente en alguna parte de él, por ejemplo, en epicótilo, hipocótilo y radícula, y puede ser ocasionada por inhibidores químicos. Se encuentra más generalizada en árboles de clima frío y plantas ornamentales; también existe en zonas templadas, en donde en forma natural, las especies invernan y germinan en primavera.

7) *Combinación de dos o más mecanismos*. En este caso la latencia puede ser de la cubierta o del embrión (o alguna parte de él), primero se debe inhibir la impermeabilidad y después promover al embrión. Se presenta en áreas con inviernos fríos, principalmente en árboles y arbustos.

Germinación

La germinación consiste en una serie de reacciones metabólicas en la fisiología de la semilla que culmina con la salida de una planta embrionaria. La germinación de la semilla es descrita como la salida de la planta de sus estructuras esenciales (Copeland y McDonald, 1985).

Durante el inicio del proceso de germinación, las células del embrión se hidratan y sintetizan giberelina que es secretada a las células del endospermo, induciendo la síntesis de amilasas, por lo que las reservas de la semilla (almidón) son hidrolizadas para la obtención de energía. Se forman citocininas, que estimulan la división celular de los meristemos apicales y a partir de las reservas se producen aminoácidos y ácido indolacético que inducen el alargamiento de las células (Rojas, 1979).

Huss y Aguirre (1983) mencionan que el primer proceso visible de la germinación es la emergencia de la radícula, y que al entrar en contacto con el suelo inicia la absorción de agua requerida para su metabolismo. El segundo paso es la emergencia de los cotiledones y hojas para iniciar el proceso de fotosíntesis y proveer energía a la plántula.

Factores externos que afectan la germinación

1) *Agua*. Normalmente las semillas contienen aproximadamente del 5 al 20% de agua de su peso total (Bidwell, 1979). Cuando una semilla seca se deposita en un medio húmedo, absorbe agua en 3 estadios; un periodo llamado imbibición que es de rápida toma de agua, otro más o menos rápido en el cual existe poca asimilación de agua y, por ultimo, un estadio de absorción que está en relación con el crecimiento del embrión (Febles, 1975).

2) *Oxígeno*. A medida que la semilla germina, la cantidad de oxígeno se manifiesta en un periodo de rápido incremento en la absorción de este elemento, seguida después de un periodo lento casi constante para posteriormente observar un aumento en la actividad respiratoria (Febles, 1975). Asimismo, el exceso de agua limita la disponibilidad de oxígeno al competir por el espacio físico de la semilla, impidiendo la germinación.

3) *Temperatura*. Las diferentes especies de semillas presentan variados rangos de temperatura para su germinación, siendo que a temperaturas extremas la germinación se ve afectada (Bidwell, 1979). En especies forrajeras tropicales se requieren generalmente temperaturas óptimas más altas (25° a 30° C) para la germinación que las especies de clima templado (Humphreys, 1978).

4) *Luz*. La acción de la luz en la germinación ha sido estudiada por diversos investigadores, concluyendo que solamente algunas especies de semillas presentan respuesta a la luz para iniciar el proceso de germinación. Humphreys (1978) menciona que se requieren bajos niveles de intensidad de luz para estimular la germinación en la mayoría de los zacates tropicales.

Factores internos que afectan la germinación

Dentro de los factores internos que afectan la germinación está el vigor de la semilla y puede definirse como el potencial de una semilla para una germinación rápida y uniforme, así como un crecimiento acelerado de la plántula bajo condiciones generales de campo. El vigor incluye velocidad y uniformidad de germinación, desarrollo de planta, su habilidad para emerger del suelo, resistencia de la semilla y plántula a suelos fríos, húmedos e infectados y, por ultimo, el desarrollo morfológico normal de la plántula (Copeland y McDonald, 1985).

Los factores que afectan el vigor (Copeland y McDonald, 1985) son:

1) *Conformación genética*. Las diferencias en vigor existen entre especies, variedades y aún entre una sola variedad. La influencia del control

genético del vigor de la planta se muestra por el mayor vigor expresado en plantas híbridas sobre las plantas diploides y entrecruzadas de las mismas especies.

2) *Madurez de la semilla.* Conforme la semilla madura, su potencial para una germinación rápida y vigorosa se incrementa. El contenido de humedad es usado como un índice de madurez de la semilla.

3) *Ambiente.* Factores ambientales tales como la disponibilidad de agua, temperatura y nutrientes afectan el desarrollo de la semilla, así como el vigor de la planta. La disponibilidad de agua durante el desarrollo de la semilla afecta a su composición química; en el caso de la temperatura, si sube o baja del óptimo, el desarrollo del embrión se retrasa; la fertilidad del suelo en el que la planta crece repercute en la composición química de la semilla y consecuentemente en su metabolismo y vigor.

4) *Tamaño de la semilla.* La densidad y peso de la semilla parecen tener gran influencia en la aparición temprana de la germinación. El incremento en la cantidad de proteína mitocondrial de plántulas producidas de semillas pesadas es un indicativo de una velocidad de respiración más alta y de una producción mayor de energía (ATP), dándole a las semillas pesadas un potencial más grande de crecimiento en comparación con las semillas ligeras.

5) *Daño mecánico.* Todo el proceso de manipulación a través del trillado, limpiado, tratado, empaçado, transportación y plantación, pueden causarles golpes a las semillas, dando como resultado alguna lesión. Cualquier impacto puede causar ruptura o lesión fisiológica, resultando en una pérdida del vigor aunque esta lesión no sea visible.

6) *Edad y deterioración.* Al envejecer la semilla, disminuye su vigor potencial y su capacidad de desarrollo y esto depende directamente del ambiente del almacenaje.

Emergencia

La palabra emergencia es una traducción del inglés y es definida, según Morris (1975) como el desarrollo superficial de la plántula. La emergencia se ve afectada por los siguientes factores:

Características físicas del suelo

Su importancia ha sido ampliamente reconocida como factor del medio para la germinación y establecimiento de las plantas (Febles, 1975). Los

suelos arcillosos, debido a su agregación compacta, ofrecen mayor resistencia al coleóptilo que los suelos arenosos, dando como resultado el fracaso del establecimiento de los pastos, así se ha observado que las radículas gruesas de las leguminosas son poco hábiles para profundizarse en el suelo, al contrario de lo que sucede con las gramíneas que son delgadas; sin embargo, las semillas de leguminosas contienen mayor cantidad de reservas que hacen que no se agoten y puedan emerger (Humphreys, 1978).

Patógenos, plagas y depredadores

Dentro de los factores que afectan la germinación y emergencia de las plantas, se considera el ataque por microorganismos presentes en el suelo, dando como resultado una elevada mortandad, particularmente en suelo húmedos (Febles, 1975).

Se considera que cada región presenta particularidades en enfermedades y plagas que afectan la germinación y emergencia de las plántulas, dependiendo de la estación del año. La época de siembra y sus procedimientos pueden ser modificados para reducir la incidencia de organismos que se originan por la saturación del suelo por agua (Humphreys, 1978).

Competencia

Humphreys (1978) señala que la competencia entre plántulas está primeramente influenciada por su germinación, profundidad de siembra y del tiempo en que las plántulas emerjan, ya que éstas inician con desventaja, debido a que las semillas de las malas hierbas tienen una rápida germinación y emergencia.

Ventajas

Shelton (1984) menciona las ventajas y desventajas en esta planta.

- Fácil adaptación a una gran variedad de suelos.
- Es una de las mejores leguminosas en el trópico.
- Resistencias a sequías prolongadas
- El forraje de la *Leucaena* es de buena digestibilidad y contiene casi el doble de vitamina A, y caroteno que la alfalfa
- La *Leucaena* es de fácil recuperación después del corte o pastoreo.

- La *Leucaena* produce semillas en abundancia.
- Se puede utilizar rotacionalmente en todo el año especialmente en los meses de sequía o cuando la calidad del forraje es muy pobre.
- Su fácil adaptación con gramíneas tropicales hace de la planta un forraje de buena calidad para ganado de doble propósito en la producción de leche.

Desventajas

- Crecimiento inicial lento
- Poco crecimiento de ramas y hojas, al inicio
- Alto costo del establecimiento del transplante
- No tolera terrenos anegados o inundados
- La viabilidad de la semilla se reduce a los pocos meses de cosechada.
- Contiene un alcaloide (mimosina) que provoca toxicidad en animales que consumen la planta por periodos prolongados causando efectos depilatorios, esterilizantes y de hipotiroidismo, siendo los rumiantes más resistentes que los monogástricos. (Benge, 1981).

Métodos para superar la latencia

Algunos autores, como Bernal (1976), Copeland y McDonald (1985), Delouche (1964), ISTA (1985), Jiménez (1984), Maguire (1976), y 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, dañar 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 utilizada 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 escarificado daña la semilla reduciendo el poder germinativo.

La escarificación química, es usada igualmente para el tratamiento de semillas duras. Generalmente se usa ácido 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 el lema y la

palea de la cariósida 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. Copeland y McDonald (1985) indican que actualmente, además del ácido, se han usado enzimas como celulosa y pectinasa, que alteran la cubierta y permeabilizan la semilla. La escarificación con agua es una técnica ampliamente usada; consiste en sumergir la semilla en agua durante cierto tiempo, para acelerar el proceso de imbibición o para mejorar las características de la cubierta. Este método, también puede lixiviar inhibidores químicos. El agua puede ser caliente o a temperatura ambiental. A punto de ebullición se usa en leguminosas forrajeras tropicales con testa dura. El uso de hormonas y otros compuestos, como ácido giberélico, ácido abscísico, citocininas, etileno, nitrato potasio, hipoclorito de sodio y cloroformo, pueden promover también la germinación.

Escarificación con ácido sulfúrico

En la literatura, el uso de ácido sulfúrico, ha sido más popular que el agua caliente en la escarificación de semillas forrajeras tanto de gramíneas como de leguminosas, esto, tal vez atribuido a que el primero provoca menos estrés que el segundo y con el se obtienen mejores beneficios.

En este sentido, Whiteman y Mendra (1982) realizaron un ensayo con semilla nueva y de 10 meses de edad en la semilla del pasto *Brachiaria decumbens*, dieron tratamientos de escarificación de 0, 5, 10, 15, y 20 minutos en ácido sulfúrico. Sus resultados indican, que las aplicaciones de ácido en semillas nueva no incrementaron la germinación; sin embargo, sí encontraron un aumento sustancial en la semilla de 10 meses de edad, al usar 20 minutos de escarificación con el ácido.

Otros estudios en la misma especie (*Brachiaria decumbens*), fueron hechos por Ramos y Romero (1986) sin indicar la edad de la semilla, sus resultados reportan incrementos con relación al testigo, el uso de la escarificación de 2.5 hasta 20 minutos en ácido fue igual en la germinación y peso seco de plántula.

Por la relevancia que presenta *Brachiaria decumbens* como forraje tropical, ha sido motivo de varios estudios, Johnston y Harty (1981) indican que la germinación es estimulada con ácido sulfúrico concentrado

sumergiendo por 13 minutos la semilla y posteriormente lavada con agua durante 2 minutos.

Así mismo, el ácido sulfúrico es útil en otras especies. Vora (1989) condujo un experimento para incrementar la germinación en 24 especies de arbustos nativos del sureste de Texas; observó que el ácido sulfúrico incrementó significativamente la emergencia en 7 especies (*Acacia smallii*, *A. schafneri*, *Pithecellobium flexicaule*, *P. pallens*, *Leucaena pulverulenta*, *Parkinsonia aculeata* y *Sapindus trummodii*).

La escarificación con ácido sulfúrico puede ser afectada por la edad de la semilla y por la especie que se trate, en este contexto Garwood (1986) estudió 39 especies de Panamá y Costa Rica y observó que 6 especies fueron estimuladas y en 14 afectó su germinación y además hubo efecto por tiempo de almacenamiento.

Escarificación con agua caliente

El uso de la escarificación con agua caliente resulta práctico, funcional y económico para algunas especies que presentan impermeabilidad de cubierta; sin embargo, su uso se encuentra restringido para aquellas semillas que la toleran con facilidad. Oakes (1984) indica que la temperatura del agua tiene más efecto que el tiempo de inmersión; señala también como ventaja que este tratamiento se puede realizar en pequeñas o grandes cantidades y con mínimos riesgos y poco equipo.

En la especie de *Leucaena*, con las variedades Peruana, Cubana y Regional, Quero *et al.* (1986) evaluaron como método de escarificación el agua a 80° C durante 10 minutos de remojo y encontraron un incremento significativo en la germinación en las 3 variedades. Concluyen que la práctica de escarificación de estos cultivos es necesaria previo a la siembra, ya que también aceleró el crecimiento del embrión.

Igualmente en semillas de forrajeras tropicales con impermeabilidad de cubierta (*Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides*), Jiménez (1984), logró incrementar la germinación de 26 a 37 por ciento, cuando expuso las semillas de *Centrosema* a un minuto de remojo en agua a ebullición. Para el caso de *Pueraria*, las germinaciones fueron de 70 por ciento para el testigo y 89 por ciento para el tratamiento de 3 minutos de remojo.

Sin embargo, el beneficio del agua no siempre funciona en semillas impermeables, puesto que en *Acacia* sp. no hubo respuesta con el uso de agua a 72° C y 92° C durante 3 y 6 minutos, ya que esto no eliminó la dureza sin matar las semillas, pero el uso de ácido sulfúrico concentrado durante 60 y 75 minutos produjeron más del 80 por ciento de germinación (Camacho *et al.*, 1991).

El uso del agua, a la vez que permeabiliza la semilla, es útil también como solvente de sustancias inhibitoras de la germinación (Nelson *et al.*, 1984).

Requerimientos ecológicos

Latitud y altitud

Eguiarte, Betancourt y Herrera (1986) mencionan que *Leucaena leucocephala* se desarrolla en diversas latitudes y altitudes, observándose en alturas de más de 1500 msnm. NAS (1977) menciona que la planta crece vigorosamente solo en tierras bajas, observándose un retraso en su crecimiento a elevaciones superiores de 500 msnm, agrega que en los países donde más se observa el retardo del crecimiento son los cercanos al Ecuador. Foroughbakhch y Hauad (1989) señalan que crece en las altitudes de 1200 msnm, pero es una especie para tierras bajas preferentemente por abajo de los 800 msnm.

Temperatura

La temperatura es quizá el factor más importante que limita la distribución establecimiento y desarrollo de la especie, siendo las extremas las que causan mayores daños, y particularmente se ve más restringida por las bajas temperaturas, afectando su crecimiento en la altura, reduciendo su potencial como producto forestal y energético (leña). Sin embargo, en ocasiones, las heladas actúan como podas que estimulan un rebrote vigoroso a nivel radicular o basal. Las plantas a través de las generaciones continúan evolucionando y su tolerancia a las bajas temperaturas se va modificando poco a poco hasta sufrir una selección natural llegando a sobrevivir las más aptas como una estrategia de la secuencia evolutiva vegetal. A largo plazo, la población de una

localidad consistirá de individuos adaptados a condiciones de ese medio ambiente en particular. Es posible que existan diferencias significativas en la tolerancia entre los individuos de una población y entre las poblaciones dentro de las especies (Baltazar 1991).

Agua

Robles (1990) señala que la *Leucaena* es resistente y tolerante a sequías, no requiere usualmente de irrigación después de iniciado el periodo de establecimiento, pero es indudable que la mayor producción se logra bajo buenas condiciones de riego, considera la aplicación de agua durante el periodo de establecimiento ya que es cuando esta se hace especialmente importante, en ocasiones los riegos pueden dar la diferencia entre el éxito o fracaso durante los periodos secos. Bajo condiciones severas de sequías, el desarrollo es lento debido a que la planta sufre una reducción en altura y diámetro, y debido a la caída de las hojas una buena distribución de lluvias.

Pérez (1979) agrega que la planta destaca por sus menores necesidades en la frecuencia de riegos en relación con los pastos y otras leguminosas de zonas semiáridas, esta cualidad es más importante ahí donde el recurso agua empieza a ser, o es, un limitante. Eguiarte *et al.* (1986) señalan que el umbral crítico de la planta se localiza entre los 400 y 500 mm de lamina, sin embargo puede constituir una vegetación dominante en áreas donde la precipitación media anual es de 300 mm, pero crece mejor en zonas cuya precipitación es superior a los 500 mm.

Suelo

El mejor y más rápido crecimiento de la especie *Leucaena leucocephala* ocurre en los suelos arcillosos, profundos, de neutros a alcalinos y con buena fertilidad y humedad, sobresaliendo su habilidad para prosperar en terrenos con pendientes pronunciadas, con escasa a nula capa arable, pedregosos y de baja fertilidad (Pérez, 1979). Eguiarte y Rodríguez (1985) confirman esta versión agregando que la planta no soporta periodos prolongados de inundación y crece mal en suelos ácidos.

Establecimiento y cultivo

Anónimo (1988) señala que las labores agrícolas necesarias dependen de las condiciones topográficas, iniciándose con un barbecho profundo y uno o dos pasos de rastra para su posterior surcado y siembra. En algunos casos con lomeríos profundos, rocosos o compactos pueden hacerse labores con cualquier herramienta penetrante para aflojar el terreno donde será depositada la semilla. Para el caso de la utilización de plántula, el procedimiento más sencillo y práctico es cavar un hoyo lo suficientemente grande para que quepa el sistema radicular de la plántula.

Inoculación de la semilla

La *Leucaena* al igual que la mayoría de las leguminosas, vive en simbiosis con una bacteria del género *Rhizobium*, capaz de absorber grandes cantidades de gas nitrógeno del aire que hay en el suelo y transformarlo en compuestos orgánicos e inorgánicos aprovechables para la planta (NAS, 1977).

El uso de inoculantes en la siembra de la *Leucaena* no es determinante para un buen establecimiento pero si es importante en lugares donde esta planta no crece en forma natural, especialmente en suelos ácidos, ya que estos inhiben la nodulación (Morales *et al.*, 1973). Pérez (1979) menciona que la inoculación representa un incremento en la productividad por lo que recomienda esta práctica como un paso del establecimiento de *Leucaena*.

Siembra.

Por otra parte, Ruiz y col (1989) Shelton y Brewbaker (1994) y Piggín, Shelton y Dart (1995) consideran que con relación a la época de siembra el momento óptimo es muy dependiente de la localidad.

Así pues, Jones y col (1982) en Queensland, Australia recomiendan que las siembras deban de hacerse en suelos humedecidos por las primeras lluvias. En las zonas semiáridas de Timor donde la estación de primavera se extiende de marzo hasta diciembre Piggín y col (1987) encontraron que *L. leucocephala* se estableció muy cómodamente en agosto, octubre y diciembre que coincide con la época de primavera en el hemisferio Sur.

Época de siembra

Para el establecimiento de *Leucaena* se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Época del año con mayor incidencia de plagas y enfermedades

- Época con mayor incidencia de malas hierbas

- Las bajas temperaturas

En las regiones del trópico seco, bajo condiciones de riego, la mejor época de siembra es en marzo y abril y en zonas temporales no existe otra alternativa más que sembrar al inicio de la temporada de lluvias (Anónimo, 1988).

Eguarte y Rodríguez (1985) mencionan que cuando existe agua disponible el rango de siembra es más amplio y solo se evitará sembrar durante el invierno y en temporal recomiendan sembrar cuando las lluvias se hayan establecido, preferentemente entre los meses de julio y agosto.

La cantidad de siembra depende de la densidad poblacional que se requiere establecer en el campo, el peso y la viabilidad de la semilla, así como por la distancia entre surcos y la supervivencia. Es decir, existe una relación entre la distancia y la cantidad. Algunos autores (Jones y col, 1982, Pratchett y Triglione, 1989) sugieren que la cantidad de siembra en condiciones de precipitación puede variar entre 0.5 y 5 kg/há de semilla en dependencia del lecho de siembra y la distancia. Con respecto a este último factor los resultados de Shelton y col (1995) recomiendan espacios entre 1.5 y 5 m en función del objetivo productivo del área. Sin embargo, Ruiz y Febles (1987) plantean que los mejores resultados se alcanzan sembrando surcos dobles a 0.70 m entre si espaciados 3 m y sembrando la semilla a 0.50 por golpes.

La profundidad de siembra es otro aspecto que debe considerarse principalmente. Piggín y col (1987) compararon profundidades de siembra de *leucaena* en suelos alcalinos sedimentados de Timor. Estos autores hallaron que una emergencia del 80 % se alcanzó en siembras a 5cm., de profundidad que disminuyó a 20-25 % cuando esta fue en la superficie y de sólo 0.8 % a 15cm., de profundidad.

En Cuba, publicaron que las mejores profundidades en suelo latosolico fue de 2cm., y en pardo tropical entre 2 y 4cm., mientras que las peores germinaciones y emergencias ocurren cuando la siembra es superficial. (Ruiz, Lauzurica y Bernal 1985).

Estudios sobre el establecimiento de la *Leucaena* recomiendan sembrar cuando esta planta tenga 8-9 cm de altura; 3 ó 4 surcos de una gramínea rastrera separados entre ellas a 0.60 m a vuelta de arado, en el centro de la travesía, entre las hileras de leucaena que fue sembrada a 4 m de distancia. (Ruiz y col 1996).

Siembra directa

- * Es mejor utilizar semillas de alta calidad, con un porcentaje de germinación mayor del 80% y preferiblemente inoculadas o sea semillas mezcladas con microorganismos benéficos.
- * En terrenos planos, se prepara el suelo con dos pases de arado y una rastrillada.
- * En suelos con pendientes mayores al 15%, se recomienda hacer la siembra con labranza cero.

Densidad y métodos de siembra

La siembra directa con semilla, indica que la cantidad de semilla y método a utilizar varía de acuerdo al uso específico deseado. Pérez (1979) A continuación se describen algunos de los métodos utilizados:

* Lotes compactos para corte. El método es utilizado para la alimentación del ganado para ser ofrecida en corrales como forraje verde, con el fin de obtener un cultivo más uniforme y un mejor control de las malas hierbas, además de que se obtiene una mejor distribución de la humedad; se recomienda depositar la semilla a una profundidad de 1 a 5 cm, y a un tercio del borde del surco con separación entre ellos de 60 a 90 cm, con una distancia entre planta y planta de 5 a 8 cm, debiéndose emplear de 15 a 20 kg de semilla por hectárea (INIFAP, 1986).

- Lotes compactos para pastoreo. Cuando la siembra se haga para ser pastoreada en forma controlada, se recomienda sembrarla en hileras de 90 a 150 cm de separación y una distancia entre plantas

de 4 a 10 cm, utilizando para tal fin de 8 a 12 kg/ha de semilla (INIFAP, 1986).

- Franjas. Este método es utilizado principalmente para el control de la erosión, sembrándose en áreas con pendientes pronunciadas, dentro o a la orilla de terrazas, o también demarcando curvas a nivel. La metodología consiste en sembrar series de 2 surcos separados 40 cm uno de otro y entre semillas de 2.5 cm o bien en franjas de contorno de 30 a 50 m de ancho y a una distancia de 10 a 20 m.
- Líneas. Este método es utilizado con fines forestales, producción de semilla y sombra para cultivos, entre otros. Se recomiendan 5000 plantas por hectárea con una separación de 2 metros entre surcos y un metro entre planta y planta (Pérez, 1979).

Distancias de siembra

Se deben tener distancia suficiente, entre las hileras, para que los animales se puedan acceso libremente, sin riesgo de quebrar las ramas y lastimarse. Si se usan distancias de 2,25 metros, se puede aumentar la cantidad de árboles, sembrando hileras dobles, a distancias de 0,5 a 0,75 metro, para producir más alimento. Además, es recomendable dejar espacios libres, dentro de cada hilera, para que los animales se movilicen en el banco con facilidad y así, se pueda reducir la compactación del suelo.

Especies recomendables para el ramoneo

- 1.- Que sean apetecibles por los animales.
- 2.- Que sean resistentes al ramoneo.
- 3.- Que rebrotan bien, después del ramoneo.
- 4.- Que tengan tallos flexibles.
- 5.- Que tengan altos contenidos de proteína (superiores al 14 %), buen nivel de energía.
- 6.- Dentro de las especies más usadas, se encuentran la leucaena y el madero negro.

Manejo recomendado:

- 1.- Períodos de descanso de 60 a 70 días.
- 2.- De 12 a 16 animales adultos por hectárea.

- 3.- Ramoneo de 2 horas por día y durante 6 a 8 días.
- 4.- Se deben realizar podas de formación, cada 6 a 12 meses, cortando los tallos a una altura de 0,5 a 1,0 m, para evitar que los nuevos rebrotes crezcan por encima de la altura de ramoneo y así evitar daños físicos a la planta.

Además, no podemos sortear la distancia entre hileras donde la mejor opción es la de 3 m entre surcos, cuando son menores se limita la utilización del follaje de las plantas al dificultarse el movimiento de los animales en el interior del área de pastoreo. Existen otras informaciones que concuerdan con otros aspectos con los planteamientos anteriores como los señalados por Lamela (1989) que dice son buenas distancias de siembra aquellas de 4.0 m entre hileras y 0.5 m entre plantas. No obstante, Milera y col (1994) encontraron resultados satisfactorios para un mejor manejo animal con 3.0 m entre hileras pero 2.0 entre plantas. Librementemente de que la leucaena sea explotada, siempre de forma adecuada, ya a los 24 meses de haberse iniciado la explotación con animales, hay entre 1-5 % de plantas que alcanzan alturas (>200 cm) cuya disponibilidad de follaje no está al alcance de los animales (Ruiz y col, 1988).

Altura de poda

Se debe tomar en cuenta que la altura de la poda, en los bancos de forraje de corte, determina la productividad del banco, a largo plazo. No se tiene una altura establecida, pero, algunos productores recomiendan podar a una altura entre 60 y 100 cm. Es importante tomar en cuenta que:

- 1.- Cuando la defoliación es muy intensa, pueden morir muchas plantas.
- 2.- Al momento de la poda, se debe dejar un buen rebrote, que asegurará un rápido crecimiento y producción.
- 3.- Si la defoliación es intensa, se debe aumentar el tiempo entre cada poda.

Fertilización

La práctica de fertilización pasa inadvertida para el establecimiento de la Leucaena. Mas sin embargo, la NAS (1977) menciona que la extracción de

madera y/o forraje limita a la planta de algunos elementos nutritivos por lo que exige una cuidadosa fertilización, especialmente en fósforo, azufre, calcio, molibdeno y zinc. Oakes (1986) recomienda la aplicación de pequeñas cantidades de nitrógeno para ayudar al establecimiento de la planta (máximo 60 kg/ha). Para el caso del fósforo, las necesidades son mayores, Eguiarte y Rodríguez (1985) recomiendan emplear el superfosfato simple de calcio debido entre cosas a que contiene azufre que favorece la formación de proteína para el buen establecimiento de la planta, sugiere se aplique en la siembra en cantidades que varían de acuerdo a la disponibilidad de agua y de este elemento en el suelo, solo se debe evitar el contacto con la semilla ya que al germinar puede "quemarse" la planta; durante el cultivo, si es que se aplica, se puede hacer al voleo o dirigido en cantidades que van de 80 a 120 kg/ha. La *Leucaena* requiere de microelementos, la necesidad de estos varía también de acuerdo a su disponibilidad en el suelo, lo cual se relaciona con el pH y debe determinarse mediante un análisis del suelo o por la respuesta del crecimiento a pequeñas aplicaciones de estos. Esquivel (1965) menciona que pequeñas cantidades de boro, molibdeno y cobre aplicadas al inicio de la siembra han tenido efectos positivos, por ejemplo el boro y molibdeno aumentan el número de nódulos. La *Leucaena* tiene la capacidad de absorber el zinc que es relativamente inaprovechable en suelos alcalinos. La *leucaena* tiene cierta tolerancia a suelos alumínicos.

La fertilización debe tomarse en cuenta al estudiar las diferentes actividades a desarrollar durante el período de establecimiento de la *L. leucocephala*. No obstante, consideramos que su aplicación debe valorarse cuidadosamente con las condiciones y estructura de los suelos ya que al momento de hacer la fertilización aumenta los costos y en consecuencia puede encarecer las tecnologías utilizada. Más sin embargo, existe información disponible que indica que la *leucaena* responde bien a la fertilización aplicada durante la fase de establecimiento. Hill (1970) informa que el nitrógeno añadido en una proporción de 30-60 kg/há incrementa los rendimientos significativamente durante el establecimiento en Papua Nueva Guinea. En Cuba han descubierto que en la etapa inicial de crecimiento es necesario aplicar fertilizante para acelerar el desarrollo de la *leucaena* y que pueda competir favorablemente con las malezas. En suelos poco fértiles (menos de 2.5 y

6.8 mg/100 g de P_2O_5 y K_2O), respectivamente) esta leguminosa crece más rápido cuando se aplica 30, 45 y 50 kg/há de N, P y K respectivamente. No se ha encontrado necesidad de aplicar fertilizante químico a partir de que las plantas alcancen 150 cm de altura (Crespo y Curbelo, 1991).

Control de malas hiervas

La planta de *Leucaena* en su etapa inicial de establecimiento es de crecimiento lento y por tanto es fácilmente afectada por las malas hierbas, lo que complica su arraigo hasta tal grado que pueden provocar un fracaso total de la plantación; por lo que para lograr un buen establecimiento es necesario mantener el cultivo libre de malezas, sobre todo en los primeros 4 meses de su establecimiento mediante labores manuales de deshierbe y un control químico de todos los depredadores (Eguiarte *et al.*, 1986). Una vez que las plantas inician su crecimiento, forman un dosel tupido con su follaje y al cerrar las copas el efecto de sombra impide el desarrollo de malezas (Foroughbakhck y Hauad, 1989).

Plagas y enfermedades

Foroughbakhck y Hauad (1989) mencionan que la *Leucaena* es muy resistente a plagas y enfermedades. Oakes (1986) manifiesta que en México se han reportado 3 tipos de chahuixtles que atacan las hojas de la planta. Las fungosis afectan poco a la *Leucaena*, atribuible entre otras cosas a su hábito erecto de la planta a diferencias de otras leguminosas rastreras que acumulan un exceso de humedad favoreciendo la proliferación de hongos.

Sánchez *et al.* (1985) mencionan que la planta puede ser afectada en 2 o 3 épocas al año por fungosis. Las semillas maduras suelen ser atacadas por diferentes tipos de gorgojos. Los roedores atacan frecuentemente las plantas jóvenes. La clave es la detección oportuna y el combate a tiempo del problema o en su defecto las medidas preventivas, son lo más indicado.

Utilización

Agricultura

Son muchos los usos en la agricultura, destacando la utilización como mejoradora del suelo, sombra para cultivos y como cortina rompeviento en programas de control de la erosión eólica.

Mejorador del suelo

Las hojas de *Leucaena* al caer al suelo e incorporarse al mismo se descomponen en humus, constituyendo un fertilizante orgánico comparable con el estiércol. Algunos experimentos efectuados en Indonesia por científicos holandeses estiman que mil árboles de *Leucaena* en una hectárea podados cada 2 meses, proveen al suelo el equivalente a una tonelada de sulfato de amonio y cien kilogramos de superfosfato triple. Su profundo y extenso sistema radicular desintegran capas del subsuelo impermeable, lo cual mejora las características físicas del suelo y la penetración de la humedad (Pérez, 1979).

Sombra para cultivos

El follaje de la *Leucaena* es utilizado para dar sombra a cultivos como café, cacao, coco, palma de aceite, piña, hule, vainilla y pimienta, la cual puede en ocasiones ser podado con el fin de controlar la intensidad de sombra y satisfacer las necesidades particulares de cada cultivo; además la incompatibilidad de *Leucaena* con un buen número de cultivos se debe en gran parte a la profundidad a la cual penetran sus raíces evitando la competencia por nutrientes con las raíces superficiales de los cultivos a los que sombrea (Oakes, 1986).

Control de la erosión

Su extenso y profundo sistema radicular le permite a la *Leucaena* tener un buen anclaje por lo que se le considera una planta altamente resistente al viento, pudiendo ser cultivada para cortinas rompevientos, así mismo el humus formado por la defoliación de la planta contribuye a reducir la erosión causada por el agua en suelos desnudos de vegetación, disminuyendo al mismo tiempo la evaporación y conservando más la humedad del suelo (Oakes, 1986).

Producción de forraje para alimentación de ganado

La *Leucaena* es una planta con gran productividad y digestibilidad comparable a la alfalfa. Su tolerancia a la sequía incrementa las posibilidades para aumentar la producción de carne y leche, principalmente en los trópicos secos (NAS, 1977).

Las producciones reportadas bajo condiciones adecuadas de precipitación o riego consideran una media entre 10.6 y 24 ton/ha/año de materia seca, y hasta 102.5 ton de forraje verde (Pérez, 1979). El forraje, por su alto valor nutritivo, es un valioso ingrediente principalmente para ganado vacuno. Su contenido de proteína varía de 4 a 23% en base natural y de 5 a 30% en base seca. Además de ser rica en calcio y potasio es una fuente de carotenos, vitamina A y K, superior a los de la alfalfa. Sin embargo, el consumo en exceso produce efectos tóxicos causados por un aminoácido aromático denominado mimosina, que produce entre otras cosas la caída del pelo de los animales, lo que ha limitado su mayor difusión y aprovechamiento en la alimentación animal. Por lo anterior es conveniente balancear la dieta, con otros forrajes (la proporción de *Leucaena* no debe exceder de 30 a 50%) y en los potreros las rotaciones de los animales en otro tipo de praderas por periodos largos (Pérez, 1979).

Reforestación

El rápido crecimiento de *Leucaena*, su capacidad para prosperar en terrenos erosionados pedregosos, con pendientes pronunciadas, con estaciones secas prolongadas y en general por su sorprendente resistencia a condiciones naturales adversas, la constituyen como una planta valiosa en programas de reforestación (Pérez, 1979).

En México las plantaciones con *Leucaena* prácticamente están comenzando, si se compara con las experiencias de otros países donde ya se tienen reportes de miles de hectáreas; sin embargo, existen muchas áreas en donde por sus características edáficas y climáticas principalmente, se provoca inseguridad para el establecimiento de muchos cultivos, siendo *Leucaena* una buena alternativa para dichas áreas, todo esto basado en los resultados exitosos hasta ahora, los cuales reflejan la capacidad de la *Leucaena* para hacer frente a las necesidades de los

agricultores mexicanos y convertirse en una planta popular, pionera y un cultivo efectivo (Robles, 1990).

Producción de madera

Leucaena leucocephala por su alta velocidad de crecimiento se coloca como una especie importante en la producción de madera. Los rendimientos reportados están basados en pequeñas plantaciones experimentales; en general se puede decir que los rendimientos por arriba de 15 m³/ha/año, se consideran muy buenos. En regiones que tienen bajo pH y en donde las temperaturas son frías se tienen los reportes de 1 m³/ha/año, pero estos son tomados con mucha precaución hasta que se tengan bien verificadas las técnicas experimentales empleadas (Robles, 1990). La madera es semidura, densa, comparada con otras maderas duras tropicales. En suelos adecuados y lluvias bien distribuidas en el año, la planta alcanza alturas hasta de 18 m y diámetros de 21 a 27 cm en 4 a 8 años. La madera es de corteza delgada de color ligeramente colorada; las *Leucaenas* que provienen de sitios pobres presentan nudos (Anónimo, 1984).

Así mismo, la madera de *Leucaena* tiene la ventaja de absorber fácilmente productos preservativos, por lo que si se trata es muy resistente al ataque de termitas (Panocracio, 1983).

Producción de pulpa para papel

La madera de *Leucaena* es una de las mejores especies tropicales adecuadas para la pulpa para papel, la cual es alta en holocelulosa y baja en sílice, cenizas, lignina, alcohol y benceno soluble; todas estas características son importantes en la fabricación de pulpa. El rendimiento que se obtiene es alto (50-52%); las fibras de la madera son cortas, pero caen dentro del rango aceptable para tal propósito, la calidad es comparable con otras maderas duras de rápido crecimiento y su papel es comparable con el obtenido con maderas suaves (Anónimo, 1984).

Producción de combustible

CATIE (1986) menciona que *Leucaena leucocephala*, resulta ser una de las especies más adecuadas para la utilización como combustible debido a la gran altura y diámetro que llegan a alcanzar. Desde tiempos muy remotos, en México y en algunos otros países del mundo se han utilizado los tallos y ramas de *Leucaena* para combustible, la explotación ha sido de forma irracional lo que ha venido provocando una alarmante disminución de las poblaciones de la especie. Sin embargo, su capacidad de regeneración y el rápido crecimiento de la planta, la mantienen como una valiosa especie productora de leña y aun dominante en grandes extensiones del trópico subhúmedo (Pérez, 1979).

Otros usos

Además del uso económico que posee la planta, se tienen los siguientes: Como planta se ha utilizado ampliamente en la construcción de cercas vivas o como postes secos, como soporte para plantas trepadoras, como planta ornamental y sombra ya sea en las calles, casas o en las orillas de las carreteras (Robles, 1990).

Los retoños, tallos jóvenes, yemas florales y las semillas han sido consumidos como alimento humano ya sea en forma de salsas como condimento en los frijoles, tacos, hervidas como verduras, curtidas con vinagre o en forma natural. En algunos lugares las semillas maduras son consumidas como sustituto del café. Su consumo ayuda a la prevención y/o tratamiento de amibiasis ya que la mimosina inhibe el crecimiento de bacterias patógenas y tiene efecto en el control de ciertos tumores. En Yucatán la viruela aviar en guajolote es tratada suministrándoles en la dieta hojas de *Leucaena*. La corteza y vaina pueden ser utilizadas como colorantes de sarapes y para la obtención de taninos para la curtiduría. Así mismo, las semillas maduras son utilizadas para la manufactura de artesanías en la fabricación de collares y pulseras (Pérez, 1979).

Variedades

Actualmente existen 51 especies de *Leucaena* sumamente parecidas, por ejemplo: Guajillo, tepehuaje, quiebra hacha, acacia pálida o aroma blanca etc. Las especies de este tipo de *Leucaena* son originarias de América Central, México y Estados Unidos. De las 10 especies las prometedoras

estudiadas en Hawaii, siete son mexicanas, las otras tres de Venezuela, El Salvador y E.U.A (Texas). Brewbaker (1987) señala que la *Leucaena* incluye 12 especies pero Hughes (1991) menciona que son 16 especies presentes.

M. Greenstein *et al.* (1991) señala que la *Leucaena retusa* es de crecimiento lento, pero es más resistente a las heladas, tolera los -20°C por duraciones cortas de tiempo, causándole daño en la punta de las hojas. Raramente alcanza alturas de 2.5 metros. La *Leucaena pulverulenta* no es dañada cuando la temperatura alcanza los -8°C Presentan una altura de 10-12 metros en 10 años. La *Leucaena leucocephala* es la especie de crecimiento más rápido, aplicando irrigación a las semillas de siembra directa alcanzan una altura de 4 metros en 5 meses.

En México se distribuye casi en todo el país, pero principalmente en Guerrero, Oaxaca, Yucatán, Campeche y Chiapas (I. N. I. F. A. P, 1986).

La *Leucaena diversifolia* variedad K156 y K 784 tienen la misma función que la *Leucaena leucocephala* pero es más tolerante a las tierras ácidas y temperaturas más frescas crece a una altitud de más de 2500 m. Es más resistente al ataque del psyllid que la *Leucaena leucocephala* pero tiene un 10% menos de digestibilidad como forraje. Estas variedades fueron seleccionadas en la Universidad de Hawaii.(Jones 1984).

Cuadro No 2 Variedades de *Leucaena leucocephala* ampliamente experimentales desde 1970

VARIEDAD	ORIGEN	TIPO	COMENTARIOS
Perù	Argentina	Perù	Buen forraje
Coninham	Australia	Perù	Alta producción de forraje
K - 8	Mèxico	Salvador	Uniforme - semillosos
K - 28	Salvador	Salvador	Similar a K - 8
K - 29	Honduras	Salvador	Pocas semillas y ramas
K - 67	Salvador	Salvador	Variabilidad genética
K - 72	Hawaii	Salvador	Más sencillos
K - 132	Mèxico	Salvador	Vainas largas

FUENTE: Brewbaker y Hutton 1979 citado por Campos 1992.

Tabla 1. Crecimiento de plántulas de *Leucaena* (90 días) con diferentes proporciones de luz.

Indicadores del crecimiento	Condiciones de iluminación (temperatura)		
	100% (35.4 ⁰ C)	45% (32.7 ⁰ C)	20% (28.3 ⁰ 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
Aparición de ramas, días	60	67	-
Comienzo de la nodulación, días	67	54	90
Nódulos por planta	66	50	3
Tamaño de los nódulos, cm.	1.3	1.57	0.42

Fuente: Pathak y Patil, 1982

Existen información de indicadores de que hay que considerar la temperatura, infiltración e luminosidad para ver en que tiempo existe una mayor germinación para que las plántulas se desarrollen mas rápido con el objetivo de obtener un buen establecimiento (Hughes, 1998).

La disminución de la cantidad de luz y de temperatura afecta el crecimiento de las plántulas en todos sus componentes. *Leucaena* necesita temperaturas entre 25 -30 ° C diarios para un óptimo desarrollo (Shelton y Brewbaker, 1994). Resultados similares acerca del efecto de la luz y la temperatura son informados por Shelton y Jones (1995) y por Ruiz y col. (1989) en Cuba durante 7 años.

Cuando el experto selecciona el terreno debe de tomar en cuenta la población existente de pasto para determinar si es necesario realizar labores culturales o químico para la rehabilitación de la tierra. La preparación del suelo para siembra de la *leucaena leucocephala* puede hacerse de dos formas. Una forma de hacerse es preparando el área

total a sembrar y la otra en surcos si la siembra se va a efectuar sobre pastizales naturales (Ruiz y Febles, 1987).

Independientemente del sistema que se emplea para la siembra las plántulas deben estar en condiciones favorables para que puedan competir con las malas hierbas, para ello el lugar de siembra debe de estar libre de malas hierbas o malezas. Existen gramíneas que pueden interrumpir el establecimiento de la *Leucaena leucocephala* por ejemplo el *Paspalum* afecta el crecimiento de la *Leucaena*, lo que no ocurre en áreas de jiribilla y guinea. Esto se refleja en las labores culturales para el control del crecimiento de la gramínea que junto con la preparación del suelo, puede representar el 69.5 % del total del costo/há para el establecimiento (Ruiz, Febles, Castillo, Bernal y Díaz, 1997). Unido a este aspecto, es importante mencionar que *L. leucocephala* forma asociación con las micorrizas que son importantes para su establecimiento y el crecimiento. Las plántulas requieren una rápida infección con micorrizas para el suministro de adecuadas cantidades de fósforo. Los niveles de micorrizas vesículo arbusculares en el suelo dependen de un grupo de factores tales como la historia del lugar de siembra, vegetación natural, acidez y encharcamiento. En Cuba en suelo pardo grisáceo L. Ojeda, (1998 datos no publicados) encontró un efecto beneficioso en el rendimiento de masa seca de hasta 121 % de leucaena. Además, las micorrizas favorecen la germinación y otros indicadores del comportamiento de la leucaena al inocular con especies del género *Glomus*.

Para lograr entreverar *Leucaena* en pasto estrella establecida se debe considerar, la quema antes mientras comienzan las lluvias e inmediatamente realizar las labores de preparación de los surcos (arado-picadora-cultivador). Es necesario mantener la vigilancia en el comportamiento de las malezas durante los primeros 90 días posteriores a la emergencia de la leucaena. El tratamiento a la semilla y la inoculación son también aspectos esenciales a considerar en la siembra de leucaena. Además, una inoculación efectiva es de fundamental importancia para el logro de un crecimiento vigoroso en esta planta y la investigación ha examinado la efectividad de diferentes cepas de *Rhizobium* tanto en suelos alcalinos como ácidos en diferentes regiones tropicales del mundo como Malasia, Australia, Indonesia, Cuba y otros países que demuestran

que leucaena es claramente específica con respecto a sus requerimientos de rizobio (López, 1987).

Leucaena leucocephala presenta un tipo de latencia exógena debido a sus cubiertas duras e impermeables. En la actualidad se halla mucha información acerca de varios métodos para interrumpir la latencia que comprende aplicación de ácido, agua a diferentes temperaturas y escarificación mecánica. Hay poca o ninguna latencia endógena, y la semilla recién cosechada puede germinar y emerger si la testa se rompe mediante los métodos antes citados. Sugieren ácido sulfúrico en concentraciones entre 50-75 % y el agua a temperaturas de 85 °C o superiores que provocan un crecimiento sustancial en la germinación. Febles y Ruiz (1987)

Tabla 2. Efecto de la fecha de siembra en los componentes del rendimiento bajo condiciones de limpieza 5 meses después de la siembra (Ruiz y col, 1989).

indicadores	Fecha de siembra					ES ±
	abril	mayo	junio	julio	agosto	
Altura de la planta, cm	125.9 ^a	137.6 ^a	120.0 ^a	90.9 ^b	49.7 ^c	7.5 ^{***}
No. de ramas/planta	2.6 ^{ab} (6.8)	2.5 ^b (6.3)	2.9 ^a (8.5)	1.9 ^c (3.3)	1.8 ^c (3.3)	0.1 ^{***}
No. de hojas/planta	6.8 ^b (47.8)	7.5 ^{ab} (56)	8.4 ^a (70.6)	5.7 ^c (32.7) ^b	4.5 ^d (21.2)	0.3 ^{***}
No. de hojas en el tallo	4.2 ^a (17.6)	4.4 ^a (19.1)	3.6 ^b (13.4)	2.9 ^c (8.5) ^b	2.6 ^c (6.8)	0.1 ^{***}
Peso/planta g, MS	131.9 ^a	126.9 ^a	102.5 ^{ab}	67.5 ^b	16.8 ^c	15.2 ^{***}

() Medias originales ^{***} P < 0.001

^{abcd} Medias sin letras en común en la misma fila difieren significativamente a P < 0.05 (Duncan, 1955).

Manejo para el establecimiento

Autónomamente de la posibilidad que tienen todos los indicadores anteriores para garantizar un adecuado establecimiento debe realizar el control de malezas durante este período. Esto se hace por lento crecimiento inicial de esta especie manifiesta mientras se establece. La competencia con las malezas limita severamente el crecimiento de la planta. Hill (1970) informó en Papua-Nueva Guinea que limpiezas periódicas incrementa el crecimiento de la leucaena del 30 al 100 % en los primeros tres meses de vida.

Tabla 3. Efecto de diferentes métodos de control de maleza en el desarrollo de los componentes del rendimiento de leucaena 5 meses después de la siembra (Ruiz y col, 1990).

Métodos	Altura, cm.	No. De ramas/planta	Largo de ramas, cm.	No. De hojas/planta
Chapeadora	24.8 ^a	0.7 ^a (1.0)	2.5 ^{ab} (5.6)	3.2 ^a
Chapeadota + Treflàn	85.5 ^{bc}	1.9 ^{cd} (3.5)	5.4 ^{cd} (29.7)	22.7 ^{bcd}
Control limpio	174.6 ^d	3.9 ^e (14.8)	9.7 ^e (95.6)	36.0 ^d
Control enyerbado	19.1 ^a	1.0 ^{ab} (1.1)	1.9 ^a (3.9)	1.5 ^a
Cultivador	78.4 ^b	1.7 ^{bcd} (2.6)	4.4 ^c (19.5)	7.6 ^{ab}
Cultivador + Treflàn	102.5 ^c	2.3 ^d (5.4)	6.1 ^d (40.3)	26.3 ^{cd}
Cultivador + Surflàn	72.3 ^b	1.5 ^{abc} (1.9)	4.1 ^c (17.9)	26.8 ^{cd}
ES ±	7.0 ^{***}	0.2 ^{***}	0.5 ^{***}	4.9 ^{***}

() Medias originales *** P < 0.001

^{abcde} Medias sin letras en común en la misma columna difieren significativamente a P < 0.05 (Duncan, 1955).

Por otra parte, cuando se examina a partir en que momento se debe comenzar a limpiar después de realizada la siembra en mayo, se comprueba que la leucaena no afectó su desarrollo al mantenerse limpia

durante los primeros 60-80 días después de la siembra. El crecimiento de la leucaena se ve interrumpido cuando el enyerbamiento se mantiene después de 20 días de la siembra. La leucaena permite cierto enyerbamiento durante los primeros 20 días a partir de la siembra lo que conduce a una mayor resistencia para iniciar la labor de control de malezas.

También se menciona en la (tabla 4) que la dosis de 1 litro/ha de ingrediente activo de tréflán presentó el mejor desarrollo que fue comparable al tratamiento de control limpio.

Tabla 4. Efecto de diferentes niveles de trifluralín en el establecimiento de leucaena a los 180 días de la siembra (Ruiz y col, 1990).

Tratamiento	No. Plantas/ha	Altura, cm.	No. de ramas/planta	No. Hojas/planta	Peso/planta G, MS	Rendi., Maleza t/há MS
Cultivador	83.4 ^b (7083.8)	139.6 ^b	2.7 ^a (7.5)	8.9 (81.2)	34 ^a	5.01 ^a
Trifluralín 0.75litros/ha	94.6 ^b (8958.0)	158.9 ^b	3.1 ^b (9.7)	9.2 (85.7)	47 ^{ab}	4.44 ^a
Trifluralín 1.00 litros/há i. a.	95.7 ^b (9166.3)	162.5 ^a	3.2 ^b (10.4)	9.7 (94.2)	53. ^b	3.53 ^a
Trifluralín.1.2 5 litros/há i.a.	92.3 ^b (8541.3)	173.6 ^a	3.0 ^b (9.4)	9.5 (91.5)	55 ^b	3.28 ^a
Control limpio	96.8 ^b (9374.5)	159.5 ^b	3.1 ^b (10.1)	9.5 (91.8)	65 ^b	-
Control enyerbado	62.9 ^a (3124.7)	-	-	-	-	8.12 ^B
E.S. ±	4.0 ^{***}	7.2 [*]	0.1 [*]	0.3	5 [*]	0.54 ^{***}

() Medias originales * P < 0.05 *** P < 0.001

^{ab} Medias sin letras en común en la misma columna difieren significativamente a P < 0.05 (Duncan, 1955)

Momento de comenzar el pastoreo.

El conocimiento de cuando un pasto está en condiciones de poder hacer el primer corte o defoliación es usualmente relativo y se basa principalmente en el estado de crecimiento del mismo pasto (Ruiz y col, 1988). Esto se pudo estimar en la investigación desarrollada en Cuba en plantaciones en las cuales comenzaron a introducir a los animales en diferentes etapas de crecimiento después de la siembra (tabla 5) donde se concluye que cuando el pastoreo comienza a una altura entre 90-100 cm. Esto mencionado por. Ruiz, Febles, Cobarrubia, Díaz y Bernal (1988).

Tabla 5. Efecto de la altura de la planta en que comenzó a pastarse después de la siembra en la altura y peso por planta (hoja y tallos tiernos) (Ruiz y col, 1988).

Altura de la planta para comenzar a pastar, cm.	Tiempo transcurrido desde el inicio del trabajo, meses			
	inicio	12	18	24
200 - 210		220.3 ^c	233.7 ^c	221.2 ^c
140 - 150		208.1 ^c	222.5 ^c	210.9 ^c
90 - 100		159.4 ^b	197.5 ^b	178.4 ^b
40 - 50		113.7 ^a	148.1 ^a	148.4 ^a
E.S. ±		6.4 ^{***}	6.8 ^{***}	9.3 ^{***}
Peso/planta, g MS				
200 - 210	124 ^c	67.0 ^c	285.0 ^c	67.0 ^b
140 - 150	106 ^c	56.0 ^{bc}	196.0 ^b	50.0 ^{ab}
90 - 100	69 ^a	45.0 ^{ab}	155.0 ^{ab}	33.0 ^a
40 - 50	4 ^b	35.0 ^a	112.0 ^a	33.0 ^a
E.S. ±	8 ^{***}	4.0 ^{***}	27.0 ^{***}	8.0 ^{***}

*** $P < 0.001$

^{abc} Medias sin letras en común en la misma columna difieren significativamente a $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

Se aprecia que las plantas que alcanzaron alturas por encima de 200 cm., 60 % de su disponibilidad no estuvo al alcance de animales adultos. Las plantas que comenzaron a pastarse por debajo de 100 cm. dan la posibilidad de que se lleve a cabo un consumo total de las partes activas de crecimiento controlando, en cierto grado, el desarrollo vertical de la leucaena y en consecuencia prolonga la necesidad de poda y la vida útil de la plantación. La altura de la planta, peso/planta y otras mediciones tuvieron un mejor balance cuando el pastoreo fue entre 90-100 cm. Algunos de estos resultados coinciden con los informados por Piggitt, Shelton y Dart (1995) que plantean que las plantas de esta leguminosa pueden comenzarse a pastorear con 1 m de altura aproximadamente.

Después de transcurrir ocho meses de la siembra en ese lugar el 48 % de los propietarios pudieron iniciar el manejo y utilización de la leucaena para la alimentación animal, mientras que un 38 % necesitó esperar 12 meses para alcanzar la etapa de explotación motivado por afectaciones por la entrada de animales adelantadamente y el ataque de hormigas. Solo 14 % de los propietarios no lograron implantar la tecnología y fue por no cumplir con lo orientado para cada etapa en aspectos relacionados con la preparación de suelo, control de las malas hierbas e insectos como hormigas. En Australia el lento establecimiento de la *L. leucocephala* es considerado todavía una limitación importante para la expansión de esta especie (Leslie y Shelton, 1986). Así Shelton (1996) indicó que el lento crecimiento temprano de las plántulas las hace sensibles a la depredación por animales silvestres y la competencia con malas hierbas y existe una tendencia a períodos largos (de hasta 3 años) para comenzar el primer pastoreo.

Manejo de leucaena

El manejo de la leucaena debe estar orientado a la producción y crecimiento de la misma, ya que si no se controla adecuadamente la leucaena puede convertirse en árbol por tal motivo no estará al alcance

de los animales las ramas de la leucaena lo que se reflejaría inmediatamente en la firmeza del sistema (Ruiz y col, 1994 y Shelton y Jones, 1995). Algunos de los aspectos del manejo de la *Leucaena leucocephala* que analizaremos son: selección de especies, altura de la planta para comenzar el pastoreo después de la siembra, porcentaje de utilización, número de surcos, tiempo de ocupación y descanso, carga animal y poda de la plantación. También se informará acerca del efecto de la sombra en el sistema y el comportamiento del suelo. Estas guías del manejo no pueden valorarse de forma aislada, sino que todas intervienen en la estabilidad del desarrollo de la leucaena.

Para poder ejecutar una tecnología productiva y estable donde intervenga la leucaena es de fundamental importancia llevar a cabo una correcta selección de especies y variedades de acuerdo a la finalidad productiva que se desea alcanzar. Es fundamental anticipar algunos aspectos del comportamiento como son un mayor ritmo de crecimiento vegetal que actúa positivamente en el establecimiento, mejor producción vegetal, nivel de mimosina más bajo y adecuada producción de semillas.

Es de suma importancia comer el pastoreo cuando la leucaena alcance una altura entre 140-150cm. o mayor fue necesario aplicar la poda a los 12 meses de iniciado el pastoreo y se comprobó que cuando la altura sobrepasa los 200 cm., el 60 % de su disponibilidad no está al alcance de los animales lo lleva una pérdida de forraje de 186.8 Kg. MS/año de leucaena.

Febles y col (1995) en una revisión de literatura planean que una característica deseable que deben tener los árboles para lograr una mayor eficiencia de la sombra es que permitan la entrada suficiente luz para no limitar el crecimiento del pasto esto en base al sistema de pastoreo.

Trabajos realizados por Ruiz y col (1998) por espacio de cinco años indican que una población de 1100 plantas/há aproximadamente no interrumpe el desarrollo del pasto y además se logra una utilización de la sombra más inmediata. Sin embargo, después de cuatro años se acuerda la población entre 400-600 plantas/há para evitar un efecto negativo en el

crecimiento de la gramínea e incorporar nuevas plantas de leucaena para la alimentación animal.

Al valorar Ruiz y col (1998) el comportamiento del pasto estrella sin sombra o beneficiado por la que emiten las plantas de leucaena en toda el área de pastoreo tenemos que el área sin sombra, ni fertilización tiene indicadores inferiores y difieren de las áreas con sombra que no son diferentes entre ellas. La composición botánica dos años después de haberse iniciado el trabajo, alcanzó valores del 86-90% de pasto estrella para el área con sombra y de sólo 63 % para la variante que no recibe sombra ni fertilización, pasados cinco años se mantiene la mejor situación para las áreas que reciben sombra. La utilidad del pasto presentó igual comportamiento, alcanzando valores por rotación en el período seco de \pm 2.2 t/há de MS, en el quinto año. Para ese momento la producción total fue de pasto estrella 12 t/há de MS; Leucaena 7 t/há de MS para un total de 19 t/há de MS donde las plantas de Leucaena que se dejan para la alimentación animal aportan el 37 %. El área que no recibe el beneficio de la sombra tuvo una producción anual de solo 6.7 t/há de MS. La calidad del pasto estrella en el área con Leucaena fue superior, alcanzando 10 % de proteína bruta, mientras que en la gramínea sola fue de 7 %. Los animales aumentaron su tiempo de descanso y de rumia entre las 11 a.m.-14 p.m., en las áreas con sombra. Otro aspecto importante es la poda que restituye el equilibrio entre la disponibilidad del follaje y la utilización del mismo por el animal y se realizará cuando la plantación alcance de 2.00-2.50 m. (Ruiz y col, 1990 y 1994).

Debemos señalar que el momento de la poda en plantaciones de leucaena se llevará a cabo según el objetivo que se tenga. La leucaena debe ser podada a una altura no mayor de 50 cm a partir del suelo, de esta forma se prolonga la próxima poda, en unión de otros factores del manejo como son el % de defoliación y el tiempo de descanso (Ruiz y col, 1990 y 1994).

Las interacciones benéficas que se presentan con la presencia de los árboles y arbustos de leguminosas en los sistemas de pastoreo se traduce, en la fijación del N atmosférico, en el aumento del reaprovechamiento de nutrientes por el regreso de hojas, frutas, ramas, heces y orina al suelo. También, ocurre una mejora en la estructura del

suelo a través del aporte que hacen las raíces de los árboles en cuanto a materia orgánica, aeración e infiltraciones de las lluvias entre otros aspectos (Pezo, 1992). El estudio del reaprovechamiento de los nutrientes de estos sistemas (G. Crespo, I. Rodríguez, 1998, no publicados), muestra un balance positivo para el N (+22 Kg./há) y el P (+1 Kg./há) y el K no tuvo afectación, mientras en el área de pasto natural sin leucaena los tres elementos presentaron balance negativo (-15 kg N; - 6 kg P y -17.5 kg K/há). Se indica que la leucaena hizo una contribución muy importante al balance positivo del N en el sistema. Este efecto favorable no sólo se debió a la fijación biológica del N atmosférico sino además a la incorporación importante de este nutriente mediante la descomposición de la hojarasca que se produce.

Así, en dos sistemas de pastoreo, donde la leucaena estuvo asociada o no a la gramínea, desarrollados por Ruiz y col (1996) se estimó que el comportamiento de la composición botánica en relación con la ocurrencia de malezas nunca fue superior al 10 %, el componente gramínea del pasto asociado alcanzó valores hasta del 100 % y la gramínea sola estuvo presente entre 82 y 95 %. Esto indica que no hubo afectaciones de importancia en el pastizal que condujeran al deterioro del mismo lográndose un equilibrio tolerable de los componentes.

Es bueno destacar que la disponibilidad de la leucaena se presenta en un estrato por encima de la gramínea por su hábito arbóreo de crecimiento y la competencia puede ser muy baja a iguales resultados arribó Simón y col (1990). Debido a esto la producción de la gramínea fue parecida en el área asociada (161.0 g MS/m²) y en la gramínea sola (173.0 g MS/m²). La ausencia de competencia pudiera tener varias causas. En primer lugar los diferentes sistemas radiculares de la gramínea y la leguminosa se encuentran a diferentes profundidades no existiendo competencia entre ambos por nutrientes y agua. Otro aspecto se vincula con el sombreado que la leucaena pudiera proyectar a la gramínea sembrada lo que no ocurrió ya que la sombra proyectada por la copa de la leucaena fue sólo del 39.1 % del área de la asociación (Ruiz y col, 1990). Además, la gramínea asociada tuvo una altura de 42 cm que fue semejante a los 47 cm de la gramínea sola que percibía la luz sin que otra planta pudiera evitarlo. Estas observaciones pueden indicar que unas especies crean o

modifican hábitat que favorecen o ayudan al crecimiento de otras. Con relación a la calidad de estos sistemas, la producción de proteína fue algo similar en la gramínea sola (11 g MS/m²) y en la asociada (8 g MS/m²) sugiriendo la posibilidad de transferencia de nitrógeno de la leguminosa a la gramínea asociada cuyos valores pudieran ser equivalentes a los 90 kg/N/há/año lo sugerido por Simón y col (1990). Esta transferencia pudiera vincularse al hecho de que en sistemas semejantes a este, pero sin fertilizar la gramínea sola, la proteína es inferior a la gramínea asociada. Además, sólo apareció 2 % de material muerto en la gramínea asociada y fue del 19.8 % para el área de la gramínea sola. El ramoneo por los animales no debe remover más del 80 % del área foliar para asegurar así un mejor rebrote. A lo anterior debemos unir que el tiempo de reposo podrá alcanzar de 28 a 35 días en la estación de lluvias y de 35 a 42 días en la estación de seca, y el tiempo de pastoreo no debe ser mayor de 5 días, ya que los animales pueden afectar los nuevos rebrotes. Estos resultados coinciden con los planteados por Lamela (1989) y Milera (1991). Cuando no existe la eventualidad de que el animal consuma al menos entre 11-12 kg/MS/animal/día de pasto o forraje, lo que ocurre especialmente durante la estación seca, aumenta el consumo de la leucaena por encima de 3 kg MS/animal/día lo cual puede provocar toxicidad causada por la mimosina. Para que esto no ocurra el productor debe buscar siempre una alternativa para asegurar el consumo de materia seca necesaria que evite el desbalance que se produce entre el consumo de gramínea-leucaena. Si el sistema para utilizar la leucaena fuera de bancos de proteína el área que ocupará debe ser la mínima de manera que no ponga en peligro la respuesta productiva de los animales ni la estabilidad de la leguminosa y del pasto. Dependiendo de los ingresos del productor también podrá complementar con cualquier alimento ya sea desechos de frutas.

Agronomía

Las indagaciones agronómicas definieron la preparación del suelo y la semilla, época de siembra, población, profundidad de siembra, métodos para el control de malezas y momento de comenzar el pastoreo mejores que permitieron disponer de una base científico técnica adecuada para implementar los sistemas de producción animal. Esta información aparece

en el libro: *Leucaena*, una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico (Ruiz y Febles, 1987).

Los resultados nos indican que la *Leucaena* después de 100 días de crecimiento, está en condiciones de recibir su primer pastoreo y además se pueden alcanzar rendimientos de grano de maíz de 1.8-2.1 t/ha sin afectar el crecimiento del árbol ni la inclusión del pasto (Ruiz, et al., 1997).

Ruiz, Febles, Castillo y Jordán (1994) al realizar la evaluación durante tres años de una colección del género *Leucaena* con 90 accesiones, encontraron que según sus características de crecimiento fueron optadas para forraje 46.9%, para pastoreo 36.8% y como plantas energéticas el 16%. Al profundizar en aspectos relacionados con la calidad, La O, Chongo, Scull, Ruiz, Fortes y Mirabal (1995), no encontraron diferencias significativas para la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) entre seis ecotipos, pero la proteína verdadera (PV) fue mayor para los ecotipos Venezuela, 17218 y Perú. La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) osciló entre 70 y 83%. Este mismo grupo de trabajo estudió el contenido de mimosina y DHP en 11 ecotipos de *Leucaena* no encontrándose diferencia para estos indicadores.

Resultados con ecotipos y variedades de *Leucaena* sp. y otras especies arbóreas

Poder situar una amplia colección de accesiones, ecotipos, variedades de una especie o de otras especies de plantas resulta de mucha importancia para lograr buenos resultados en la implantación de una tecnología productiva. A partir de 1989 (Febles, Ruiz y Simón, 1995) se ha irrumpido en el estudio de leguminosas arbóreas para diferentes propósitos productivos como sombra, cercas vivas y alimentación animal bovina bajo las condiciones cubanas. Los trabajos han mostrado la importancia de géneros como *Albizzia*, *Enterolobium*, *Bauhinia*, *Erythrina*, *Acacia*, *Moringa*, *Colvillea*, *Peltophorum*, *Gliricidia*, *Lysiloma*, *Azadirachta*, *Gmelina* y otros. Se han realizado estudios agronómicos que han incluido como tema central las causas de la poca sobrevivencia de las siembras en bolsas. Otro aspecto esencial de estudio ha sido acerca de la implantación de sistemas silvopastoriles donde se han abordado varias

particularidades. Algunas de estas informaciones se ofrecen en las tablas siguientes (tablas 6, 7 y 8).

Tabla 6: Supervivencia y número de ramas de leguminosas arbustivas en condiciones de estrés en Cuba.

Sub. Familia	Especies	Supervivencia (%)	No. De Ramas
Mimosoideas	<i>Calliandra haematocephala</i>	95.8	7.6
Mimosoideas	<i>Leucaena leucocephala</i>	86.5	7.3
Mimosoideas	<i>Desmodium gyroides</i>	95.2	16.3
Mimosoideas	<i>Pithecollobium obovale</i>	80.0	3.8
Papilionadas	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	100.0	2.0
Papilionadas	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	100.0	3.0
Papilionadas	<i>Cajanus cajan</i>	95.0	8.5
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia monandra</i>	86.0	7.3
Cesalpinioideas	<i>Cassia fistula</i>	73.0	7.5
Cesalpinioideas	<i>Delonix sp.</i>	100.0	8.3
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia malabarica</i>	100.0	7.6

Tabla 7: Crecimiento de leguminosas arbustivas sembradas bajo condiciones de estrés en Cuba.

Sub. Familia	especies	Altura (cm.) plantas en días		
		0	180	360
Papilionadas	Lonchocarpus punctatus	21.4	39.6	100
Papilionadas	Pterocarpus macrocarpus	29	79.4	101
Papilionadas	Cajanus cajan	49.1	85	200
Mimosoideas	Calliandra haematocephala	21.4	20.7	20
Mimosoideas	Leucaena leucocephala	20	24	50
Mimosoideas	Desmodium gyroides	35	72	80
Mimosoideas	Pithecollobium obovale	33.6	106.1	105
Cesalpinioideas	Bauhinia monandra	28.6	57.0	-
Cesalpinioideas	Cassia fistula	15.5	30.8	30
Cesalpinioideas	Delonix sp	13.8	20.3	50

Tabla 8: Especies relevantes para diferentes propósitos productivos (sombra, cerca) incluyendo la aceptación por animales.

Especies bovinos	Rango de consumo por animales					
	1	2	3	4	5	6
<i>Gmelina arborea</i>						X
<i>Lysiloma bahamensis</i>						X
<i>Albizzia falcataria</i>		X				
<i>Albizzia lucida</i>				X		
<i>Albizzia lebbekoides</i>				X		
<i>Azadirachta indica</i>						X
<i>Picodendron macrocarpu</i>						X
<i>Gliricidia sepium</i>		X				
<i>Colvillea racemosa</i>		X				
<i>Erythrina mysorensis</i>			X			
<i>Bauhinia tomentosa</i>			X			
<i>Bauhinia acuminata</i>			X			
<i>Moringa oleifera</i>						X
<i>Peltophorum sp.</i>						X
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>						X
<i>Acacia cornigera</i>						X

Leguminosas tropicales

De todas las plantas utilizadas por el hombre, solo las gramíneas son más importantes que las leguminosas, sin embargo mientras existen un gran número de indagaciones en gramíneas como el maíz, cana de azúcar, arroz, avena, cebada, sorgo; para el caso de leguminosas solo reciben mas atención cultivos como el frijol, soya, cacahuates. No obstante, las leguminosas muestran un gran potencial para producir la proteína de

origen vegetal que se necesita y que se necesitara en la producción principalmente ganadera (National Academy of Sciences, 1979).

Las leguminosas además poseen la propiedad de mejorar el contenido de nitrógeno del suelo a través de la fijación de este desde la atmósfera. Estas pueden fijar hasta 500kg de N/Ha/año (Ara y col, 1990; Thomas, 1995) un rápido recambio del fósforo (oberson y col, 1995) y un incremento en la actividad biológica del suelo (decaens y col, 1994) controlando así la severa erosión de los suelos tropicales; otro atributo de las leguminosas forrajeras es su calidad y disponibilidad que hay durante la temporada de sequía, época en que los pastos reducen en un 75% su producción de forraje.

Para los países en desarrollo especialmente los de la América tropical el cultivo de leguminosas tropicales es el mejor camino y el más rápido para la producción de alimentos proteínicos, pero de los cientos de variedades de leguminosas que existen menos del 20% son utilizados, además existen pocos trabajos de investigación que motiven el uso del resto de leguminosas (National Academy of Sciences, 1979).

Por su gran diversidad, las leguminosas se pueden encontrar en condiciones naturales o cultivadas. En la actualidad se tienen identificados 748 géneros y 19,700 especies. Especialmente son plantas tropicales, que se desenvuelven especialmente en regiones de condiciones adversas como altas temperaturas, precipitación extrema y suelos de baja fertilidad. Estas características las hacen de un alto potencial en la ganadería como una fuente de proteína de bajo costo. La familia de las leguminosas se divide en tres subfamilias: *Caessalpinioideae*, principalmente árboles (*L. Leucocephala*, *G. sepium*); *Mimosoideae* árboles pequeños y arbustos (*P. phaseoloides*) y *Papilionoideae* (*C. argentea*) principalmente malezas (National Academy of Sciences, 1979).

La utilización de especies de leguminosas ya sean arbóreas o arbustivas es una actividad común en América Latina, África, y Australia (Devendra, 1995). Mas sin embargo en México se carece de la cultura que es la utilización de las leguminosas como fuente nutritiva, debido a que se carece de información de su valor nutricional y como utilizarlas en el balanceo de raciones. La mayoría de las plantas dependen del N mineral del suelo para satisfacer sus requerimientos. Las reservas de N total en

el volumen de suelo explotable por las raíces son mayores que los requerimientos.

Potencialidades de las leguminosas tropicales como fuente nutritiva.

Estas plantas tienen como atributo principal desde el punto de vista de forraje para el ganado, altos contenidos de proteína de las cuales varían del 14 al 28% y bajos contenidos de fibra menores al 40% lo que permite un mayor consumo voluntario y digestibilidad obteniendo incrementos en los rendimientos productivos de carne y leche hasta de un 50% o más (Lascano y Avila 1991; González, 1992) si las comparamos con las gramíneas tropicales son superiores en su contenido nutricional. Sus contenidos de proteína tienden a disminuir gradualmente conforme a la edad de la planta. El contenido de nutrientes minerales es también diferente en las leguminosas; normalmente éstas tienen mayores contenidos de Ca y P que las gramíneas (Ara, 1987).

Mejoradoras de la calidad del suelo

Las leguminosas toman un papel muy importante al ayudar a mejorar los suelos desde el punto de vista fertilidad, pues tienen la propiedad de transformar nitrógeno atmosférico a nitrógeno soluble listo para ser utilizado por las plantas a través de una simbiosis con microorganismos bacterianos del género *Rizobium*, que se encuentran en las raíces de las plantas formando nódulos. El incremento en N comúnmente es observado con el aumento en la productividad, tanto en la biomasa como en la ganancia de peso de los animales. La contribución del nitrógeno fijado es de suma importancia para mantener la producción de un lugar determinado por un largo periodo, el potencial estimado de fijación de nitrógeno anual varía de 110 para *leucaena leucocephala* (Halliday y Somesegaram, 1993) a 1560 kg/ha para *Stilosantes humillis* (Garter, 1970), este potencial puede variar con la especie, manejo y método de estimación.

La contribución de las leguminosas en términos de la productividad de la biomasa de forraje es más notoria en ecosistemas tropicales estacionales donde ella complementa la productividad en épocas desfavorables, para el crecimiento de las gramíneas; el nitrógeno fijado por las leguminosas es la base para los sistemas de pastoreo de Nueva Zelanda.

Factores a considerar

Es importante tener en cuenta un elemento que en cierta medida puede constituir una limitante en el uso de las leguminosas. Durante millones de años muchas de estas especies de plantas han sobrevivido gracias a su capacidad para producir sustancias que las protejan de sus depredadores. Aún cuando algunos de estos compuestos son capaces de producir una reacción violenta e inmediata, en la mayoría de los casos lo que tiene lugar es un efecto sutil que se manifiesta con la ingestión prolongada. Entre estos últimos se destaca la disminución del consumo y/o de la eficiencia digestiva, lo que repercute negativamente en el crecimiento y productividad del animal. No obstante, en algunos casos la presencia de tales sustancias podría ser beneficiosa para el animal, especialmente en los rumiantes (Pedraza y col, 1994). Tanto los pastos como los forrajes son deficientes de nutrientes, pero aparecen con mayor fuerza en las plantas con altos niveles de nitrógeno como las leguminosas y con mayor fuerza en las arbustivas que en las rastreras (Martínez, 1997).

Estos metabolitos actúan principalmente en la digestión y absorción de proteínas, pero también han sido observadas sus influencias sobre la digestión de carbohidratos, utilización de minerales y de vitaminas. Los efectos perjudiciales o beneficiosos en la producción animal de los factores antinutritivos dependen de muchos aspectos, en su mayoría estrechamente interrelacionados: el tipo específico de sustancia química y su concentración en la digesta, composición de la dieta, especie y categoría animal, adaptabilidad del animal, procesamiento y manejo, etc. (Vargas, 1991); (Lalles, 1991).

Taninos

De importancia en las leguminosas es el contenido de taninos que puede influir en el consumo voluntario y en el valor nutritivo al modificar la digestibilidad ruminal en los bovinos (Giner-Chavez, 1996; López *et al*, 1998) analizaron 20 especies forrajeras de Veracruz y Tabasco por su contenido de taninos condensados totales y las agruparon en tres categorías:

- 1.-De contenido bajo con hasta 30 g/kg como son el chipolcoite, la canavalia, el ramon, la pueraria.

2.- De contenido moderado con más de 30 y menos de 60g/kg como son la Erytrina, Arachis, Melina

3.-Forrajes con mas de 60 g/kg como son la Leucaena, la Gliricidia, el Desmodium.

Interacciones proteína-tanino

La importancia en la nutrición de las interacciones proteína-tanino ha sido ampliamente reconocida. Sin embargo, los detalles de la química de tales interacciones sólo han sido revelados actualmente. Los complejos tanino-proteína se forman normalmente por enlaces de hidrógeno entre los grupos fenólicos de los primeros y los grupos cetoamida de las segundas y por interacciones hidrofóbicas entre los anillos aromáticos de los taninos y las regiones hidrofóbicas de las proteínas. Las asociaciones entre proteínas y taninos son dependientes de las características de ambos tipos de compuestos. Los factores que determinan la relativa afinidad de las proteínas por los taninos son el tamaño de la molécula, su composición aminoacídica y el pH. Las proteínas más grandes tienden a enlazarse más fuertemente a los taninos. También lo logran con relativa facilidad las pequeñas ricas en prolina debido a que tienen una estructura abierta de fácil acceso para la formación de enlaces de hidrógeno (Hagerman, 1989). Si el tanino esta presente en exceso, toda la proteína a su alcance se insolubilizará, sin embargo si quien está en exceso es la proteína, el complejo suele permanecer en disolución. El pH tiene también gran influencia en el proceso; mientras más cercano está al punto isoelectrónico de la proteína, mayor será el grado de precipitación del complejo. Esto resulta de gran importancia para el entendimiento del rol de los taninos en la digestión por cuanto el pH varía de una a otra región del tracto digestivo (Haslam, 1989; Hagerman, 1989).

Incremento en la productividad animal ganancia de peso

Las leguminosas benefician la productividad animal de dos formas, aumentando la capacidad de carga animal, la cual es una consecuencia en el aumento de la biomasa; también aumenta el valor nutritivo del forraje en comparación con gramíneas solas sin N. En la literatura numerosos trabajos muestran beneficios de las leguminosas en la producción animal

en trópico. En Australia la inclusión de *S. Humillis* y fertilización con N y P incrementaron la ganancia de peso de 29 a 93 kg/ha y de 47 a 121 kg/animal (Shaw y Manneje, 1970).

Producción de leche

La cantidad de leche que produce una vaca es el resultado de dos factores (a) La capacidad fisiológica (habilidad genética, historia nutricional y estado de lactancia), y (b) La cantidad de nutrientes que consume el animal (plano nutricional, tipo de alimentación). (Moe y Tyrrell, 1975).

Stobbs (1976) comenta que en potreros de gramíneas tropicales y con cargas bajas se puede esperar una producción de 6 a 7kg leche/vaca por día. Si estas praderas contienen leguminosas o si son fertilizadas, la producción puede llegar hasta 14 kg/vaca por día. Reátegui (1993), trabajando con leguminosas (*C. acutifolium*, *C. macrocarpum*, *C. pubescens*, *stylo* y *D. ovalifolium*) asociadas con la gramínea *A. gayanus* en Pucallpa en 7 fincas, con pastoreo rotativo y con vacas cruzadas Cebú x Holstein, obtuvo promedios de producción de leche de 3.01 kg/vaca por día, similares a los hallados por Michelsen (1990) en el Caquetá (Colombia).

Lascano y Ávila (1991) trabajaron en Quilichao (Colombia) con las pasturas *A.gayanus* y *B. dictyoneura* solas o asociadas con cada una de las leguminosas *C. macrocarpum* y *C. acutifolium*. Ellos encontraron que la producción de leche de la pastura *B. dictyoneura/Centrosema macrocarpum* o *B. dictyoneura /C. acutifolium* fue mayor que en la gramínea sola. Por otro lado, *A. gayanus/C. acutifolium* produjo más leche que *A. gayanus* solo o que *A. gayanus/C. macrocarpum*.

Ávila y Lascano (1997) en Quilichao, en un experimento diseñado para estudiar la respuesta en producción de leche a la suplementación forrajera de vacas en pastoreo, no encontraron efecto de la leguminosa *Cratylia argentea* en combinación con king grass, cuando la disponibilidad de forraje no fue limitante (i.e. 2 UA/ha). Sin embargo, cuando la disponibilidad de forraje en la pastura fue limitante (i.e. 4 UA/ha), la introducción de *C. argentea* resultó en un incremento de 25% en producción de leche. En un segundo ensayo de suplementación con niveles crecientes de *C. argentea* en combinación con caña de azúcar, estos autores no encontraron respuestas usando vacas cebú. Sin embargo, con vacas cruzadas (Cebú x Holstein) la respuesta a estos niveles fue lineal.

Con la combinación 25% caña y 75% *C. argentea* hubo un incremento de 25% (2kg/vaca/día) en la producción de leche con relación a caña de azúcar sola.

La siembra de cultivos temporales como el maíz durante el establecimiento de la Leucaena no provoca daños a esta leguminosa, aumentando la diversificación en el agroecosistema, lo cual logra una mayor actividad de los biorregulares y como consecuencia una menor presencia de insectos - plagas (Valenciaga y Mora, 1997a ; Valenciaga y Mora, 1997b, en prensa). Sin embargo, es importante destacar que la incidencia de plagas es mucho menor en aquellos agroecosistemas de Leucaena con maíz pues ambas pertenecen diferentes familias, por tanto los insectos - plagas de un cultivo no son comunes para el otro. Además de detectar un mayor desarrollo de biorreguladores en el maíz que contrarrestan los posibles ataques de fitófagos de ambas plantas (Valenciaga y Mora, 1997b, en prensa).

La necesidad de asociar la Leucaena con un pasto mejorado para lograr una mayor producción de forraje y de mayor calidad nutritiva es un tema de interés. Trabajos realizados por Ruiz, Febles y Díaz (1997), con dos *Cynodon* y un *Panicum*, para estudiar el momento y número de surcos a sembrar de la gramínea en la Leucaena; lograron establecimientos tempranos (120 días después de la siembra) sin afectar el crecimiento de ninguno de los componentes (leguminosa-gramíneas). También la mezcla de más de una gramínea puede ser superior a la siembra de ésta sola. En esta línea, Lazo, Ruiz, Febles y Díaz (1995) informaron un rendimiento de un 57% superior de una mezcla de *Cynodon*-*Panicum* respecto a la siembra por separado de una de ellas.

Explotación del sistema silvopastoril

La introducción de la sombra en el pastoreo constituye una tarea compleja. Así tenemos que durante cinco años se desarrolló la evaluación de diferentes poblaciones de Leucaena (200-400-600-800-1100 plantas/ha) con distribución espacial diferente para provocar la sombra en potreros (Ruiz y et al., 1994). Esto se basa en que independientemente de que las plantas sean explotadas de forma adecuada ya a los 24 meses de haberse iniciado la explotación con animales hay entre 1-5% de plantas

que alcanzan alturas (>200 cm) cuya disponibilidad de follaje no está al alcance de los animales (Ruiz, Febles, Cobarrubias, Díaz y Bernal, 1986) y así se convierten en árboles para sombra. Lo anterior se refleja en una mayor producción por m² de pasto, mayor porcentaje de hoja, menor porcentaje de material muerto y malezas (tabla 9), así como que siempre hubo más deposición de excretas y presencia de aves de diferentes especies en el área cuando existió sombra en el pastoreo. Todo lo anterior indica la preferencia de los animales por permanecer en estas áreas (Ruiz, Febles, Jordán y Castillo, 1994).

Al estudiar otras arbustivas para este fin hemos encontrado (tabla 9) que Gmelina, Lysiloma y Neem tienen potencial de crecimiento para en un breve tiempo cumplir con esta función. Una situación similar se prevé encontrar con Bauhinia y Enterolobium en potreros de pasto estrella.

Tabla 9: Efecto de la sombra de *Leucaena* en el pasto estrella.

área	No. De excretas	Peso del Estrella g/m ²	Hoja	M. Muerto	Maleza
Con sombra	4	650	35%	13%	0%
Sin sombra fertilizada	0.8	520	36%	19%	10%
Sin sombra no fertilizada	0.7	212	27%	35%	26%

Trabajos desarrollados por Delgado, Galindo, Chongo, Geerken y Curbelo (1996) indican que la inclusión de *Leucaena* en, 0, 20, 40 y 60% de la MS de una ración compuesta además por heno de pasto estrella produce un incremento lineal positivo en el consumo de MS de: 66.4, 68.5, 71.3 y 73.0 g/kg PB0.75 y en la digestibilidad de la fibra detergente neutra (FND): 44.5, 46.7, 48.3 y 56.0% para los niveles anteriores de inclusión, respectivamente. En un estudio para buscar cepas nativas que degradan la mimosina, el 3,4-DHP y el 2,3-DHP, en el rumen, de animales en diferentes regiones geográficas de Cuba, se encontró que de 40 cepas aisladas, 13 degradan el 2,3-DHP, 27 el 3,4-DHP y la mimosina (Galindo, Geerken, Elías, Aranda, Piedra, Chongo, Delgado, Aldama y Marrero, 1995). Como confirmación de lo anterior en trabajos desarrollados por Castillo, Ruiz y Febles (1998, en prensa) para el engorde de ganado bovino y empleando un

pastoreo con 100% de *Leucaena* se obtuvieron ganancias de 715 g/animal/día sin ningún efecto negativo en la salud de los animales. Al estudiar algunos indicadores sanguíneos Chongo, La O, Castillo, Cabezas y Obregón (1995) comparando diferentes sistemas con *Leucaena* y un control con pasto natural informan que las proteínas y lípidos totales, globulina y reserva alcalina no difieren entre tratamientos, mientras el N-amino fue superior para los sistemas con *Leucaena* en donde se encontraron niveles despreciables de mimosina y DHP en plasma, sin trastornos de salud. Estos sistemas presentaron pesos vivos superiores de 8 a 15% con respecto al control de pasto natural. Para la producción de leche Jordán (1995) plantea que es posible obtener en condiciones de secano y sin concentrado alrededor de 10.5 kg de leche/vaca/día, por lo que es necesario suplementar con concentrados cuando el potencial lechero del animal sobrepasa los 3200 kg de leche/lactancia de 305 días aunque se reduce el nivel de concentrado a ofertar en 35%. La carga a emplear está entre 3 y 3.5 vacas/día siempre que el área de la gramínea tenga riego y fertilizante a razón de 250 kg de nitrógeno/ha/año.

Tabla 10: Principales indicadores a considerar en tecnología para hembras con bancos de proteína de *Leucaena*

Indicadores			
Tipo de animal	En desarrollo	Vacas lecheras	
Edad/peso meses/kg	0-12/150-200	Novillas	Vacas adultas
Carga animal/ha	4	3 - 3.5	2.8 - 3
Fertilizacion nitrogenada	Si	Si	No
Tipo de acceso al banco	Libre	Limitado	Limitado
Area del banco de <i>Leucaena</i> (%)	30 - 50	25 - 30	25 - 30
Suplementacion a partir de	+ 600g/animal/dia	-0=400kPV	+0=3100kg/leche/lactancia

Tabla 11: Estudio del comportamiento de los machos bovinos en sistemas de Leucaena.

ITEMS	Leucaena (%)							
	30	30	30	30	30	50	50	100
Numero de cuartones	4	4	4	24	4	4	4	4
Especie de gramínea *	G	E	E	E	E	G	G	N
Fertilización (Kg/N/ha/año)	90							
Carga animal/ha	2	3	3	5	2	2	3	2
Suplementación en la seca	Si				Si			
Ganancia								
(g/animal/día)	538	465	532	380	371	556	431	716
Kg./ha/año	392	509	583	465	271	406	472	523

*Especie gramínea: G: Guinea, E: Estrella, N: Natural Suplementación con caña/urea.

La tecnología elaborada para la explotación adecuada y eficiente de la Leucaena, ha permitido que se implante en la producción comercial. La misma fue evaluada también durante los años de 1994-95, en el estado de Colima, México para poder medir su grado de adaptación a otras condiciones edafoclimáticas y del productor (Ruiz, Jordán, Corvea, Valencia, Galina, Palma, Olea, Fernández, Pérez-Guerrero y Ruiz, 1995). De los resultados obtenidos podemos indicar que después de transcurridos ocho meses de la siembra el 48% de los propietarios que se iniciaron en el proyecto comenzaron el manejo y utilización de la Leucaena y al año de la siembra ya explotaban sus áreas el 86%, lo que indica las posibilidades de la tecnología. Además se logró un incremento de la producción de leche de 1 a 3 Lts/vaca/día, así como una disminución de alimentos suplementarios.

Potencialidad de la arborización con *Leucaena leucocephala* para mejorar el desempeño bio-productivo de hatos lecheros alojados en agroecosistemas degradados.

En el presente trabajo se exponen los principales resultados obtenidos en la evaluación del impacto de la arborización con *L. leucocephala* sobre el desempeño bio-productivo de vacas lecheras mestizas alojadas en agroecosistemas de pastizales degradados. El tránsito hacia sistemas de producción animal ecológica y económicamente sostenibles, además de la aplicación de métodos racionales de manejo, implica necesariamente garantizar la bioseguridad alimentaria de los animales sobre la base de la implementación de modelos endógenos y autogestionarios que permitan maximizar el aprovechamiento de las potencialidades locales existentes y la reducción sensible de insumos externos al agroecosistema ganadero. En tal sentido, la inclusión de árboles leguminosos forrajeros en las áreas de pastizales degradados e improductivos puede significar un impacto positivo sobre la fertilidad del suelo, el rendimiento y calidad del estrato herbáceo y, consecuentemente, sobre la expresión fenotípica de los animales.

La *Leucaena leucocephala* es conocida en Perú con un sin fin de nombres comunes como: algarrobillo, yarivisco, vilca, pashacra, esta leguminosa crece y se desarrolla en cualquier lugar del trópico y subtrópico, se adapta bien a diferentes tipos de suelos, tolera un rango de pH entre 5 y 8, crece en suelos ácidos y bajos en calcio, se considera resistente a la sequía por la habilidad de sus pínulas de interceptar la humedad del aire (Skerman 1977).

La leucaena es una leguminosa perenne, de crecimiento rápido con un sistema radicular profundo, que se desarrolla una simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan hasta 400 kg/ha-año de nitrógeno; se asocian a hongos del género *Mycorrhizae* que viabilizan la utilización del fósforo no disponible para la mayoría de los cultivos. El uso de *Leucaena* como abono verde viene siendo tema de investigación por muchos investigadores en diferentes países. El INIEA a través del Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz viene estudiando a partir del año 1998 con el objetivo de evaluar el efecto de la leucaena como elemento de conservación del suelo y como fuente de nitrógeno,

asociada a diferentes niveles de nitrógeno químico sobre la productividad del maíz.

México dedica más del 60 por ciento de su territorio a la ganadería bovina (Enríquez y col., 1999). En la región tropical de México, que representa el 33 por ciento de la superficie nacional se mantiene el 64 por ciento del hato ganadero. En ella se produce del total nacional, el 25 por ciento de la leche y el 35 por ciento de la carne, siendo determinante el papel que juegan los forrajes en esta actividad productiva por su relativo bajo costo, disponibilidad y facilidad de obtención, en contraste con otras fuentes de alimentación. Esta participación puede incrementarse de manera sustantiva una vez que se aproveche adecuadamente el potencial de los recursos forrajeros en estas regiones. De manera general, se considera factible incrementar la carga animal con promedio de 1.3 cabezas por hectárea, hasta tres o más cabezas, bajo sistemas de producción racionales, intensivos y sustentables (Enríquez y col., 1999).

En nuestro país existe un alto potencial para la producción de forrajes tropicales, caracterizado por la presencia de una gran diversidad de gramíneas y leguminosas que se encuentran en forma natural o que han sido introducidas. El beneficio está muy lejos de ser el óptimo, debido principalmente al manejo tradicional que se caracteriza por el bajo nivel de utilización de tecnología, situación que no permite la expresión total del potencial forrajero. Para lograr la mayor productividad, los sistemas de producción de ganado en el trópico deberán sustentarse en tecnologías apropiadas, consistentes en el uso y diversidad de especies forrajeras con alto potencial productivo, alta resistencia al pastoreo, de gran valor nutricional (Contreras, 1986).

La leucaena fue sembrada en el año 1998 a 5,0 m entre líneas y a 0,5 m entre plantas, y el maíz a 0,8 m entre líneas, con una densidad de 50 000 plantas/ha, en los callejones de la leucaena habían 6 hileras de maíz, con los niveles de N 00, 40, 80 y 120 Kg./ha; en el presente año no se aplicó fertilizantes. La leucaena fue podada y conjuntamente con el rastrojo se incorporó al suelo con una pasada de rastra, de igual modo se preparó las parcelas sin leucaena, se realizó una segunda poda con el objetivo de no producir sombra al maíz y la masa verde fue esparcida en la superficie de

las parcelas. El diseño experimental fue de parcelas divididas con cuatro repeticiones, como área útil fueron cosechados dos surcos centrales del maíz, después de la cosecha del maíz se realizó el análisis del suelo de 0 a 20 cm. de profundidad con el objetivo de verificar los cambios del nivel de fertilidad.

El control de malezas fue manual, empleándose azadones; para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Thiodicarb a razón de 1 l/ha. El trabajo de campo se adelantó en la hacienda Lucerna, norte del Valle del Cauca, Colombia, en una altura de 960 m.s.n.m., temperatura promedio anual de 24°C, que oscila durante el año entre 19 y 29°C, precipitación promedio anual de 1.100 mm, humedad relativa de 75-80% y evaporación promedio mínima anual de 3,6 mm/día. Se clasifica como Bosque Seco Tropical (Holdrige, 1978). El trabajo se realizó en dos sistemas o tipos de vegetación: pasto estrella sólo y pasto estrella asociado con leucaena. Los tratamientos representaron frecuencias de corte de 28, 35 y 42 días, adoptando el procedimiento presentado por Martínez y Vergara (1974) y de las orientaciones indicadas en el Manual para la Evaluación Agronómica de la RIEPT (Toledo y Schultze-Kraft, 1982), con cuatro repeticiones en cada uno de ellos. Para las repeticiones se tomaron cinco y diez datos de altura y de peso en estrella y leucaena, respectivamente, estableciéndose dos épocas de menor precipitación (S1 y S2) asistidas con riego, y dos de mayor precipitación (LL1 y LL2). La cantidad de gramínea por t/ha/corte y t/ha/año, así como las muestras destinadas a materia seca se obtuvieron mediante muestreos realizados a través de un marco de madera con un área de 0.25 m². En el caso de leucaena el forraje se obtuvo simulando la acción de ramoneo de los animales, a través de la cosecha total de las hojas y tallos tiernos accesibles al animal. Los valores de PC, EE, FC, cenizas y ELN se obtuvieron mediante el análisis proximal o de Weende, utilizando la metodología correspondiente al protocolo aprobado por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 1984), en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Los valores de FDN y FDA fueron obtenidos a partir de la técnica de Van Soest (1984). DISMS se calculó mediante el procedimiento descrito por Giraldo (1996). FDN, FDA y DISMS se llevaron a cabo en la Universidad Nacional sede Medellín, Laboratorio de BIORUM. Para estimar EM se calculó inicialmente ED a través de los valores encontrados en

digestibilidad de la materia seca (DISMS) utilizando las ecuaciones de regresión propuestas por Schneichel, Lascano y Weniger (1988).

Siembra

La parcela de *Leucaena leucocephala* se estableció, con un año de anterioridad, en 0,10 ha. La semilla de leucaena fue inicialmente sembrada en bolsas de jardinería, las cuales son mantenidas en viveros hasta una altura de 30 cm y finalmente transplantadas en la parcela a una distancia entre hileras de 2 m y entre plantas de 50 cm.

Valor nutritivo

El valor nutritivo del pasto y la leguminosa se determinó, en base a una muestra representativa recogida mensualmente, en el laboratorio de Instituto de Zootecnia del CENIAP en cuanto a: materia seca (MS), proteína cruda (PC) según el método de la AOAC (1), los componentes de la pared celular: fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) y el valor energético expresado en términos de energía digestible (Kcal ED/g MS) y energía metabolizable (kcal Emlg MS) por el método modificado de (Van Soest 1984).

Cuadro 1. Características fisico-químicas parcela de <i>Leucaena</i> .									
PROFUNDIDAD (cm)	ANÁLISIS FÍSICO (%)				ANÁLISIS QUÍMICO (PPM)				
	Arena	Limo	Arcilla	Textura	pH	Ca	P	K	MO
0 - 30	64,4	21,2	14,4	Fa	7,2	380	12	8	1,5

Leyenda: Fa=Franco-arcilloso; Ca=Calcio; P=Fosforo; K=Potasio; MO= materia orgánica.
FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelo, EEY, Yaritagua, estado Yaracuy. C.E. = 0,49

Animales

Un total de 24 cabras de un corral se usaron grupo experimental que fue suplementado con leucaena. El grupo control fue un lote de 18 cabras

ubicado en un corral cercano, el cual se mantuvo bajo las condiciones usuales de pastoreo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamiento aplicado a los dos grupos experimentales de cabras.		
Grupo	No. Animales	Tratamientos
A	18	Pastoreo de forraje fuera del Corral (PFC)
B	24	Suplementación leucaena + PFC

Manejo general del rebaño

Las cabras fueron ordeñadas de 6:30 a 7:30 a.m., las cuales son separadas de los cabritos a partir de las 7:00 p.m. en el mismo corral. Todos los cabritos, a partir del mes de edad, salen a pastoreo conjunto con las madres y el resto del rebaño hacia el matorral espinoso propios de las zonas áridas donde permanecen durante todo el día. El rebaño voluntariamente regresa a sus corrales alrededor de los 6:30 p.m. Estos rebaños no reciben ningún tipo de suplementación alimenticia ni sales minerales, así como tampoco reciben algún manejo sanitario.

Consumo

Al inicio del ensayo las cabras fueron sometidas a un período de 14 días de adaptación a la dieta y en los siguientes 28 días; el material ofrecido y rechazado fue pesado diariamente para la determinación del consumo de leucaena. Se ofreció un promedio de 500 g/an/d durante todo el período experimental. El material comestible cosechado (hojas verdes, tallos tiernos y vainas) se ofreció a las 6:30 p.m., en forma fresca. Este material fue colgado, desde el techo del corral, a 1 m de altura del suelo y el material rechazado fue pesado, al día siguiente, cuando los animales salían a pastorear (7:00-8:00 a.m.).

Ganancia de peso

El registro de peso se hizo mensualmente a un total de 40 cabras, desde el inicio del ensayo, por un lapso de 166 días (finales de Junio a mediados de Diciembre), para determinar las ganancias de peso. Asimismo, se hizo

simultáneamente un análisis coprológico (muestreo de heces) para descartar cualquier posibilidad de aparición de una parasitosis que pudiera alterar los resultados. Sin embargo, los datos reportados son de las cabras a las que se pudo evaluar constantemente durante todos los meses, ya que no siempre llegaban al corral todas las cabras; registrándose un total de 24 y 18 cabras con y sin leucaena, respectivamente. El control, en esta evaluación, era un corral de cabras criollas cercano, al cual no se les ofrecía leucaena a las cabras.

Producción de leche

El estudio se llevo a cabo durante un período total de 48 días. La evaluación de la producción de leche se hizo en tres etapas: 1) Previa: Cuatro días no consecutivos; dos Adaptación: Los subsiguientes catorce días continuos y tres Ensayo: Catorce días consecutivos, posterior a la adaptación. Un total de diez cabras, de igual período de lactancia, se seleccionaron aleatoriamente para registrar la producción de leche, las cuales se ordeñaron a fondo una vez al día, con separación previa del cabrito durante la noche.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Algunos investigadores (9,10) sugieren una suplementación, en rumiantes, con leucaena en las dietas no mayores del 50% para dietas basadas en gramíneas tropicales. Desde un punto de vista práctico (ganancia de peso, producción de leche), Wahyuni et al. (20) destacan que el máximo beneficio, en ganado vacuno, se obtiene cuando se incluye un mínimo de 40% en la dieta con gramíneas, aunque Hulman et al. (8) señalan que la tasa óptima de alimentación, para maximizar la ganancia en peso, con leucaena fresca y melaza, en vacunos de carne, debe incluir el 2,0% del peso vivo del animal como melaza. En el presente trabajo se desconoció tal proporción, ya que no se pudo suministrar más leucaena por razones de disposición de esta.

El consumo y el valor nutritivo de la leucaena durante el período experimental de este ensayo se muestran en el Cuadro 3; este último concuerda con los valores reportados en el trópico (3) .El consumo promedio de leucaena fue de 0,180 9 MS/an/d, aún cuando se considera

que una animal puede consumir hasta el 3- 4% de su peso vivo en cabras de la dieta total y en este caso la leucaena solo representa en promedio un 0,6% del peso vivo.

Cuadro 3. Consumo y valor nutritivo promedio de la leucaena.		
Parámetros evaluados		
Consumo g/an/día	322 (MV)	182,2 (MS)
MS (%)		56,6
PC (%)		21,9
FND (%)		45,7
FAD (%)		27,7
EM (kca EM/g MS)		1,96
Fuente: Laboratorio de Análisis del Instituto de Zootecnia del FONAIAP.		

El efecto de la suplementación con leucaena en la dieta sobre la producción láctea de las cabras pudiera favorecerse durante una época de sequía, donde la producción de forrajes es crítica. Es probable que si se hubiera presentado una sequía como habitualmente ocurre en esta zona (450 vs 605 mm) , dado que este año constituyo un año atípico, posiblemente el efecto de la suplementación de leucaena sobre la producción de leche hubiera sido mejor y significativo y la ganancia de peso hubiera sido más marcada. Sin embargo, cabe destacar que se presento una tendencia al incremento en la producción de leche ($P < 0,10$) en beneficio del productor, ya que 12,9 g/animal/d en unos 100 animales representaría 1,29Kg. de leche, lo cual abastecería a la familia del productor y mejoraría su estado nutricional e ingreso económico. Es importante destacar que los beneficios que se pueden obtener de esta suplementación de leucaena fresca cortada aunque en poca cantidad (180 g MS/animal/d) es constante y si en solo seis meses y medio se percibe una diferencia de cinco Kg. en el peso con cabras que no reciben una suplementación extra. En cuanto a la ganancia de peso, se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) entre el grupo suplementado y el control (6,0 v s 1,1 kg, respectivamente (Cuadro 4), al final de los seis meses y

medio de medición. Esto pudiera incidir en una ganancia mayor de peso de los cabritos, que no se midió en este caso, ya que existe una correlación lineal positiva entre el incremento de peso de las madres y el de los cabritos; dejando mayores beneficios económicos para el productor al vender los cabritos y/o las cabras. A su vez un mayor peso de las crías influye en su sobre vivencia y acelera el desarrollo hacia la pubertad, que en las hembras sirve para iniciarse reproductivamente más temprano con unas mejores condiciones y en los machos para su salida al mercado. En el Cuadro 4 los datos muestran una ganancia de peso significativamente mayor ($P<0,05$) en las cabras que fueron suplementadas con leucaena. Aparentemente el suplemento de 180 g MS/an/d si cubre, en parte, los requerimientos nutricionales, considerando que no hubo utilización de reservas corporales de los animales y por consiguiente ni pérdidas de peso ni caída de la producción láctea

Cuadro 4. Ganancia de peso (g/animal/día) de cabras criollas por efecto de la suplementación con <i>Leucaena leucocephala</i> .		
Tratamiento	Ganancia de Peso	kg acumulados
Sin Leucaena	6,63b	1,1
Con Leucaena	36,14a	6,0
a,b Letras diferentes en los promedios entre tratamientos son estadísticamente diferentes ($P<0,05$).		

Los beneficios de aumento de peso observados cuando los rumiantes son suplementados con leucaena concuerdan con los reportados en vacunos y en ovejas. En la engorda de bovinos, Paterson et al, no observaron ningún efecto de la leucaena sobre la ganancia de peso vivo en la estación

lluviosa, muy diferente de la respuesta encontrada por ellos en la de sequía. (Saucedo y Flores-Ramos {4} señalan beneficios en la producción de leche al suplementar la dieta con leucaena, contribuyendo a una disminución en los costos de producción. En el presente ensayo no se obtuvo diferencia significativa ($\alpha = 0,05$) en cuanto a producción de leche, entre el grupo suplementado con leucaena y el grupo control, con promedios de producción de 207,4 y 194,5 g/an/d (Cuadro 5), respectivamente. Muy posiblemente, la oferta de leucaena no fue suficiente para cubrir los requerimientos energéticos {2,5 Mcal/kg} necesarios para producir 0,5 kg de leche con 4,5% de grasa (12), a pesar de que las cabras consumieron toda la leucaena ofrecida. Suárez et al. (19) tampoco encontraron efecto significativos en la producción de leche; aunque otros autores si han encontrado, en bovinos, incrementos de hasta un 20% con respecto al concentrado cuando se suplementa en dietas con pastos.

Cuadro 5. Producción promedio de leche (g/an/día) por efecto de la suplementación con <i>Leucaena leucocephala</i> en los grupos experimentales de cabras.	
Tratamiento	Producción
Sin Leucaena	194,5
Con Leucaena	207,4

Valor nutritivo

Las diferencias más importantes se encontraron en proteína cruda (PC) obteniendo el componente estrella asociada los mayores porcentajes respecto de estrella sola, mientras que leucaena virtualmente duplicó la gramínea. Hubo marcada tendencia a declinar con el aumento de la edad de corte en los tres componentes, lo cual coincide con lo encontrado por Adejumo y Ademosum (1985). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tres componentes tanto en planta entera (H+T) como en hoja (H) y tallo (T). Dentro de gramíneas los valores más altos en H+T fueron para estrella asociada (14.48, 13.60 y 11.68%) frente a estrella

sola (11.90, 10.98 y 9.67%) a los 28, 35 y 42 días, respectivamente, como respuesta positiva de la presencia de leucaena en el sistema asociado y el aporte de nitrógeno, y de nutrientes solubles procedentes de capas más profundas del suelo. La leucaena también es utilizada como cortina rompevientos lo cual evita daños por aire al cultivo asociado a ella. Los porcentajes de proteína cruda (PC) en leucaena fueron estables para las tres edades de corte (Cuadro 1) muy superiores a los componentes estrella sola y estrella asociada. El porcentaje de proteína verdadera (PV) sobre nitrógeno no proteico (NNP) tendió a ser mayor para los componentes estrella asociado y leucaena con relación del componente estrella solo. El efecto época no fue significativo muy probablemente debido a que la precipitación durante el ensayo no marcó épocas contrastantes de lluvia y de sequía, es así como la sequía de menor precipitación (S2) fue de 68, 86 y 104 mm para las frecuencias de corte de 28, 35 y 42 días, implementando además riego artificial por gravedad. En extracto etéreo (EE) no se presentaron diferencias significativas, salvo en H y T a los 28 días, siendo los valores más altos para el componente leucaena, aunque inferiores al 5.5% reportado por Le Houerou (1980) y al 6-10% por Faría-Mármol y Morillo (1997). Los rangos de valores de estrella solo y asociado coincidieron con el 2% reportado por Faría-Mármol y Morillo (op. cit.) para gramíneas. Para fibra cruda (FC) no hubo diferencias significativas entre estrella sola y asociada con relación a leucaena para la fracción T en todas las edades, mientras que en H+T y H sí se dieron ($P < 0.05$). Con respecto de la variable cenizas no se presentaron diferencias significativas en H+T a los 42 días. Considerando el extracto libre de nitrógeno (ELN) las diferencias se dieron solamente para la fracción tallo a los 35 días entre estrella sola y leucaena.

Componentes de la pared celular

Los contenidos de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) no presentaron diferencias significativas entre los componentes estrella solo y asociado, pero sí entre éstos y leucaena. En FDN no se dieron diferencias significativas entre las especies para T a los 28 y 42 días. En el caso de FDA las diferencias no se presentaron a los 28 días para H+T y los 28 y 42 días para T Digestibilidad in situ de la Materia Seca (DISMS) y Energía Metabolizable (EM).

La DISMS no mostró diferencias significativas entre estrella solo y estrella asociado para la planta entera y las fracciones hoja y tallo en las tres frecuencias de corte estudiadas. Se observó un leve incremento a favor de estrella asociada hacia los 35 días para las fracciones evaluadas. Considerando las especies hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) a favor del componente leucaena con respecto de estrella sola y estrella asociada para la planta entera y la fracción hoja hacia los 28 días, dejando de serlo a medida que el intervalo aumentó a los 42 días.

Los valores de EM presentaron diferencias significativas entre leucaena y los componentes estrella solo y estrella asociado para la planta entera a los 28, 35 y 42 días y la fracción hoja a los 28 y 35 días; en la fracción tallo no se presentaron diferencias significativas. Teniendo en cuenta los componentes estrella solo y estrella asociado, únicamente hubo diferencia significancia ($p < 0.05$) a la edad de 42 días en la planta entera.

El uso de los resultados logrados en Cuba en el estudio del consumo de leucaena y el hábito de pastoreo, han creado las bases para la conformación de tecnologías de pastoreo, para la producción de leche y hembras en desarrollo. Se comprobó que bajos niveles de inclusión de leucaena en la dieta de pastos de gramíneas, incrementan el consumo total, favoreciendo su capacidad productiva (Ruiz, Febles, Jordán, Castillo, Zarragoitia, Díaz, Crespo y Ramírez, 1990).

Los resultados infieren que existen dos comportamientos del consumo de leucaena para los rumiantes, uno como suplemento y otro como parte de la dieta. Para ello, el forraje o el volumen de forraje de gramíneas ofrecido en la dieta debe representar más de 2.4 % del peso vivo, para poder emplear la leucaena como suplemento, ya que existe una regulación del consumo del rumiante cuando no hay déficit de gramíneas. Cuando estos valores de gramíneas son inferiores a los señalados, la leguminosa se utiliza como parte de la dieta.

Otro aspecto de especial interés, es el hábito de consumo en condiciones de pastoreo para las diferentes épocas del año. Así, la relación es de 60:40 para gramínea: leucaena en el período lluvioso y de carácter inverso para el período menos lluvioso. Como se conoce, los rumiantes ramonean,

como una forma de consumir las especies arbustivas, lo cual es similar para la leucaena, disminuyendo el consumo a medida que pasan las horas del día y aumentando la defoliación de la leguminosa a medida que incrementan los días de ocupación en las áreas con leucaena.

Otro de los estudios básicos desarrollados, fue la respuesta en la producción de leche y su composición. A medida que incrementa el consumo de leucaena, se demostró que no se producen aumentos por encima de los 10 litros de leche/vaca/día, aunque los niveles de consumo sobrepasen 50 % de la dieta y la calidad de la leche no sufre variación en ST, % PB, % grasa. No obstante, incrementó el nivel de nitrógeno amoniacal en la leche, lo cual refleja la necesidad de suplir con energía dicho sistema para lograr una mayor productividad individual.

Los pastos naturales utilizados en el trabajo a pesar de tener un porcentaje de proteína bruta por encima de 9 no suple los requerimientos de las ovejas en la etapa de lactación, los cuales oscilan entre 143 y 176 kg. Teniendo en cuenta pesos vivos de 31 a 37 kg. En las mismas en el momento del parto y en el inicio de la lactación. Estos valores alcanzados en proteína bruta pueden atribuirse a la asociación de tejana, jiribilla más leguminosa corroborando lo planteado por observaciones; valores medios superiores al 13 % en dicha asociación indicados por. (Paretas y Valdés, 1994)

La *Leucaena leucocephala* muestra valores de proteína bruta altos, características de las leguminosa. En estudios realizados por Palma, (1995) y Román, (1997) reportan valores de 32 y 25 % respectivamente en el primer caso superiores y en el segundo inferiores a los obtenidos en nuestro trabajo. Nuestros resultados son superiores también a los reportados por Cáceres y González, (1996) de 22.8 y 23.4%.

Los resultados muestran la efectividad de la suplementación con leguminosa en esta etapa crítica del ciclo reproductivo de la oveja para su continuidad reproductiva. Se concluye que las ovejas de los tratamientos I y II presentan mejores condiciones energéticas y proteicas para enfrentar la lactación.

Una dieta balanceada que satisfaga los requerimientos nutritivos de los animales resulta un factor positivo en su composición sanguínea así lo reflejan nuestros resultados corroborando el planteamiento de Ruiz, Lidia, (1998). Los rangos referidos en cada uno de los indicadores estudiados fueron reportados por Kulanchenko y Krastocherskaia, (1986); Yagos, (1987); Urzula y Sokol, (1987) y Desco et al, (1989).

Los resultados alcanzados en el indicador hemoglobina son inferiores a los referidos por Alonso, et al, (1997) de 107.94 g/L.

La glucosa como reflejo del estado energético muestra un mejor comportamiento en el tratamiento I lo que se atribuye al efecto de la dieta, las ovejas no necesitan tomar sus reservas energéticas para la lactación los resultados alcanzados son semejantes a los de Landan, et al, (1996).

Las proteínas totales, reflejan mejor el estado proteico en el tratamiento I los resultados alcanzados son superiores a los referidos por Figueredo, Lisbey (2000) de 70.9 g/L, a los 30 d de lactación, y a los de Fonseca, (2000) de 73 g/L a los 60d de lactancia.

La albúmina refleja con mayor exactitud el estado proteico de las ovejas, así observamos en el tratamiento I, resultados superiores a los citados por los autores anteriores de 24 y 25.5 g/L a los 60 días de lactación en ovejas de la misma raza.

Que los indicadores bioquímicos estudiados se encuentren dentro del rango fisiológico establecido para la especie, en los tratamientos de mayor nivel de suplementación, permite corroborar el criterio de que la etapa de mayor demanda de las reproductoras es el inicio de la lactación, pues de ahí depende de que pueda enfrentar otros ciclos reproductivos. Se concluye además que es posible garantizar estas necesidades con recursos naturales, tales como leguminosas y entre ellas la *Leucaena*, que permite además crear condiciones óptimas en el suelo contribuyendo a mantener el ecosistema.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la composición química de los alimentos utilizados como suplemento vegetal durante todo el período

experimental que se corresponde con la época de seca. Los valores mostrados evidencian las bondades de la leucaena en cuanto a su porcentaje de proteína bruta, calcio y fósforo.

Tabla 1. Composición química del pasto y la leucaena

Fecha de Muestreo	Alimento	Bromatología (%)					
		MS	Cz	PB	FB	Ca	P
6/10/99	Pasto	40	12.74	9.50	25.92	0.45	0.19
	Leucaena	32	8.81	24.74	18.84	1.86	0.17
6/11/99	Pasto	38	12.33	9.00	30.51	0.38	0.10
	Leucaena	31	8.39	27.88	17.68	1.58	0.18
6/12/99	Pasto	40	14.91	9.40	29.75	0.52	0.05
	Leucaena	33	9.58	24.75	16.95	2.23	0.16

En la tabla 4 se indica el comportamiento de la hemoglobina y del indicador de nivel energético de glucosa.

Tabla 4. Concentraciones de hemoglobina y glucosa.

Indicadores y controles	Consumo de Leucaena, kg/d				
	1.50	1.25	1.00	0.0	ES
Hb g/L					
Parto	98.0 ^a	95.0 ^{ab}	88.6 ^b	75.6 ^c	2.29
30 d Lact.	93.6 ^a	84.6 ^b	82.0 ^b	73.2 ^c	2.07
60 d Lact.	90.4 ^a	82.8 ^b	79.6 ^{bc}	74.8 ^c	1.69
GL. Mmol/L					
Parto	2.92 ^a	2.38 ^b	2.28 ^b	1.82 ^c	0.08
30 d Lact.	2.84 ^a	2.28 ^b	2.24 ^{bc}	1.90 ^c	0.08
60 d Lact.	3.08 ^a	2.78 ^{ab}	2.52 ^b	1.90 ^c	0.11

Superíndices diferentes en la misma fila difieren para $P < 0.05$

La glucosa se mantiene también dentro del rango fisiológico establecido para la especie de 2.2 a 3.3 mmol/L en los tratamientos suplementados con *Leucaena*.

CONCLUSIONES

- La leucaena incorporada aumento la materia orgánica a una profundidad entre 0 a 20cm., del suelo y es una buena protectora del suelo evitando la proliferación de malezas.
- Porcentajes de proteína verdadera (PV) sobre nitrógeno no proteico (NNP) del total de proteína cruda (PC) tendieron a ser mayores en los componentes estrella asociado y leucaena en relación con el componente estrella solo.
- Los valores de Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) crecieron al incrementar la edad de corte de 28 a 35 días para los tres elementos, no así de los 35 a 42 días. Por el contrario, la digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS) disminuyó con la edad.
- En Energía Metabolizable (EM), el componente estrella solo proyectó los porcentajes más bajos en forma de MS por t/ha/año por consiguiente fue inferior.
- En la unidad pasto estrella asociado, el tallo fue de mayor calidad nutritiva en relación con el componente estrella solo.
- Con la leucaena se logran mayores ganancias de peso en las cabras aún cuando ésta sea ofrecida en cantidad mínimas como 180 g MS/an/d.
- La complementación evaluada a nivel de predio del productor, puede ser adoptada como práctica de manejo alimenticio en el rebaño, permitiendo a las cabras en producción mayores ganancias de peso y por ende, mejores pesos al parto que redundan en beneficio de la cría y del productor.
- Los resultados encontrados afirman la hipótesis de que la arborización con leguminosas, fundamentalmente *L. leucocephala*, de agroecosistemas basados en el uso de pastos y otras fuentes forrajeras como componentes básicos y mayoritarios de la dieta, constituyen una alternativa válida para mejorar el desempeño bio-productivo de vacas lecheras mestizas Holstein-Cebú. Estos resultados son todavía inferiores al potencial genético de estos cruces y, a su vez, son dependientes de las condiciones edáficas, características del estrato herbáceo y densidad de siembra del componente arbóreo.

LITERATURA CITADA

Alonso, A.J; R de Teresa; M. García; J.R. González and M. Vallejo. 1997. The effect of age and reproductive status on serum and blood parameters in Merino Breed sheep. *J. Vet. Med. A* 44, 223-231.

Anónimo. 1984. *Leucaena: Promising Forrage and tree Crop for the Tropics*. N. A. S. Segunda edición. 115 p. Washington, D. C.

Ara, M. A., M. De La Torre, y C. Reyes. 1998. Investigación en IVITA-Pucallpa. En Taller Internacional sobre actividades de TROPILECHE. 24-26 de Febrero de 1998. Atenas, Costa Rica con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales 13(3):2-10.

Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. AOAC, Virginia, 56p, 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL (AOAC) .*Official methods of analysis* 12th ed. Washington, D.C. 1975. CHEMIST

Baltazar, S. G. 1991. *Resistencia a las Bajas Temperaturas de Plantas de Leucaena spp. Bajo Condiciones de Laboratorio. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 82 p. México.*

Barreto, L. *Leucaena leucocephala*. FONAIAP Divulga 29:7-9. 1988.

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

Bidwell. R. G. S. 1979. *Fisiología vegetal*. AGT editor. Pp 409-460. México, D. F.

Brewbaker, J. L. 1983. *Systematic, Self Incompatibility, Breeding, Systems and Genetics Improvement of Leucaena spp. In Leucaena Research in the Asian-Pacific Region: Proceeding of a Workshop Held in*

Singapore. 23 - 26 November 1982. IDRC. 192 p. Ottawa, Ontario, Canadá.

Brewbaker, J. L. 1984. Revision of the Genus *Leucaena* (Mimosoideae Leguminisae). 5th edition. Meeting International in "Allertonia". 23 p. Ontario, Canadá.

Cáceres, O.; E. González y P. Delgado. 1996. [Evaluación](#) de pastos y forrajes y subproductos para los ovinos en [Cuba](#). X [Seminario](#) Científico de pastos y forrajes. EEPF. Indio Hatuey. Resúmenes pp-110-111.

Camacho, M., F. González y M. E. López. 1991. Ruptura de la dormancia de semillas y crecimiento en vivero de Chapulixtle y de dos Huisaches. Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las plantas útiles de desierto. SARH-INIFAP-UAAAN. México.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1986. Silvicultura de Especies Promisoras para Producción de Leña en América Central. Informe Técnico No. 86. 228 p. Turrialba, Costa Rica.

Castillo, E.; Ruiz, T.E. y Febles, G. 1998. Rev. Asoc. Cubana Prod. Animal (en prensa).

Chongo, B.; La O, O.; Castillo, E.; Cabezas, L. y Obregón, Y. 1995. XXX Aniversario Inst. Ciencia Animal, La Habana, Cuba.7

Crespo, G. y Curbelo, F. (1991). Relación entre factores nutricionales del suelo y el crecimiento de leucaena (*Leucaena leucocephala*) (Lam) de wit. Rev. cubana Cienc. agríc. 25:89.

Copeland, I. O. y M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2nd. Edition. Burges Publishing. Minneapolis, Minnesota. USA.

Delgado, D.; Galindo, J.; Chongo, B.; Geerken, C. Y Curbelo, T. 1996. Rev. cubana Cienc. agríc. 30:283

Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F [test](#). Biometrics. 11:1

Eguiarte, V. J. y C. Rodríguez. 1985. Producción de Forrajes. Memorias del tercer día del ganadero del CEP "Clavellinas". INIP-SARH-UGRT-Gobierno del Estado de Jalisco. 69 p. México.

Eguiarte, V. J., J. Betancourt e I. Herrera. 1986. Potencial Forrajero de la *Leucaena leucocephala* en el Trópico Seco. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Jalisco, Campo Experimental "Gilberto Flores Muñoz", Nayarit. 21 p. México.

Esquivel, S. C. 1965. Factores que Afecta la Nodulación de las Leguminosas en los Trópicos. 268 p. Turrialba, Costa Rica.

Faría-Mármol, J.; Morillo, D. *Leucaena*: Cultivo y utilización en la ganadería bovina tropical. Asto Data, Maracaibo, 152p, 1997. Febles, G.; Ruiz, T.E. y Simón, L. 1995. Inst. Ciencia Animal, Seminario Científico Internacional, La Habana, Cuba. Conferencia.

Febles, G. y Ruiz, T.E. (1987). Semillas. En: *Leucaena*; una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. EDICA. Cuba. 31.

Febles, G.; Ruiz, T.E. y Simón, L. (1995). Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. Conferencia. Seminario Científico Internacional. XXX Aniv. Inst. Cienc. Animal, La Habana. Cuba. 55.

Figueredo, Lisbey. 2000. Efecto de la suplementación con *Leucaena leucocephala* en la oveja Pelibuey lactante. [Tesis](#) de Maestría. UDG. [Cuba](#).

Flores -ramos, J.F. *Leucaena leucocephala* para la producción de leche. Efecto de la suplementación con *Leucaena* en vacas pastoreando. *Prod. Anim. Trop.*, 4:53-58. 1979.

Foroughbakhch, P. y M. Hauad. 1989. Potencial Forrajera de tres Especies de *Leucaena* en el Norte de México: Respuesta a Diferentes Esparcimientos. Reporte Científico No. 12. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares Nuevo León. 31 p. México.

Fonseca, J. Y. 2000. Efecto del nivel de suplementación con leucaena leucocephala a reproductoras ovinas de la raza Pelibuey sobre su continuidad reproductiva y el crecimiento de las crías. [Tesis](#) de Maestría. UDG. Cuba.

Galindo, J.; Geerken, C.; Elías, A.; Aranda, N.; Piedra, R.; Chongo, B.; Delgado, D.; Aldama, A. y Marrero, Y. 1995. XXX Aniv. Inst. Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 14.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª Edición. Instituto de geografía. UNAM. Pp 46-52. México.

García de h., m., c. Sánchez, j. colmenares y e. Beltrán. Suplementación a pastoreo de *Leucaena leucocephala* en vacas mestizas de doble propósito en el Valle de Aroa, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 12(2) ;205-224. 1994. .

Hernández, D.; Carballo, M. y Reyes, F. (1995). Sistema silvopastoril mutiasociado: Una alternativa para la producción de leche y carne en Cuba. Ed. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.

HILL, G.D. *Leucaena leucocephala* for pastures in the tropics. *Herbage Abstracts*, 41(2) :111-119. 1971.

Hill, G. (1970). Studies on the growth of *Leucaena leucocephala*. 1. Effect of clean weeding and nitrogen fertilizer on early establishment. *Papua and New Guinea Ag. J.* 22:69.

Hughes, C. (1998). *Leucaena*. Manual de recursos genéticos. Univ. of Oxford. England.

Humphreys, L. R. 1978. Tropical pastures and fodder crops. Department Agriculture University of Queensland. Pp 57-77. Australia.

INIFAP. 1986. Actualización sobre Producción de Forrajes en la Costa del Pacífico. Campo Experimental Pecuario "El Macho", Tecuala, Nayarit. 39 p. México.

Jiménez, M. A. 1984. Escarificación, inoculación y peletizado de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto de Zootecnia. Pp 1-21. México.

Johnston, M.E. y R.L. Harty. 1981. Resource of the germination committee working group and tropical and subtropical seed. *Seed Science and Technology*. International Seed Testing Association (ISTA). Nineteenth International Seed Testing Congress. 9:136-140. The Netherlands.

Jones, r.b.; wendt, j.w.; bunderson, w. *Leucaena* + maize alley cropping in Malawi. Part 1; Effects of N, P, and leaf application on maize yields and soil properties. *Agroforestry Systems* 33; 281-294, 1996, Separata 127/98.

Jones, R.J. El valor de la *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en el tropico. *Rev. Mundial de Zootecnia*. Vol. 31:13-23. 1979.

Jordán, H.; Traba, J.; Ruiz, T.E. y Febles, G. (1998). Utilización de las leguminosas para cubrir el déficit de biomasa en la seca para vacas Holstein en pastoreo. III Taller Internacional Silvopastoril. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. Pág. 230.

Jordán, H. 1995. XXX Aniversario Inst. Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Conferencia.

Jones, R.J.; Jones, R.M. y Cooksley, D.G. (1982). *Agronomy of Leucaena leucocephala*. CSIRO. Div. of Trop. Crops and Pastures. Ing. Serv. Sheet No. 41.

Khan, A. A. 1977. The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. The Servier/North Holland Biomedical press. Pp 30-50. Holland.

Kluthcouski, J. *Leucaena*: Alternativas para a pequena e media agricultura. EMBRAPA-CNPAF. 1980. Circular Técnica N° 6

Kulachevko, S.P; krastosherskaia, E.S. 1986. [Empleo](#) de las unidades del [Sistema](#) Internacional para expresar las magnitudes de los indicadores bioquímicos de la sangre. *Vet (URSS)* (11) 71-73.

La O, O.; Chongo, B.; Scull, I.; Ruiz, T.E.; Fortes, D. Y Mirabal, M. 1995. XXX Aniv. Inst. Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 33

Lamela, L. (1989). Empleo de la leguminosa en sistemas de producción de leche. Informe final EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

Lazo, J.; Ruiz, T.E.; Febles, G. y Díaz, H. 1995. XXX Aniv. Inst. Ciencia Animal, Cuba 28.

Lascano, C. E. y P. Avila. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales 13(3):2- 10.

Lascano, C. E., P. Avila, G. Ramírez, y M. C. Amézquita. 1997. Fuentes de variación en la producción y composición de la leche de vacas en un sistema de pastoreo secuencial. p. 3-14. En C. E. Lascano y F. Holman (ed.) Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Consorcio TROPILECHE. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Lascano, C., J. C. Rodríguez, y P. Avila. 1990. Niveles de urea en la leche como un indicativo del consumo de leguminosas tropicales por animales en pastoreo. Pasturas Tropicales 12(3):38-40.

Lesleighter, L.C. y Shelton, H. (1986). Adoption of the shrub legume *Leucaena leucocephala* in central and central Southeast Qld. *Trop. Grassland.* 20:97.

López, M. (1987). Simbiosis Rizobio-Leucaena: Inoculación. En: *Leucaena, una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico*. EDICA. Cuba. 43.

Martínez J., E.; Vergara G, C. Comportamiento del pasto alemán *Echinochloa polystachia* (H.B.K. Hitch) en dos suelos de una región central del valle geográfico del río Cauca. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 120p. 1974.

Mayer, A. M. y Poljakoff-Mayber. 1975. *The germination of seed*. 3rd Edition. Pergamon Press, Oxford. Pp 46-65. London.

MINAGRI -Ministerio de la Agricultura de Cuba- (1998) *Estrategia para el desarrollo de la genética vacuna*. Dirección de Genética, La Habana, Cuba. 35 p.

Michelsen, H. 1990. *Análisis del desarrollo de la producción de leche en la Amazonía en el caso de Caqueta-Colombia*. Documento de trabajo 60 CIAT-Cali.

Morales, V. M., P. H. Graham y R. Cavallo. 1973. *Influence of Inoculation Method and Limng of the Soil at Carimagua on the Nodulation of Legumes*. 87 p. Turrialba, Costa Rica.

Morris, W. 1975. *The heritage illustrated dictionary of the English Language*. Mc Graw Editor. New York, USA.

Moe, P.W. y Tyrrell, H. F. 1975. *Efficiency of conversion of digested energy to milk*. *Journal of Dairy Science* 58 (4):602-610.

National Academy of Science (N.A.S.). 1977. *Leucaena: Promising Forage and Tree Crop for the Tropics*. 115 p. Washington, D. C.

National Academy of Sciences. *Leucaena. Promising forage and tree crop for the tropics*. 32 pp. 1977.

National Research Council (NRC) .Nutrient requeriment of dairy cattle. 6th. Ed. National Academy Press. Washington D.C., USA. 1988.

Narváz V., N. Caracterización nutritiva de Especies Arbóreas con Potencial Forrajero en Colombia. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 2.000.

Nelson, J., A. Jenkins y G.C. Sharples. 1984. Soaking and other seed pretreatment effects on germination and emergence if sugarbeets at high temperatures. *Journal of Seed Technology*. 9(1):79-86. USA.

Oakes, A. J. 1984. Scarification and germination of seeds of *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit, *Tropical Agriculture*. 2:4. USA.

Oakes, A. J. 1986. *Leucaena leucocephala*: Description, Culture, Utilization. 114 p. New Delhi, India.

Palma, J.M. Delgado, C; Rodríguez, Ay Aguirre, M. 1995.Composición química y digestibilidad de tres leguminosas arbóreas. *Memorias del Primer Simposium Estatal de Ciencia y Tecnología*. Colima. México. pp.6.

Paretas, J:J y Valdés, L.R. 1994. Leguminosas nativas, un recurso disponible aún por conocer y explotar en las áreas ganaderas de Cuba. *ACPA* (1) : 23-26.

Paterson, R.t., G. Samur y G. Sauma. *Leucaena leucocephala* para la complementación de pastos existentes. *Prod. Anim. Trop.*, 7:9-14. 1982

Pérez, G. Z. 1979. *Leucaena*, Leguminosa Tropical Mexicana. Uso Potencial. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo. 98 p. México.

Pezo D (1994) Interacciones suelo-planta-animal en sistemas de producción animal basados en el uso de pasturas. Algunas experiencias en el trópico húmedo. En: Clavero T (ed) IV Jornadas de Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Maracaibo, Venezuela. pp 113-140.

Pound, B.; Martínez, C. *Leucaena*: su cultivo y utilización. Overseas development administration London. 289 p. 1985.

Quero, C. A., V. J. Eguiarte y C. F. Carrete. 1986. Medición de la germinación en tres variedades de *Leucaena* en el norte de Nayarit. Reunión anual de investigación pecuaria en México. INIFAP-SARH. 50 p. México.

Ramírez, H. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. En: Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV, Cali, 1997.

Ramírez, A., E. Salazar y J. I. Roa. 1988. Técnicas de multiplicación por semilla de especies forrajeras. Programa de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 40 p. Cali, Colombia.

Ramos, A. N. y C. Romero. 1986. Efecto del almacenamiento y escarificación en la germinación del pasto *Brachiaria decumbens*. Programa de fisiología vegetal. Instituto Colombiano Agropecuario. Pp 66-81. Colombia.

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

Robles, A. C. 1990. *Leucaena*: Árbol de Uso Múltiple (Estudio de Caso en el Oriente del Estado de Morelos). Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Chapingo. 98 p. México.

Román, L. 1997. Determinación de altura inicial al pastoreo de *Leucaena Leucocephala* en un [banco](#) de proteínas para ovinos. Tesis Maestría. PLCO-FMVZ.V.de Colima.

Rojas, G. M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2da. Edición. Mc Graw Hill. Pp 186-190. México, D. F.

Romero, F. y J. Gonzalez. 1998. Produciendo más leche mediante pasturas asociadas con *Arachis Pintoi*. p. 1-2. En Hoja informativa Consorcio

TROPILECHE. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Ruiz, O. Lidia. 1998. [Evaluación](#) de algunos indicadores de [salud](#) de cerdo en ceba alimentados con Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) fresco o ensilado. Tesis de Maestría. UDG. Cuba. Ruiz, T.E.; Febles, G.; Cobarrubias, O.; Diaz, L.E. y Bernal, G. 1986. Rev. Cubana Cienc. Agric. 22:201

Ruiz, T.E.; Febles, G. 1987. Leucaena: Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. EDICA. La Habana, Cuba.

Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H. y Castillo, E. 1994. Trópico 94. Colima, México. Conf. Magistral.

Ruiz, T.E.; Febles, G.; Díaz, H.; Hernández, L. y Díaz, L.E. 1994. Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera. Taller Internacional. E.E.P.F. Indio Hatuey. Cuba.

Ruiz, T.E.; Jordán, H.; Corbea, L.A.; Valencia, A.; Galina, M.A.; Palma, J.M.; Olea, F.; Fernández, R.; Pérez - Guerrero, J. y Ruiz, J. 1995. XXX Aniv. Inst. Ciencia Animal. Habana. Cuba. Conferencia.

Ruiz, T.E.; Febles, G.; Díaz, H.; Hernández, L. y Pereiro, M. 1997. III Enc. Nac. Agric. Orgánica. V. Clara. Cuba.

Ruiz TE, Febles G, Jordán H, Castillo E y Funes F (1995) Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico. Resúmenes Seminario Científico Internacional XXX Aniversario del ICA. La Habana, Cuba. p 75.

Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E.; Zarragoitia L.; Díaz, J.; Crespo, G. y Ramírez, R. (1990). Tecnologías de explotación de bancos de proteína de leucaena para hembras en desarrollo y producción de leche y carne. XXV Aniversario Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. Pág. 186.

Sánchez, A. R., F. Carrete, J. Eguiarte y A. Quero. 1985. Comparación de Cuatro Alturas de Corte en la Producción de Forraje de *Leucaena* en el Trópico Seco. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria. INIP-SARH-UNAM. 147 p. México.

Sanchez, C. Informe anual de gestión.FONAIAP. Lara, Barquisimeto, Venezuela. 163 pp .1995.

Shultze-Kraft, R. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. En: Toledo, J.M. de Manual para la Evaluación Agronómica, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Ciat, Cali, Colombia, pp 91-110. 1982.

Stobbs, T. H. 1976. Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. p. 129-146. En Seminario Internacional de Ganadería Tropical. FIRA. Acapulco, México.

Tran, V. N. y A. K. Cavanagh. 1984. Structural aspects of dormancy. *Seed Physiology. Volume 2. David R. Murray Editor. Academic press. Pp 1-75. New South, Wales.*

Villiers, T. A. 1975. Dormancy and the survival of plants. *The Institute of Biology. Núm. 57. Printed in Great Britain by Butler and Tamner Ltd. Pp 1-68. Rome and London.*

Vora, S. R. 1989. Seed germination characteristics of selected native plants of the lower Rio Grande Valley, Texas. *Journal of Range Management. 42(1):36-40. USA.*

Whiteman, P. C. y K. Mendra. 1982. Effects of storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. *Seed Science and Technology. 10:233-242. The Netherlands.*

<http://www.monografias.com/trabajos15/suplementacion-con-leucaena/suplementacion-con-leucaena.shtml>

<http://www.congresobta.unam.mx/PVA04.htm>

http://www.sinab.unal.edu.co/revistas/index.php/acta_agronomica/article/view/123/260

http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0019/tecnologia_conservacion_fertilidad.htm

<http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/JordanH.htm>

<http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/RuizTE2.htm>

<http://www.fao.org/AG/aGa/agap/FRG/AGROFOR1/ICA19.TXT>

<http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/JordanH.htm>

<http://www.ceniap.gov.ve/ztweb/zt1601/texto/caprinos.htm>

<http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/3/Evaluaci%C2%A2n%20Nutricional%20de%20Leguminosas%20Tropicales.pdf>