

**Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”  
Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”**

**EFFECTO DEL MARCO DE SIEMBRA DE LEUCAENA  
LEUCOCEPHALA EN EL COMPORTAMIENTO  
AGRONOMICO DE UNA ASOCIACION**

Autora: *Ing. Ana Mercedes Vega Albi*

Tutor: *Dr. Luis Lamela López*

**Tesis presentada en opción al Título de  
Master en Pastos y Forrajes**

2002

*Por eso vengo a Ti, oh Madre, porque dentro de mí camina  
un niño inseguro. Pero junto a Ti me siento fuerte y  
confiada. Sólo el pensar que tengo una madre como tú,  
me da ánimo. Me siento apoyada en tu brazo y guiada  
por tu mano. De esta manera puedo, con tranquilidad,  
retomar el camino.*

IGNACIO LARRAÑAGA

## **DEDICATORIA**

A quienes me dieron la vida, Mami y Papi.

A los que me enseñaron mis primeros pasos, Mimi y Toto.

A quien ha unido a mi familia, Mama Adela.

A mi hermana Mary, que siempre con su apoyo me enseña a vencer.

A quien amo en lo más profundo de mi corazón, mi hermano Manuel.

A mi hermanito José, que aunque físicamente no se encuentre, yo no lo olvido.

A mis pequeños tesoros, Alex y Javier, tan necesarios para mí

**LOS ADORO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme su amor, su confianza y sobre todas las cosas, la esperanza.

Agradecer de manera especial a mi tutor Dr. Luis Lamela López, por guiarme en mi vida profesional y personal por el camino correcto, dedicando de su poco tiempo a darme su plena sabiduría e incondicional apoyo.

A la Sra . Josefa Blanco Quiñones, por ocupar en mí corazón el lugar de mi lejana Madre.

A la Dra. . Alina Rodríguez Becil, por ser la amiga insustituible de toda la vida.

Al Ing. .Pedro Martín Vázquez Estrada, director de mi Empresa y exprofesor universitario, porque sin su apoyo no hubiera podido llegar hasta aquí.

A los trabajadores de la UEB de Reproducción, lugar donde se desarrolló esta tesis: Efrén, Mayelín y Antonio, quienes me brindaron su valiosa ayuda. Especialmente al Dr. Prudencio Peña Rodríguez, que desde el principio me brindó toda su experiencia.

A mis subordinados agrotecnistas de la UEB que estuvieron a mi lado en la toma de datos.

A mis incondicionales amigos y colaboradores Lic. Iván Lenin Montejo Sierra y Dr. Raúl López Sánchez.

A todos los trabajadores de mi Empresa por darme la oportunidad de realizar esta Maestría.

A los trabajadores e investigadores de la EEPF “Indio Hatuey”, que me acogieron con cariño y me educaron en el amor a los pastos. Especialmente quiero agradecer a la Ing. Carmen Fung por tenerme como a una hija, a Lupe mi fiel consejera, a los compañeros del Dpto. de Servicios Lucía y Mirtha (Jubiladas) a Maricel, Deysi, Odalys, Laudelina, Olga, Damaris y Carlos, así como a Manolito (transporte).

A quienes me acompañan en mi soledad, Dignora, Eliannis y Zunilda.

Al Laboratorio Provincial de Suelos de Granma que realizaron los análisis de laboratorio en especial a la Ing. Isabel Moreno por su preocupación en todo momento.

A las compañeras de la Biblioteca de esta institución por su ayuda en la revisión bibliográfica, de forma especial a la Lic. Alicia Ojeda por dedicar de su escaso tiempo a la revisión de la tesis.

A todos mis profesores que desde pequeña que me enseñaron el camino de la sabiduría, especialmente al Lic. Rolando Vásquez.

A los compañeros Ivo Juan Oliva y Dr. Raúl González en la toma de las fotografías.

A las hermanas de la casa de encuentro por darme todo su amor, así como al padre Rafelito.

Al compañero Luis Angel Guerra, por facilitarme los datos meteorológicos.

A mi pueblo, a mi tierra, a mi Patria y a Fidel.

Les estoy eternamente agradecida

## Síntesis

Con el objetivo de evaluar el efecto del marco de siembra de *Leucaena* en el comportamiento agronómico de la asociación entre esta leguminosa y las gramíneas existentes en el pastizal en un experimento en la Empresa Genética “Manuel Fajardo”, ubicada en el municipio de Jiguaní, de la provincia Granma, Cuba. Para este propósito se utilizó un área 3 ha de un suelo pardo con carbonato sobre el cual se distribuyó en un diseño totalmente aleatorizado con tres replicas por tratamientos. Los marcos de siembra utilizados fueron (A) Control (pasto mejorado sin árboles) y tres distancia de siembra de la *Leucaena leucocephala* cv. Perú (B) 3\*5, (C) 1\*5 y (D) chorrillo. La preparación de suelo consistió en cuatro labores: rotura, dos labores de grada (408 kg) y una grada ligera, posteriormente se surco el área con bueyes para efectuar la siembra de forma manual. La distancia entre los surcos de *Leucaena* fue de 5 metros para todos los tratamientos. El experimento contempló la duración del establecimiento de la leguminosa y su evaluación bajo pastoreo simulado durante un año después de haber concluido este. Los resultados del establecimiento mostraron que la rehabilitación del pasto mejorado permitió un 80 % de área cubierta donde el pasto estrella fue la especie que predominó con más de un 70 % en el tratamiento control y un 50 % en los marcos 3\*5 y 1\*5, el tratamiento con menos representación de esa gramínea fue a chorrillo, que solo alcanzó el 25 %. El tratamiento que presentó mayor despoblación durante el establecimiento fue el control que demoró más de 6 meses en cubrir toda su área. Al concluir el establecimiento la población de arbórea fue de 3 300, 8 000 y 14 000 plantas/ha para las distancias 3\*5, 1\*5 y chorrillo, respectivamente. La altura de la *Leucaena* difirió entre los marcos de siembra en los meses de marzo y mayo ( $P<0,01$ ), no así en el mes de noviembre, momento que esta planta alcanzó los 2 metros de alturas en todas las variantes estudiadas. La dinámica del crecimiento del tronco mostró que no hubo efecto del tratamiento en el diámetro del tronco durante el establecimiento, pero sí en la etapa de evaluación con animales ( $P<0,01$ ) bajo pastoreo simulado, donde se alcanzaron los mayores valores en el marco de siembra de 3\*5. El contenido de proteína de la gramínea asociada a la leucaena fue 1 a 1,7 unidades superiores al pasto estrella sin asociar. La disponibilidad de MS de gramínea no difirió en la seca, pero sí en la lluvia ( $P<0,01$ ) a favor del tratamiento de 3\*5 (2,5 t MS/ha), los restantes tratamientos no difirieron entre sí (2,0 t MS/ha), sin embargo existió efecto en ambas épocas del año para la disponibilidad total de MS, donde los mejores resultados se hallaron en la seca en el tratamiento a chorrillo (3,0 t/ha y en la lluvia en el de 3\*5 (3.5 t/ha). Al realizar una poda en todos los tratamientos al concluir el experimento se encontró que los mayores valores en gramos/planta se observaron en el marco de siembra de 3\*5 (153,6 g), los cuales fueron superiores ( $P<0,01$ ) a la distancia de 1\*5 metros (72,6 g) y a chorrillo (49,6). Los resultados sugieren que el mejor marco de siembra fue 3\*5 por su menor costo en el establecimiento (245 pesos/ha) la mayor disponibilidad total de MS (2,5-3,0 t/ha) y alta persistencia del pasto estrella (80 %) y de la población de leucaena (95 %).

## Tabla de contenido

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I. Revisión Bibliográfica .....	2
1. Generalidades de la ganadería y la producción de pastos y forrajes .....	2
2. Importancia de los sistemas silvopastoriles para la ganadería cubana.....	4
3. Descripción de las especies <i>Leucaena leucocephala</i> y <i>C. nlemfuensis</i> .....	5
3.1 Consideraciones generales sobre la <i>Leucaena</i> .....	5
3.1.1 Origen, distribución y taxonomía del género .....	5
3.1.2 Variedades .....	5
3.1.3 Producción y calidad de la semilla .....	6
3.1.4 Siembra y establecimiento.....	6
3.1.5 Valor nutritivo .....	8
3.1.6 Factores antinutricionales .....	10
3.1.7 Taninos .....	10
3.1.8 Mimosina.....	11
3.1.9 Plagas y enfermedades .....	11
3.2 <i>Cynodon nlemfuensis</i> .....	12
3.2.1 Condiciones edafoclimáticas de la especie .....	13
3.2.2 Preparación del suelo y siembra.....	13
3.2.3 Plagas que dañan el follaje.....	13
3.2.4 Explotación para la producción de carne.....	14
4. Sistema silvopastoriles para la producción de carne.....	14
4.1 Cercas vivas.....	16
4.2 Bancos de proteínas .....	17
4.3 Asociaciones de árboles con pastos .....	18
5. Interacción de suelo-planta-animal en los Sistemas Silvopastoriles (SSP) .....	19
Capítulo II. Metodología Experimental.....	21
Capítulo III. Resultados Experimentales .....	24
3.1 Etapa de establecimiento.....	24
3.2 Etapa de evaluación con animales bajo pastoreo simulado.....	28
Capítulo IV. Discusión.....	34
Conclusiones .....	38
Recomendaciones .....	39
Bibliografía .....	40
Anexos .....	47

**Índice de tablas**

Tabla 1. Adaptación de algunas gramíneas y leguminosas tropicales en función de la pluviosidad anual (mm). ..2	
Tabla 2. Rendimiento de pastos tropicales bajo diferentes condiciones ambientales (32 localidades de Cuba). Tomado de Corbea et al (1996). ....3	
Tabla 3. Profundidad de siembra (cm) recomendada para leucaena. ....7	
Tabla 4. Cantidad de semilla recomendada para la siembra de la Leucaena. ....7	
Tabla 5. Calidad nutritiva de tres especies del género Leucaena. ....8	
Tabla 6. Composición química del follaje de L. leucocephala comparado con el de Medicago sativa. ....8	
Tabla 7. Composición comparativa de alfalfa y L. leucocephala. ....9	
Tabla 8. Factores antinutricionales en las hojas de árboles y arbustos empleados como alimento en la ganadería.....10	
Tabla 9. Caracterización química del suelo. ....21	
Tabla 10. Población de Leucaena durante la fase de establecimiento. ....26	
Tabla 11. Total de gastos en el establecimiento. ....27	
Tabla 12. Producción de materia seca comestible de Leucaena leucocephala. ....30	

**Índice de figuras**

Fig. 1. Efecto de la fertilización nitrogenada y el riego en la capacidad de carga. ....3	
Fig. 3. Área cubierta por el pasto mejorado durante la etapa de establecimiento. ....24	
Fig. 4. Áreas cubierta de malas hierbas. ....25	
Fig. 5. Área despoblada.....25	
Fig. 6. Altura del estrato herbáceo .....25	
Fig. 7. Altura de la Leucaena.....26	
Fig. 8. Diámetro del tronco durante el establecimiento. ....27	
Fig. 9. Ancho de copa durante el establecimiento. ....27	
Fig. 10 Contenido de PB del pasto estrella y leucaena.....28	
Fig. 11. Contenido de calcio fósforo del pasto estrella y la leucaena. ....28	
Fig. 12. Disponibilidad de gramínea. ....29	
Fig. 13. Disponibilidad de la leucaena. ....29	
Fig. 14. Disponibilidad de MS.....30	
Fig. 15 Altura del estrato herbáceo. ....30	
Fig. 16. Altura de la leucaena.....31	
Fig. 17. Diámetro del tronco. ....31	
Fig. 18. Ancho de copa.....32	
Fig. 19. Área cubierta por el pasto estrella.....32	
Fig. 20. Población de leucaena. ....33	

## **INTRODUCCION**

La Empresa Genética y Crías “Manuel Fajardo” (cuna del Charolaisse cubano) ubicada en Jiguaní, provincia Granma, tiene como misión promover futuros sementales de alto valor genético hacia los centros de inseminación artificial, donde los animales deben tener una dieta balanceada rica en proteínas, energía y minerales para manifestar sus características genéticas.

Actualmente la precipitación es menor que 1 100 mm al año y la evaporación se encuentra alrededor de los 2 000 mm, lo cual provoca que la escasez de alimento se agudice cada vez más y que sea casi imposible suplir los requerimientos de los animales.

Debido a lo anterior se comenzó la introducción de tecnologías de árboles forrajeros leguminosos, con el objetivo de aumentar no solo el volumen y el valor nutritivo de las dietas, sino también amortiguar el déficit de concentrado y la carencia de fertilizantes, con vistas a incrementar la producción de carne y leche.

Dentro de estas tecnologías existen aspectos que se deben a profundizar, como es el efecto de la densidad de árboles en la disponibilidad, lo cual ha provocado una disminución en la persistencia de las gramíneas mejoradas que puede estar influida por una menor penetración de los rayos solares sobre el estrato herbáceo (Acciaresi y col., 1994).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, los objetivos de esta tesis fueron:

### **General**

- Determinar la mejor densidad de árboles de *Leucaena leucocephala* para obtener una alta producción de biomasa y una persistencia de la especie mejorada.

### **Específicos**

1. Evaluar el efecto de tres densidades de siembra en el establecimiento de *Leucaena leucocephala*.
2. Determinar la disponibilidad de biomasa de la especie mejorada *Cynodon nlemfuensis* en tres densidades de *Leucaena leucocephala* bajo condiciones de pastoreo simulado.



## CAPITULO I. Revisión Bibliográfica

### 1. Generalidades de la ganadería y la producción de pastos y forrajes

La cantidad de precipitación, y especialmente su distribución estacional, constituye uno de los factores climáticos que más limitan la productividad y utilización de las pasturas en el trópico. La gran importancia del agua deriva de su efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que actúa como constituyente y solvente responsable de la turgencia celular (Faría-Mármol, 1994).

En un estudio realizado (tabla 1) se encontró que las gramíneas y leguminosas tropicales se adaptan a diferentes niveles de precipitación.

Tabla 1. Adaptación de algunas gramíneas y leguminosas tropicales en función de la pluviosidad anual (mm).

Especies	4-600	6-1 000	1-2 000	+2 000
Gramíneas tropicales				
<i>Andropogon gayanus</i>	XXX	XX		
<i>Cynodon dactylon</i>		XXX		
<i>Cynodon nlemfuensis</i>		XXX		
<i>Panicum maximum</i>		XXX	XXX	
<i>Brachiaria brizantha</i>			XXX	
Leguminosas tropicales				
<i>Macroptilium atropurpureum</i>		XX	XXX	
<i>Neonotonia wightii</i>		XX	XXX	
<i>Leucaena leucocephala</i>			XX	XXX
XX Adaptadas, XXX Muy adaptadas		Fuente: Pardini (2000)		

En Cuba, y especialmente la región Oriental, al igual que en otras regiones tropicales, la producción de pasto está influida por las condiciones climáticas existentes y principalmente por la distribución anual de las precipitaciones que, unida a otros factores como la temperatura y la radiación solar, hacen que los rendimientos de los pastos no sean estables durante todo el año.

La desigualdad en la distribución anual de las precipitaciones hace que la mayor producción de pasto ocurra en el período lluvioso, que se extiende de mayo a octubre y en el que cae el 80 % de la precipitación promedio anual (1 300 mm) a nivel nacional, además de presentarse altas temperaturas y radiaciones solares, lo cual favorece el crecimiento de las plantas. En la época de seca, que abarca de noviembre a abril, cae el 20 % de las precipitaciones anuales y la producción de pasto se reduce drásticamente.

Lamela (1992) planteó que la productividad de los pastizales está muy relacionada con la variedad de pasto que se utilice, el nivel de fertilización, el uso o no de riego y el manejo a que sean sometidos. La fertilidad del suelo determina la magnitud de las respuestas que se puedan obtener.

En la figura 1 se observa el efecto de los fertilizantes y el agua en la productividad y capacidad de carga de los pastizales.

Los fertilizantes incrementan notablemente la producción de los pastos, al igual que el uso del riego cuando se dispone de este recurso.

Por otro lado, si se observa cómo se distribuyen los rendimientos de materia seca, se demuestra que la capacidad de carga depende de la época de año. En términos generales, la carga que se debe emplear en el período lluvioso es aquella que permita que los animales cubran sus requerimientos casi en su totalidad con el pasto; mientras que en el período poco lluvioso es necesario cubrir una parte de estos con otra fuente de alimento, para de esta forma suplir el déficit de pasto que se produce en esta época.

Además, el empleo de variedades mejoradas que presentan un mayor potencial de producción que las especies de pastos naturales, es otra opción para favorecer la alimentación de los animales y la capacidad de carga en los ecosistemas ganaderos cubanos.

En este sentido se cuenta, entre las especies macollosas con magníficas condiciones pratenses e incluso forrajeras, siete variedades: *P. maximum* cvs. Likoni, Uganda, Común de Australia y SIH-127; *Cenchrus ciliaris* cvs. Biloela y Formidable y *Andropogon gayanus* cv. CIAT-621; así como una variedad de hábito semimacolloso: *Chloris gayana* cv. Callide, seis variedades de hábito rastrero: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Cynodon dactylon* cvs. 67 y 68, *Digitaria decumbens* cv. PA-32, *Cynodon nlemfuensis* cv. Tocumen y *Brachiaria purpurascens*; y tres erectas de magníficas condiciones forrajeras de alta calidad: *Pennisetum purpureum* 801-4, Taiwan A-144 y CRA-265 (Corbea, Hernández, Machado, Lamela & Cáceres, 1996).

Estos mismos autores plantean que todas estas variedades, independientemente de su hábito de crecimiento, alcanzan un potencial productivo medio de materia seca que fluctúa entre 15,6 y 22,1 t/ha/año cuando se riega y fertiliza, entre 9,8 y 16,0 t/ha/año en secano y fertilizada en lluvia, y entre 9,0 y 11,0 t/ha/año en secano sin fertilización, lo que representa un incremento medio de 35,7; 44,6 y 40,4 % por encima de lo que producen las gramíneas naturales y/o naturalizadas (tabla 2).

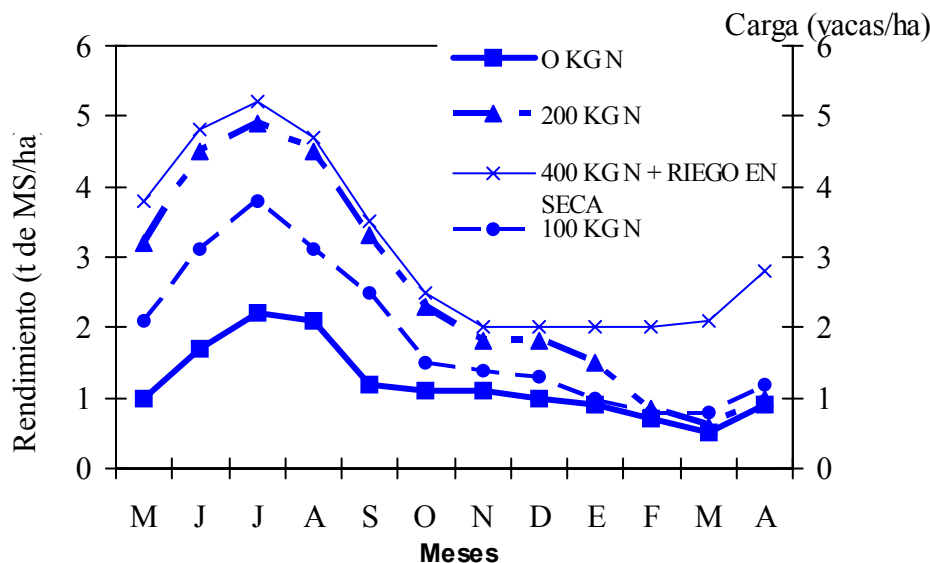


Fig. 1. Efecto de la fertilización nitrogenada y el riego en la capacidad de carga. Según: García-Trujillo (1981)

Tabla 2. Rendimiento de pastos tropicales bajo diferentes condiciones ambientales (32 localidades de Cuba). Tomado de Corbea et al (1996).

Variedades	Rendimiento (t MS/ha/año)			
	Riego + fertilización (200Kg N/ha)	Secano + fertilización (150 - 180 kg N/ha)	Secano sin fertilización	
Macollosas	15,6-21,7	11,6-19,5	10,0-12,0	
Rastreras	13,8-20,1	8,0-16,5	8,0-10,0	
Erectas	20,0-24,6	10,0-12,0	-	
Media	15,6-22,1	9,8-16,0	9,0-11,0	
Pastos naturales	10,0-15,0	6,0-8,0	5,0-7,0	

\*Suelos: Ferralítico (5 tipos), Pardo (con o sin carbonatos); Oscuro Plástico; Aluviales y Húmicos

Estos autores informaron que dentro de las leguminosas se aprobaron siete variedades herbáceas: *L. purpureus* cv. Rongai, apropiada para corte e incluso para pastoreo; *M. sativa* cv. Gilboa Africana, preferentemente para la producción de forraje; así como *S. guianensis* cv. CIAT-184, *T. labialis* cv. Semilla Clara, *M. atropurpureum* cv. Siratro, Centrosema híbrido CIAT-438 y *A. postrata*, todas con características eminentemente pratenses, además de cinco variedades arbustivas y/o arbóreas: *L. leucocephala* cvs. Cunningham, Perú, Ipil-Ipil y CNIA-250, con posibilidades para el ramoneo en bancos de proteína o asociaciones; y *A. lebbeck*, también para este propósito o para la confección de harinas a partir de sus legumbres y semilla secas.

El potencial de producción de materia seca de las leguminosas comerciales se encuentra entre 7,0 y 17,0 t/ha/año (Corbea et al., 1996) y 27,0 t/ha/año en la alfalfa Gilboa Africana cuando se aplica fertilización química (Anon, 1987a).

La tendencia mundial en la última década es la reducción del uso de fertilizantes químicos, no solo por sus altos costos, sino también por los daños que provocan a la ecología.

Los estudios han demostrado que cuando el suelo ha sido erosionado, el rendimiento de las cosechas disminuye desde un 20 % hasta un 60 %, comparado con el obtenido en los no erosionados (Massee, 1990).

Por todo lo antes expuesto, es necesario buscar alternativas que promuevan un incremento de los rendimientos y que a su vez no provoquen daños en la fertilidad de los suelos.

En este sentido, la inclusión de los árboles y arbustos (especialmente los leguminosos) en los pastizales es una alternativa viable, debido a su contribución a la disminución de la erosión, el mejoramiento de la fertilidad del suelo a través del aporte de nitrógeno atmosférico y el reciclaje de nutrientes, entre otros aspectos (Hanson & Cassman, 1994; Libreros, 1995). Además, en los sistemas donde se emplean las especies arbóreas aumenta la biomasa comestible, en comparación con aquellos sistemas de gramíneas mejoradas sin fertilizar.

Por otra parte, en un sistema compuesto por una mezcla de pastos cultivados y naturales asociados con leucaena, se obtuvo una disponibilidad de materia seca de 4 953,2 y 3 600,0 kg MS/ha/rotación para las gramíneas y 621,6 y 1 110,0 kg MS/ha/rotación para las leguminosas en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, sin la aplicación de fertilizantes químicos y una carga de 0,9 UGM/ha (Iglesias, 1998a).

Hernández, Carballo, Reyes & Mendoza (1998), al evaluar la disponibilidad de materia seca total de una multisociación de las siguientes especies: *L. leucocephala* cv. Cunningham, *Stylosanthes guianensis* cv. CIAT-184, *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo, *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara, *Centrosema pubescens* cv. SIH-129 y *Panicum maximum* (una mezcla de los cvs. Likoni y SIH-127) y obtuvieron un rendimiento de biomasa comestible de 7 131,9 y 4 594,8 kg de MS/ha/rotación para los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, sin el uso de la fertilización y con niveles de precipitación de 1 300 mm/año.

## 2. Importancia de los sistemas silvopastoriles para la ganadería cubana

Los sistemas silvopastoriles se presentan como una modalidad de los sistemas agroforestales y, por sus resultados, podrían significar un importante paso en la estrategia de lograr la armonía entre la protección ambiental y el desarrollo ganadero (Carvalho, 1997; Simón, Hernández & Ojeda, 1998).

Pezo & Ibrahim,(1998) y Ruiz & Febles(1999) señalaron que un sistema silvopastoril es una opción agropecuaria que involucra la presencia de los árboles en interacción con los componentes tradicionales, que son el pasto y el animal. Este conjunto es sometido a un sistema de manejo integrado con tendencia a incrementar la productividad y el beneficio neto del sistema a largo plazo.

Hernández & Simón (1993) plantean que sus principales componentes son los árboles y los arbustos, los pastos, los animales, el suelo y el subsuelo. (Whiteman, 1980) considera que las principales causas que afectan la producción de pastos y forrajes son el clima (temperatura, radiación solar, precipitación), el suelo (fertilidad, propiedades físicas, humedad), la especie y el manejo, debido a que el crecimiento de las plantas es producto, en primera instancia, del proceso de fotosíntesis que ocurre por la acción de la luz .

Estos sistemas, por su diversidad, son más estables ecológicamente que los monocultivos y protegen los suelos contra la erosión hídrica y eólica. Con su estructura (tallo, hojas) disminuyen el efecto directo del sol, la lluvia y el viento, con sus raíces reducen la escorrentía superficial del agua lluvia, absorben grandes cantidades de CO<sub>2</sub>, retienen la salinidad en las zonas costeras y contrarrestan los procesos de compactación debidos a la labranza o el pastoreo continuo. Los árboles participan activamente en el reciclaje de nutrientes y algunos fijan nitrógeno al suelo, como algunas especies leguminosas. La hojarasca es fuente de materia orgánica, en ella los macro y microorganismos del suelo encuentran condiciones favorables para multiplicarse y descomponer la materia orgánica en formas asimilables por los pastos (Giraldo, 1996a; Murgueitio et al. 2001).

Los sistemas silvopastoriles generan, además, un sinnúmero de productos como: alimentos para el hombre, forraje para los animales de alto valor nutritivo y rico en proteína, materiales de construcción, medicina, leña y madera, entre otros. Mejoran el microclima para las plantas, los animales y el hombre al modificar la incidencia de los rayos solares. Contribuyen a embellecer el ecosistema ganadero y son fuente de biodiversidad (Jiménez & Beer, 1999; y Simón, 2000).

En suelos de poca fertilidad, Rivero, Monzote, Reyes y Pérez (1995) encontraron incrementos de más del 20 % de la producción individual (L/vaca) y del 27 % de la producción por área (L/ha) mediante el uso de asociaciones gramíneas /leguminosas nativas.

La sombra es otro de los efectos beneficiosos que se logran con estos sistemas de producción, durante una prueba de observación en el ICA para valorar su efecto en la producción de leche, se encontró un incremento de 0,9 L/vaca/día en animales cuya producción fue de 10L de leche diariamente, a favor del período en que los animales pastaban en cuarterones de pasto estrella sombreados con albizia, en comparación con cuarterones cubiertos del mismo pasto, pero con plena exposición al sol (Grupo de Leguminosas ICA, 1999).

Estos autores realizaron otra prueba de observación con el objetivo de conocer la conducta de vacas lecheras que pastaban 17 horas diarias en presencia de árboles y encontraron que los animales prefirieron rumiar y descansar a la sombra, pues la mayor parte del tiempo dedicado a estas actividades lo realizaron bajo estas condiciones (71 y 68,2 % del tiempo total, respectivamente).

Hernández. et. al. (2000), al estudiar el efecto de altos niveles de sombra sobre guinea Likoni, encontraron una disminución del potencial de persistencia y, por tanto, del rendimiento de esta especie; sin embargo, los

niveles moderados de sombra no tuvieron efectos negativos en la producción de biomasa de esta especie (Pentón, 2000). Es evidente, por tanto, que el manejo adecuado de la sombra es un aspecto fundamental en los sistemas de cultivo en callejones y para aminorar su efecto negativo se recomienda aplicar podas a los árboles (Pezo e Ibrahim, 1999).

### 3. Descripción de las especies *Leucaena leucocephala* y *C. nlemfuensis*

#### 3.1 Consideraciones generales sobre la *Leucaena*

Los árboles y arbustos de la familia *Leguminosae*, gracias a su versatilidad y naturaleza multipropósito, por muchos años han desempeñado un papel preponderante en los sistemas de producción animal del trópico, incluso distantes de sus zonas de origen (Pezo, 1994; Pezo & Ibrahim, 1998).

En general, el follaje de los árboles leguminosos posee altos valores de proteína cruda, energía, minerales y digestibilidad, y la concentración proteica es su atributo nutricional más importante (Escobar, Romero & Ojeda, 1998).

El género *Leucaena* es un ejemplo típico de la familia *Leguminosae*. El forraje de estas plantas es adecuado para la alimentación de bovinos, ovinos y caprinos (Lamprecht, 1990; Leng, 1997).

En sentido general, las especies de este género son altamente palatables y los rendimientos de forraje comestibles están en un rango de 3 a 30 t de MS/ha/año en dependencia de la fertilidad del suelo, la distancia entre hileras, la precipitación y la temperatura (Shelton & Brewbaker, 1994).

##### 3.1.1 Origen, distribución y taxonomía del género

*Leucaena* es un género de la subfamilia *Mimosoidae*, tribu *Mimosae*. Todas sus especies son nativas del Nuevo Mundo y se han extendido desde el sudoeste de Texas en los Estados Unidos hasta Perú. Posteriormente, mediante la acción del hombre, se distribuyó por el Pacífico y África; actualmente se encuentra extendida en la mayoría de los países tropicales (Shelton & Brewbaker, 1994; Brewbaker, 1998).

*L. leucocephala* es una de las especies más estudiadas dentro del género; en la actualidad, se considera una especie pantropical de carácter semiautóctono. Su distribución altitudinal alcanza desde 0 hasta 800 y en casos aislados 1 000 m (Lamprecht, 1990; Shelton, 1996). Requiere de 750 mm o más de precipitación anual y persiste en períodos secos prolongados (Skerman, Cameron & Riveros, 1991).

Durante mucho tiempo existió una confusión importante sobre la taxonomía del género *Leucaena* (Hughes & Harris, 1995). Al inicio del siglo se habían descrito más de 50 especies, la mayoría de las cuales, después de un estudio minucioso, resultaron ser sinónimos, quedando establecidas finalmente 17 especies (Brewbaker, 1987).

La distribución de este género en Cuba es bastante general; según informa Menéndez (1982) en su trabajo de prospección *L. leucocephala* se encuentra presente, en los suelos Fersialíticos Pardo - Rojizos, Pardo con carbonatos, Aluviales, Escabrosos, Húmico - Carbonáticos y Costeros.

Por otra parte, esta especie tiene dentro de sus limitantes principales la poca tolerancia al frío y su escasa adaptación a suelos ácidos (Hughes, 1998a).

##### 3.1.2 Variedades

*L. leucocephala* (Lam) de Wit se agrupa en cuatro cultivares y varios ecotipos que pertenecen a tres tipos bien definidos (Gray, 1968).

- ❖ Cv. Perú: ligeramente más alto que el cv. Hawai, con hojas más grandes, las cabezuelas de flor son mayores pero contienen menos flores. Crece como un árbol simétrico y regularmente ramificado, que en buenas condiciones puede alcanzar una altura de 2 m y fue autorizado para su uso comercial en Australia en 1962.
- ❖ Cv. El Salvador: planta erecta, con muy pocas ramificaciones basales. Las hojas son más largas que las del cv. Hawai, mientras que las vainas y semillas son semejantes. Su desventaja en comparación con el cv. Perú es su crecimiento alto y erecto. Produce madera y leña y tiene mayor producción de biomasa que la Hawai.
- ❖ Cv. Hawai: tipo pequeño y arbustivo común en Hawai. Es un tipo de intensa floración, pero de bajo rendimiento (9-10 t de MS/ha). Según Cardona (1996) es nativa de México, de alta resistencia a la sequía y se emplea principalmente como leña.
- ❖ Cv. Guatemala: tipo alto y de escasa floración.

Por su parte, Barnard (1972) plantea que *L. leucocephala* (Lam) de Wit, conocida como leucaena, tiene dos cultivares:

- ❖ Cv. Perú: es un árbol pequeño, con un sistema radical profundo. El crecimiento inicial es lento y es sensible a la competencia en el primer año.
- ❖ Cv. Salvador: es una planta de tallo erecto, sus rendimientos de materia seca y proteína cruda son menores que los del cv Perú.

### 3.1.3 Producción y calidad de la semilla

La leucaena produce una gran cantidad de semilla en casi todos los climas que se cultiva; sin embargo, una de las características desfavorables que presenta es la de poseer semillas con corteza dura, lo que limita su germinación en los primeros días después de efectuarse la siembra (Duguma, Kang & Okali, 1988).

Según Piggan, Shelton & Dart (1994), la cubierta de la semilla de la leucena es impermeable, lo que provoca en la semilla nueva una dormancia exógena; sin embargo, hay poca dormancia endógena, por lo cual germinaría si la cubierta fuera rota.

Esta característica de las especies de leucaena, de poseer cortezas de semilla duras e impermeables, hace necesario emplear pretratamientos antes de sembrar, con el fin de obtener una germinación final rápida, uniforme y alta. El pretratamiento requiere que la capa de la semilla sea quebrada, para permitir que el agua entre y se expanda en el interior de esta (Hughes, 1998).

Con ese objetivo se han utilizado tres métodos básicos para el tratamiento de las semillas de leguminosas: mecánicos, físicos (agua caliente) y químicos (ácido sulfúrico).

Según Jiménez-Merino, Cacique, Cadena & Herrera (1992), cuando se escarificaron semillas del cv. Perú con ácido sulfúrico al 96 %, con tiempos de inmersión de 35 y 40 minutos, se obtuvieron germinaciones de 88,0 y 89,5 %, respectivamente.

Por su parte, González & Mendoza (1995) estudiaron el efecto del tratamiento con agua caliente en la germinación de la semilla almacenada al frío y al ambiente de *L. leucocephala* cv. Cunningham y demostraron que la inmersión en agua a 80°C permite alcanzar valores de germinación de alrededor del 80 %, superiores a los obtenidos en semillas sin tratar.

Las investigaciones sobre este tema son diversas, pero existe unidad de criterio en cuanto a que el tratamiento con agua caliente es más beneficioso que el de ácido sulfúrico desde el punto de vista económico, debido a que en ambos tratamientos se obtienen germinaciones del 80 %, y el primer método es menos costoso.

La dureza de la corteza de la semilla de *L. leucocephala* le confiere ventajas durante el almacenamiento largo, debido a la dormancia que presentan sus semillas, que les permite mantener su viabilidad por períodos de tiempos prolongados (Febles & Ruiz, 1987).

En los estudios realizados acerca del comportamiento de la germinación y la viabilidad, se observó que las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham pueden conservarse por más de 12 años almacenadas en cámaras frías o en condiciones ambientales, ya que mantienen la viabilidad (González, Hernández & Mendoza, 1998).

### 3.1.4. Siembra y establecimiento

La preparación del suelo está estrechamente relacionada con las características de este y la especie que esté presente en el sistema.

Según Corbea (1998), en suelos donde sea posible hacer una preparación completa del lecho se deben fomentar sistemas complejos donde intervengan, además de la especie arbórea, otras leguminosas rastreras. En suelos llanos con abundante pedregosidad, donde las labores se dificultan, se puede hacer una labor superficial para eliminar una parte de la vegetación espontánea y realizar la plantación de los árboles en hoyos hechos de forma manual.

Machado, Milera, Menéndez & García (1978) recomiendan una buena preparación del suelo, sobre todo si es virgen o infestado por abundantes semillas de malas hierbas.

Anon (1987) planteó que donde la siembra se efectuó en forma de asociación entre pastizales establecidos (pastos naturales u otros), o en otra área de topografía difícil (suelos pedregosos, alomados), se recomienda el empleo de métodos de cultivo mínimo (aradura o gradeo en franja) e inclusive siembra en pico. En estos últimos se emplea la siembra en bolsas de polietileno, que aunque en la mayoría de los casos resulta un método efectivo, implica un alto costo (Anon, 1987).

Los estudios sobre la época de siembra para las especies arbóreas están muy limitados a *L. leucocephala*, para la cual se señala el inicio del período lluvioso como el de mejores resultados (Corbea, 1998).

Según Ruiz, Febles, Bernal & Díaz (1989), esta especie manifestó el mejor comportamiento bajo condiciones de limpieza cuando fue sembrada entre abril, mayo y junio, en dependencia del inicio de las precipitaciones, que pueden influir en la germinación de la semilla.

Por su parte Ruiz, Lauzurica & Bernal (1985) recomendaron una profundidad de siembra de 2-4 cm para suelos pardos tropicales y 2 cm en suelos ferralíticos.

En sentido general, aunque las semillas de estas especies son grandes, la siembra debe efectuarse a poca profundidad (tabla 3).

Tabla 3. Profundidad de siembra (cm) recomendada para leucaena.

Referencia	Profundidad de siembra
Shelton & Brewbaker (1994)	2-3
Piggin et al. (1987)	5
Ruiz et al. (1985)	2-4
Pathak & Patil (1982)	2-4
Jones et al. (1982)	2-6

Fuente: Clavero (1998)

Por otro lado, las dosis de siembra dependen del método que se emplee y la distancia a la que se efectúe la siembra (tabla 4).

Tabla 4. Cantidad de semilla recomendada para la siembra de la Leucaena.

Distancia de siembra (m)	Cantidad de semilla/ha	Kg/ha
2,00 X 0,50	50 000	2,5
2,00 X 1,00	25 000	1,3
2,00 X 2,00	12 500	0,6
3,00 X 0,50	33 000	1,7
3,00 X 1,00	16 500	0,8
3,00 X 2,00	8 250	0,4
3,00 X 3,00	5 500	0,3
4,00 X 0,50	25 000	1,3
4,00 X 1,00	12 500	0,6
4,00 X 2,00	6 250	0,3
4,00 X 3,00	4 125	0,32

Fuente: Anon (1987b)

La densidad de siembra varía según el objetivo que se persiga en la plantación, ya sea para forraje, pastoreo en banco de proteína, asociación o producción de semillas.

En este sentido, se ha encontrado respuesta animal tanto con bajas poblaciones (200-312 árboles/ha) como con densidades altas, cuyos valores alcanzan hasta 20 000 árboles/ha (Hernández et al., 1987; Desai, Desabe, Khot & Patil, 1988; Jayaraman, Purushothaman, Govindaswamy, 1988; Mishra, Shorman & Verna, 1992; Solano, 1994).

La siembra de forrajeras en banco de proteína generalmente es concebida con una alta densidad de plantas por hectárea, con lo que se logra un menor desarrollo y lignificación de las plantas (Palchamy, Janbulingam, Vinaya Rai & Surendrin, 1990).

Existen muchos factores que cuentan para lograr un buen establecimiento de las plantas, entre los que se destacan: la preparación del suelo, el tratamiento de la semilla, la inoculación, la densidad y profundidad de siembra, la época y el control de malezas.

Leucaena es lenta en su establecimiento en comparación con las especies herbáceas. Las plantas pequeñas son vulnerables a la competencia con otras especies y a la defoliación durante este período. Ello origina que la leucaena se considere plantada después de 12-18 meses de sembrada (Piggin, Shelton & Dart, 1994; Ferreira & Andrade, 2000) y con una altura mayor o igual a 2 m.

Otro aspecto importante es la capacidad que tiene *L. leucocephala* de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo. Se han registrado casos de acumulación anual de hasta 600 kg de N/ha (Skerman, Cameron & Riveros, 1991; Hughes, 1998b).

La leucaena es altamente específica con respecto a sus requerimientos de *Rhizobium*; no obstante, se han encontrado cepas pertenecientes al género *Bradyrhizobium* que nodulan a esta leguminosa (López, 1987).

Por su parte, la nodulación natural en leucaena ha sido informada por Tang, Tamayo & Castro (1983) en estudios realizados sobre los requerimientos de *Rhizobium* de esta especie, los cuales comprobaron que existe un buen rango de cepas para su nodulación efectiva en las condiciones de Cuba, donde ella se ha establecido y desarrollado de forma natural.

### 3.1.5 Valor nutritivo

El valor nutritivo de un alimento se determina por su capacidad de suministrar los nutrimentos requeridos por el animal para su mantenimiento, crecimiento y reproducción, y es una función del consumo y la digestibilidad. Los alimentos de elevado valor nutritivo permiten altos niveles de producción animal (Norton, Lowry & McSweeney, 1994).

Las especies de leucaena contienen altas concentraciones de PC cuando se comparan con las gramíneas tropicales; no obstante, existen diferencias dentro del género y se destaca *L. leucocephala* con una mayor DIVMS y un menor contenido de taninos y fibra.

Tabla 5. Calidad nutritiva de tres especies del género *Leucaena*.

Especies	PC [%] <sup>1</sup>	FND [%] <sup>1</sup>	FAD [%] <sup>1</sup>	DIVMS [%] <sup>1</sup>	T [%] <sup>2</sup>
<i>L. leucocephala</i>	22,8 <sup>a</sup>	32,0 <sup>d</sup>	18,1 <sup>b</sup>	66,3 <sup>a</sup>	6,6 <sup>c</sup>
<i>L. pallida</i>	15,5 <sup>c</sup>	37,3 <sup>a</sup>	20,6 <sup>a</sup>	56,4 <sup>c</sup>	8,5 <sup>b</sup>
<i>L. diversifolia</i>	20,6 <sup>b</sup>	34,1 <sup>c</sup>	20,5 <sup>a</sup>	54,2 <sup>c</sup>	12,0 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Determinado en las hojas. <sup>2</sup>Taninos condensados (libres o atrapados)

Fuente: Norton et al. (1994)

En sentido general, *Leucaena* representa un alimento completo de elevado valor en términos de PC, energía, digestibilidad y palatabilidad, al ser comparada con el heno, la soya (Clavero, 1998) y con las gramíneas empleadas en las empresas pecuarias en Cuba (Anon, 1987a).

En la tabla 6 se expone la composición química del follaje de esta leguminosa, y se puede notar que sus contenidos de nutrientes son semejantes, y en algunos casos superiores, a los de la alfalfa.

Tabla 6. Composición química del follaje de *L. leucocephala* comparado con el de *Medicago sativa*.

Indicadores	Leucaena	Alfalfa
Proteína cruda [%]	25,9	26,9
Cenizas [%]	11,0	16,6
Calcio [%]	2,36	3,15
Fósforo [%]	0,23	0,36
β-caroteno [mg/g]	536,0	253,0
Taninos [mg/g MS]	10,15	0,13
Energía bruta [KJ/g MS]	20,1	18,5

Fuente (NAS, citado por Shelton & Brewbaker, 1994).

Por su parte, Febles, Monzote & Ruiz (1987) plantearon que la proteína de esta leguminosa es de una elevada calidad nutritiva y los aminoácidos están presentes en forma balanceada.

La tabla 7 se presenta la composición aminoacídica de *L. leucocephala*, que es similar a la de la alfalfa, pero es deficiente en aquellos elementos que contienen azufre, que son indispensables para el metabolismo de los microorganismos del rumen.

Tabla 7. Composición comparativa de alfalfa y *L. leucocephala*.

Indicadores	Alfalfa	<i>L. leucocephala</i>
Cistina	77	67
A. aspártico	-	864
Metionina	96	98
Treonina	290	266
Serina	-	279
A. glutámico	-	640
Prolina	-	305
Glicina	-	278
Alanina	-	311
Valina	556	311
Isoleucina	290	244
Leucina	494	444
Tirosina	232	208
Mimosina	0	343
Fenil alanina	307	283
Lisina	368	339
Histidina	139	123
Arginina	357	277

Fuente: Meulen, Struck, Shulk & Arit., citados por Febles, Monzote & Ruiz (1987)

En Cuba se han llevado a cabo estudios acerca de la composición bromatológica y el valor nutritivo de la especie.

Así Cáceres & Santana (1990) determinaron el valor nutritivo de *L. leucocephala* cv. Cunningham en diferentes momentos y encontraron que los contenidos de MS no variaron en el transcurso del año; no ocurrió así con la PB, la cual varió entre 16,3 y 24,6 %, y su valor más bajo coincidió con el final de la época poco lluviosa.

Por su parte, Gutiérrez, Delgado, Oramas & Cairo (2000) evaluaron el consumo y la composición química de Leucaena en banco de proteína con vacas en pastoreo. Se encontraron consumos totales que variaron entre 13,3 y 15,33 %, que corresponde al 3 % de su peso vivo.

Además, se alcanzaron valores de PB del 25 %, similares a los obtenidos por Elodía, Penedo, Brull & Fonseca (1989).

La O, Chongo, Valenciaga, Elías, Ruíz, Torres & Scull (2000), en estudios de determinación de la degradabilidad ruminal in situ de nutrientes en rumen de *L. leucocephala* cv. CIAT-7929, encontraron que la dinámica de degradación mostró un incremento significativo ( $P < 0,05$ ) de tipo exponencial en el tiempo para todos los indicadores estudiados (MS, FND, FAD, Nt, N-FND), excepto el N-FAD donde la degradación fue prácticamente insignificante.

Vargas & Elvira (1994), al comparar la Leucaena con otras especies de leñosas forrajeras, hallaron valores de digestibilidad *in vitro* de 0,51 y 0,13 kg/100 kg de peso vivo para MS y PB, respectivamente, lo que demuestra la aceptación de este forraje por los rumiantes y su importancia en la nutrición de esta especie.



### 3.1.6 Factores antinutricionales

Los factores antinutricionales pueden ser definidos como aquellas sustancias generadas en los alimentos por el metabolismo natural de las especies vegetales, y que por diferentes mecanismos (inactivación de algunos nutrientes y disminución de algunos procesos digestivos o la utilización metabólica de los alimentos) provocan efectos contrarios a la nutrición óptima (Kumar, 1992).

Por su parte, Norton (1994) plantea que son sustancias químicas presentes en las plantas que no están directamente relacionadas con el proceso de crecimiento, las cuales repelen el ataque de insectos y hongos que afectan el valor nutricional de los alimentos.

Los factores antinutricionales han sido una condición limitante en la utilización de los árboles y arbustos en la ganadería. Se incluyen dentro de este grupo de sustancias los aminoácidos no proteicos, glucósidos, fitohematoaglutininas, polifenólicos, triterpenos y ácido oxálico (tabla 8).

Tabla 8. Factores antinutricionales en las hojas de árboles y arbustos empleados como alimento en la ganadería.

Sustancia antinutricional	Especie
1.- Aminoácidos, NP Mimosina Indospecina	<i>Leucaena leucocephala</i> <i>Indigofera spicata</i>
2.- Glicósidos	
A-Cianógenos	<i>Acacia giraffae</i> <i>Acacia cunninghamii</i> <i>Acacia sieberiana</i> <i>Bambusa bambos</i>
B.-Saponinas	<i>Albizia stipulata</i> <i>Sesbania sesban</i>
3.- Compuestos polifenólicos	
A- Taninos	Todas las plantas
B- Lignina	Todas las plantas

Fuente: Kumar (1992)

### 3.1.7 Taninos

Los taninos son polímeros polifenólicos, de relativamente alto peso molecular, y tienen la capacidad de formar complejos con los carbohidratos y las proteínas. Se clasifican en dos tipos: hidrosolubles y condensados. Los primeros son altamente tóxicos para los animales.

Los taninos condensados son metabolitos secundarios, los cuales tienen la función de proteger las plantas de la degradación causada por los insectos y animales herbívoros. Estos compuestos forman complejos insolubles con las proteínas y la pared celular de las plantas, lo cual hace que el alimento sea menos palatable y menos disponibles los nutrientes para los animales (Wheeler, Norton & Shelton, 1994).

*L. leucocephala* contiene niveles moderados de taninos (1,4-7,8 %) que protegen la proteína de la degradación ruminal (55 y 60 %).

Bamualin, Weston, Harzan & Murria (1984) informaron que el 34 % de la proteína de las hojas del cv. Cunningham puede pasar a través del rumen sin degradarse.

La presencia en *L. leucocephala* de niveles moderados de taninos le confiere ventajas desde el punto de vista nutricional. Este compuesto se une a las proteínas presentes en el forraje, lo que trae como

consecuencia que no sean degradadas por los microorganismos del rumen y escapen a las partes bajas del tracto gastrointestinal como una fuente de proteína verdadera para el rumiante.

### 3.1.8 Mimosina

La mimosina es un aminoácido no proteico de estructura similar a la tirosina y está presente en todas las especies del género *Leucaena* (Kumar, 1992).

Es conocido que el contenido de aminoácido de este género varía de acuerdo con la especie, la variedad, la época del año y la madurez de la planta. Su determinación en 10 variedades de *L. leucocephala* muestra que los menores contenidos de este aminoácido se encontraron en CNIA-250, P III-150, Perú y Cunningham, mientras que la de mayor contenido fue la variedad Ipil-Ipil (Escobar, Alfonso & Ramírez, 1989).

Este compuesto puede encontrarse en todas las partes de la planta, pero particularmente en altas concentraciones en las puntas de crecimiento de los tallos (8-12 % de la MS), en las hojas jóvenes y semillas (4-5 %) (Jones, 1994).

Este mismo autor plantea que la mimosina al llegar al rumen es convertida en 3,4 DHP (3-hidroxy-4,1 (H) piridona) y señala que este metabolito es el más perjudicial al fisiologismo animal, destacándose su poder bociógeno, disminución de los niveles de tirosina en suero sanguíneo, así como pérdida del apetito, alopecia y salivación excesiva; sin embargo, estos efectos solo se manifiestan cuando la leucaena constituye más del 30 % de la dieta de los animales por períodos prolongados (Shelton & Brewbaker, 1994).

En estudios desarrollados por el ICA se encontró que de las 40 cepas de bacterias aisladas, 27 eran capaces de degradar la mimosina y el 3-hidroxy-4,1 (H) piridona y 13 el 2,3 dihidro-xipiridona en el rumen, pero ninguna era capaz de degradar los tres compuestos, lo cual junto con otras características físicas y microbiológicas permitió descartar la presencia de *Synergistes jonesii* en nuestras condiciones (Galindo, Geerken, Elías, Aranda, Piedra, Chongo & Delgado; 1995), bacteria que ha sido identificada en el rumen de los animales que habitan en América Central y el Caribe (Jones, 1994) y que es capaz de degradar la mimosina y sus metabolitos secundarios.

Dado que en Cuba los rumiantes poseen bacterias capaces de realizar la detoxificación de este compuesto y no se han encontrado síntomas clínicos adversos, la inclusión de esta leguminosa en la dieta del vacuno, lejos de provocar trastornos nutricionales, constituye una valiosa alternativa para mejorar el balance de nutrientes de la ración.

En nuestras condiciones la leucaena constituye menos del 30 % de la dieta por razones obvias de manejo. Esta especie, cuando se siembra en banco de proteína con densidad media y alta, forma parte del 25-30 % del área de pastoreo y el tiempo de acceso a ella es limitado (1-4 horas). En sistemas asociados para garantizar la disponibilidad de materia verde del estrato herbáceo se disminuye la densidad de plantas/ha, razón por la cual el por ciento de inclusión de esta especie en la dieta de los bovinos no sobrepasa el 30 %.

### 3.1.9 Plagas y enfermedades

#### a) Insectos

El insecto que mayores daños puede causar a *Leucaena* es *Atta insularis* (Guer), llamada bibijagua u hormiga cortadora. Esta plaga se presenta principalmente durante el período de establecimiento, por lo que se recomienda la utilización de una alta densidad de semillas y mantener el cultivo libre de malezas (Pound & Martínez, 1985).

Según Barrientos (1987), los daños en *Leucaena* por insectos comedores de hojas son poco frecuentes, y se encuentran algunos como *Colaspis brunnea* (Fabr.), *Diabrotica balteata*, *Logria villosa* y *Sonesimia grossa* en la etapa de establecimiento, hasta las 5 semanas aproximadamente.

La plaga más importante y generalizada en *Leucaena* es un homóptero de la familia Psyllidae, que ataca las puntas de las ramas.; está identificada como *Heteropsylla cubana* (Crawford) y se conoce como una plaga de *Leucaena* en Cuba y Puerto Rico (Pound & Martínez, 1985).

Los daños de esta plaga, la cual se reporta en lugares tales como Hawaii (Nakahara, Walter, Shin & Bernarr, 1987), Filipinas (Barrion, Aguda & Litsinger, 1987) y Florida (Austin, Williams, Hammond, Frank & Chambliss, 1990), se convierte en un retraso en el desarrollo de las plantas como consecuencia de su ataque en las zonas de crecimiento, sobre todo cuando *Leucaena* está en el período de establecimiento. La miel de rocío que producen estos insectos también sirve como medio de crecimiento de hongos negros, lo cual indica la presencia de la plaga.

En Cuba esta plaga no logra producir daños sensibles, debido al equilibrio biológico que se crea en el cultivo ya establecido. Los coleópteros *Chilocorus cacti*, *Coleomegilla cubensis*, *Cycloneda sanguinea*, entre otros, son los que con mayor frecuencia se encuentran como predadores de la

plaga (Barrientos, 1987). En este sentido Nakahara & Funasaki (1986) encontraron que los coleópteros *Curinus coeruleus* y *Olla abdominalis* son los predadores predominantes en la reducción de las poblaciones de *H. cubana* en Hawaii, así como los parásitos *T. triozae* y *P. sp. nr. rotundiformis*.

En Filipinas, Braza (1987) identificó seis especies de insectos y 12 especies de arañas, estas últimas fueron los depredadores más importantes del sílido.

En sus investigaciones este autor observó que alrededor de 180 adultos de *Heteropsylla* pueden ser atrapados al mismo tiempo en las telarañas de arañas comunes, las cuales devoran de 54-59 % de los sílidos capturados.

Otra plaga importante en *Leucaena* es la polilla *Ithome lassula* (Lepidoptera:Cosmopterigidae) (Hodges, 1962), la cual ataca las flores cuando se encuentra en estado larval.

Beattie (1981) la cita como una plaga de *Leucaena* en Australia, donde causa daños a las cabezas florales, lo que provoca una baja producción de semillas.

Otras plagas como *Cathartus cuadricollis* (Pound & Martínez, 1985) y *Euxesta stigmatras* (Valenciaga & Mora, 1996) han sido identificadas como dañinas para las plantaciones de *Leucaena*, principalmente cuando las plantas están en estado adulto.

### b) Enfermedades

Según Barrientos (1987), *Leucaena* es considerada como una planta libre de enfermedades; sin embargo, las investigaciones de los últimos años demuestran que la planta presenta problemas patológicos en su establecimiento y desarrollo.

Durante el establecimiento son frecuentes los ataques de hongos y bacterias y se sabe que en estado de plántula sufre el ataque de patógenos provenientes de las semillas, que afectan su desarrollo normal (Lenné, 1980).

En Colombia, Moreno, Torres y Lenné (1987) realizaron un reconocimiento y evaluación de las enfermedades de *Leucaena* y encontraron como problemas asociados con las hojas los siguientes: mancha foliar por *Camptomeris leucaenae*, mildew y mancha marrón. Los patógenos asociados con las vainas fueron los que producen la pudrición bacteriana (*Pseudomonas fluorescens*) y la pudrición por *Fusarium sp.*

En Cuba, en los últimos años se ha detectado la presencia de un patógeno que ha estado afectando en forma creciente la producción de semillas. Este patógeno, el cual fue aislado de las legumbres y semillas de *L. leucecephala*, se corresponde con una bacteria del género *Erwinia*, la que manifiesta una alta patogenicidad en todos los cultivares estudiados (Delgado, Martínez & Rodríguez, 1989). Dichos autores detectaron que asociada a esta enfermedad (gomosis bacteriana de las legumbres) se encontró una afección fungosa provocada por hongos del género *Fusarium*, los que contribuyeron también a la destrucción de las semillas.

Según Alonso, Delgado & Martínez (1993), a *Erwinia* también se encuentran asociados ninfas y adultos de la familia *Pentatomidae* (Heteroptera) que succionan la savia de las legumbres jóvenes, así como otros insectos del orden Coleoptera que se alimentan de las semillas. De acuerdo con las pruebas realizadas, estos autores determinaron que los vectores de la gomosis bacteriana producida por *Erwinia sp.* son insectos de los géneros *Loxa* e *Hypothenemus*.

En condiciones de almacenamiento, Alonso, Delgado & Sánchez (1996) detectaron en todos los meses la presencia de los hongos *Aspergillus sp.* y *Fusarium sp.*, de los cuales el primero tuvo el mayor por ciento de infección (42,7%); además, de todos los agentes fungosos hallados sobre las semillas de *leucaena*, solo dos se citan como patógenos: *Cladosporium sp.* y *Fusarium sp.*, este último con mayor actividad en los meses de mayor temperatura y humedad relativa en el año de almacenamiento.

En cuanto al daño en las hojas, CIAT (1981) señala al hongo *Camptomeris leucaenae*, el cual provoca daños severos en *L. leucocephala*. Su sintomatología se presenta con manchas cloróticas en el haz de las pínulas y la presencia de pústulas negras en el envés, provocando la defoliación. Este reporte cita al hongo *Hauhsfordia pulvinata* como posible control biológico de dicho patógeno.

### 3.2 *Cynodon nlemfuensis*

Los pastos estrellas (*Cynodon nlemfuensis*) son gramíneas perennes, rastreras, con largos y fuertes estolones, pero no rizomatosas.

En su inflorescencia se presentan varios raquis que se originan en un punto común o no (inflorescencia digitada), los cuales pueden variar en coloración de acuerdo con la variedad. Las espículas se encuentran a un

solo lado del raquis y se desarticulan por encima de las glumas. Sus hojas, de superficie semiescabrosa y bordes lisos, son de medianas a largas y modifican su color verde según la variedad, fertilización u otras condiciones ambientales. Los tallos, rastreros o erectos, son robustos y bien ramificados; asimismo, presentan un sistema radical muy profuso y profundo acorde con su hábito de crecimiento. Se propagan vegetativamente y producen una cubierta densa en un período relativamente corto (Simón, Machado, Pereira, Hernández & Ojeda, 1989).

Dichas características son comunes para los cultivares Estrella, Panameño y Jamaicano, los cuales diferencian en sus características morfológicas (ICA, 1976):

#### Estrella Jamaicano

1. Color verde más intenso, con viso morado.
2. Gran número de pelos, de 4 -5 mm de longitud en la axila de las hojas. Pelos en el envés de las hojas y en la vaina, de aproximadamente 1-1,5 mm.
3. Hojas de porte más caído que se acrecienta al aumentar el nivel de nitrógeno.
4. Los nudos y la base de las hojas son de color rojo vino, que varía según las condiciones ambientales.
5. La quilla de la lema fértil de su flor que da a la primera gluma es más pelosa, fundamentalmente en la región central, parece que los pelos son también más largos. Esto se puede observar con una lupa simple.

#### Estrella Panameño

1. Color verde más claro, cuando joven tiene visos morados.
2. Escasos pelos, de 3-5 mm de longitud en las axilas de las hojas. No posee pelos en el envés y vaina de las hojas.
3. Hojas de porte más erecto y ángulos de inserción con el tallo más cerrado, estando influido por el nivel de nitrógeno.
4. Los nudos y la base de las hojas son de color rojo vino, en ocasión intenso.
5. La quilla de la lema fértil es menos pelosa, los pelos son más cortos.

### 3.2.1 Condiciones edafoclimáticas de la especie

En general las especies y variedades se adaptan a los más variados tipos de suelo y condiciones climáticas. No obstante, la amplia plasticidad ecológica del género, las condiciones climáticas, el suelo y el manejo a que sean sometidas influyen marcadamente en su comportamiento.

El pasto estrella se adapta bien a suelos ácidos hasta alcalinos y con drenaje superficial deficiente (Simón et al., 1989).

### 3.2.2 Preparación del suelo y siembra

Según Simón et al. (1989), como los *Cynodon* no producen semilla botánica fértil, su propagación se realiza por trozos de tallos, pero teniendo en cuenta estas circunstancias exigen suelos bien preparados que permitan su rápido y estrecho contacto con la semilla, condiciones que se alcanzan con aradura, cruce, recuce y dos pases de grada, aunque las labores estarán en dependencia de las condiciones del suelo, que siempre debe quedar bien mullido.

Acerca de la siembra, estos mismos autores plantean que el mejor método para el logro de un rápido y buen establecimiento es el de vuelta de arado en la época comprendida entre junio y julio; no obstante disponiendo de riego es factible realizarla en cualquier época del año. La edad óptima de la semilla es entre 80 y 90 días; la siembra se debe realizar inmediatamente después del corte, con una densidad de 1,5 a 2,0 t de material vegetativo/ha, en hileras entre 60 y 90 cm.

### 3.2.3 Plagas que dañan el follaje

Las plagas que afectan el *Cynodon*, con daños económicamente marcados, son: *Mocis latipes* guanee, *Spodoptera* sp. y *Monecphora bicornis* fraterna (Alonso, 2002).

*Mocis latipes* Guanee tiene como nombre común el falso medidor de los pastos; es de la familia *Noctuidae*, orden *Lepidoptera*; su larva es cilíndrica, de 3- 3,5 cm con tres pares de falsas patas abdominales. De coloración amarillenta, con franjas longitudinales de color oscuro. El adulto es una mariposa de 3,4-3,8 cm de extremo a extremo de las alas extendidas y una longitud de 1,4 -1,7 cm. Las alas superiores son de color grisáceo, con dibujos irregulares y una banda de color oscuro en el margen apical. Las larvas causan grandes

daños en las gramíneas. Un campo con una alta densidad de larvas (80-100 larvas/m<sup>2</sup>) puede ser devastado en 2 ó 3 días.

El control más efectivo es el Malathion 57% EC, a razón de 2 L/ha., aunque se ha venido aplicando con mucha efectividad miel de purga mezclada con un insecticida de ingestión (Dipterex o Carbaryl), el que se aplica en forma de franja separada a 20 m una de otras. Esta aplicación controla grandes cantidades de adultos, en este caso solo hay que tener precaución con los animales, pues la miel los atrae y se pueden intoxicar. Es recomendable aplicar el producto durante la noche, momento en el que las larvas se alimentan.

*Spodoptera* sc. Se conoce comúnmente como mantequilla, pertenece a la familia *Noctuidae*, y el orden *Lepidoptera*. Sus larvas son de color oscuro con una doble hilera de manchas negras sobre el dorso y bandas de color amarillo en los costados, mide de 3-5 cm de largo. Las larvas viven en las gramíneas y causan daños similares al *Mocis*, solo que este es más irregular.

Su control más efectivo ha sido a base de Malathion 57% EC a razón de 2 L/ha. También se ha venido aplicando con mucha efectividad un cebo (miel de purga) mezclada con un insecticida de ingestión (Dipterex o Carbaryl), el cual se aplica indistintamente para el *Mocis*. El cebo está compuesto además por 70 L de H<sub>2</sub>O+40 kg de miel de purga y 5 kg de carbaryl., 1-3 L/ha de *B. thuringiensis* y *Tricogramma* sp. de 10 000 a 20 000 individuos/ha.

*Monecphora bicincta* fraterna Uh. Tiene como nombre común salivita. Perteneció a la familia *Cercopidae*, y orden *Homoptera*. Sus ninfas se cubren de una secreción espumosa de color blanco y se alojan en las partes del pasto. El adulto es un individuo de color gris oscuro con las alas atravesadas por dos bandas de color rojo. Las ninfas succionan con su aparato bucal chupador la savia de las plantas a la altura del cuello de la raíz, lo que retarda el crecimiento. El adulto causa daños similares, pero con la peculiaridad de que inocula toxinas que provocan amarillamiento y posteriormente necrosamiento del vegetal, con la apariencia de manchones que dan la impresión de partes afectadas por el fuego.

Se han estudiado diferentes métodos de control: químicos, físicos y agrotécnicos (manejo animal) y ha resultado de gran efectividad método el físico mediante el fuego, ya que elimina físicamente la plaga y reduce la acumulación de material viejo, el que constituye el hábitat de la fase ninfal del insecto. Este método tiene como inconveniente que hay que aplicar en pastoreos acuartonados; no obstante, posee una gran efectividad. El uso de BI-58 y Carbaryl como medio químico muestra efectividad siempre y cuando el pasto no se encuentre con demasiada disponibilidad, y se realizan más de dos tratamientos a razón de 1-1,5 L/ha y 2,5- 3.0 kg/ha, respectivamente.

En la actualidad, debido a la situación que existe con los productos químicos y el interés por la conservación del medio ambiente, se utiliza un pastoreo a fondo como método agrotécnico que ha mostrado gran efectividad.

#### 3.2.4 Explotación para la producción de carne

Simón et al (1989) recomiendan emplear de 2- 3 animales/ha en dependencia su peso vivo, para lograr ganancias de 700- 800 kg de peso vivo/ha, sin recibir suplementación.

Además, no se deben usar menos de 4-8 cuarteles, con tiempo de estancia de 7 y 3 días y 24 y 21 días de reposo, teniendo en cuenta la posibilidad de segregar en el período de lluvia el 25 % del área ya sea para ensilar y/o henificar.

#### 4. Sistema silvopastoriles para la producción de carne

Los primeros reportes de la utilización de *Leucaena* para la producción de carne datan de los años 40, cuando Henke & Burt (1940) informaron ganancias de peso hasta de 522 g/día con esta leguminosa. Hasta la actualidad se han realizado una buena cantidad de trabajos para utilizar la *Leucaena* en diferentes sistemas de producción, principalmente en Australia, Hawaii, India, algunos países de Centro y Sudamérica y Asia. Esta leguminosa se ha utilizado de varias formas: como forraje, como principal componente del pastizal, en bancos de proteína de diferentes proporciones, asociada o combinada con pastos naturales o cultivados y como suplemento proteico en forma de harina deshidratada.

En sentido general, las respuestas en ganancias de peso vivo y producción de leche en los sistemas que usan la *leucaena* han sido muy variables. Por ejemplo, en la zona de Campo Grande, Brasil, no se hallaron grandes ganancias diarias en toretes que pastaban un banco de proteína (30 % del área), debido al pobre crecimiento de la *leucaena* en los suelos ácidos de esa localidad (Seiffert, 1982). En contraste con estos resultados, Paterson, Quiroga, Sauna & Samur (1983) obtuvieron en Bolivia ganancias de 700 g/animal/día en la época de seca con novillos Cebú x Criollo, los cuales tuvieron acceso limitado a un banco de proteína que ocupó el 30 % del área de pastoreo.

La implementación de un sistema silvopastoril donde la leucaena se sembró en asociación con pastos naturales en toda el área y una densidad de 200 árboles/ha, permitió ganancias individuales de 715 g/animal/día en la ceba inicial de añejos Cebú (Hernández, Alfonso & Duquesne, 1986). En este ensayo realizado en Cuba, se incrementó la producción de carne/ha en un 51 % comparado con lo que se producía a base de pastos naturales. Estos resultados corroboraron la importancia de la inclusión de los árboles leguminosos en las asociaciones gramíneas-leguminosas, ya que en trabajos anteriores realizados con leguminosas rastreras tales como *Glycine javanica* y *Macroptilium atropurpureum* (Febles & Padilla, 1972), aunque los resultados de producción fueron buenos, la persistencia de estas leguminosas en pastoreo fue baja o hubo que aplicar el pastoreo diferido con el consiguiente aumento de la carga en las gramíneas y la disminución de las ganancias de peso vivo en la época lluviosa (Valdés, Montoya & Duquesne, 1980; Valdés, Alfonso & Duquesne, 1984). Este mismo sistema de producción, pero en ceba final (Hernández et al., 1987), demostró sus ventajas de producir carne con bajos niveles de insumos, al obtener los mismos resultados en ganancias de peso vivo (419 vs 409 g/animal/día) que un sistema suplementado en la seca con miel urea al 3 % y 300 g de harina de soya por toro diariamente.

Por su parte Castillo, Ruíz, Puentes & Lucas (1989) introdujeron la leucaena en un 30 % del pastoreo de guinea común (*Panicum maximum* Jacq.) en los extremos de los cuarterones y obtuvieron ganancias diarias de 530 g/toro y un peso al sacrificio de 426 kg, muy por encima del obtenido en toros que no tuvieron acceso a la leucaena (342 kg).

Hernández, Hernández, Hernández, Carballo, Carnet, Mendoza, Mendoza & Rodríguez (1992) retransformaron áreas de baja productividad, mediante la siembra de pastos mejorados (*A. gayanus* cv. CIAT-621) y la leucaena en el 33,3 % del pastizal, y obtuvieron pesos al sacrificio de 448,6 kg con 29 meses de edad y ganancias acumuladas promedio de 487 g/toro/día, superando en un 64,34 % la producción de carne en pie del sistema tradicional. En este sistema el pastoreo de la leucaena fue diferido, en días alternos y en los momentos que las malas condiciones ambientales provocaron una reducción en la disponibilidad de los pastos. Por otra parte Castillo, Ruiz, Febles, Barrientos, Ramírez, Puentes, Díaz y Bernal (1993) utilizaron un sistema parecido, pero con libre acceso al banco de proteína todo el año, y también lograron altas ganancias de peso vivo para la ceba inicial y final, terminando los animales con 404 kg de PV luego de 17 meses de pastoreo.

Por el momento, los sistemas silvopastoriles ofrecen la opción más viable para que la producción animal contribuya efectivamente al desarrollo socioeconómico y equitativo, acorde con las bondades y requisitos naturales de la región (Avila, 1995).

Los estudios realizados en sistemas sostenibles en el trópico recomiendan el silvopastoreo como una alternativa posible para los productores que dispongan de pocos recursos (Gutteridge & Shelton, 1994; Pezo & Ibrahim, 1998).

De acuerdo con lo anteriormente planteado, Ibrahim, Camero, Pezo & Esquivel (1998) clasifican los sistemas silvopastoriles de la siguiente forma:

- ❖ Cercas vivas.
- ❖ Bancos de proteína o energía.
- ❖ Leñosas perennes como barreras vivas en áreas de pendiente, como parte de un sistema de corte y acarreo para la suplementación de ganado estabulado.
- ❖ Sistemas de cultivo en callejones con leguminosas arbóreas o arbustivas intercaladas con forrajeras herbáceas.
- ❖ Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales.
- ❖ Cortinas rompevientos en fincas ganaderas.
- ❖ Pastoreo en matorrales y bosques naturales.
- ❖ Árboles maderables o frutales dispersos en potreros.

De igual forma Sánchez (1999) propone clasificarlos como sigue:

- ❖ Pastoreo en bosques naturales.
- ❖ Pastoreo en plantaciones forestales para madera.
- ❖ Pastoreo en huertos.
- ❖ Pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales.
- ❖ Praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas.
- ❖ Sistemas mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte.
- ❖ Sistemas agroforestales especializados para la ganadería intensiva.

Desde el punto de vista de las prácticas que integran y por sus funciones, Nair (citado por Kass, 1992) concluye que los sistemas silvopastoriles se clasifican de la siguiente forma:

- a) Bancos de proteína.
- b) Asociaciones de árboles con pastos.
- c) Pastoreo en plantaciones forestales y frutales.
- d) Cercas vivas.

Los más utilizados y estudiados son: banco de proteína, asociación de árboles en toda el área, pastoreo en plantaciones forestales y frutales y cercas vivas.

#### 4.1 Cercas vivas

El empleo de cercas vivas es una práctica que comúnmente han desarrollado los productores en las explotaciones agrícolas de diversos países del mundo. Se ha demostrado que dentro de los sistemas silvopastoriles, las cercas vivas también proveen cantidades considerables de forraje para la nutrición animal.

Según Hernández & Simón (1993) las cercas vivas son una modalidad de los sistemas agroforestales que se basan en la plantación de árboles y arbustos (en líneas) en los linderos externos e internos de las fincas, fundamentalmente de postes o estacas de plantas con capacidad de rebrote, cuyo objetivo fundamental es impedir el paso de los animales o las personas, así como marcar los límites de las propiedades.

Por su parte, Otárola (1995) plantea que es una práctica tradicional de los agricultores en muchos países de América, y a venido ha sustituir las cercas muertas, cuya función era delimitar una propiedad y protegerla contra agentes externos.

Los agricultores han acumulado amplia experiencia en la implantación y manejo del sistema cercas vivas; cada especie tiene sus propias características de crecimiento, manejo y productos que se pueden obtener, tales como leña, madera, frutos, flores, forraje (para el ganado vacuno y otros animales domésticos), principios medicinales y otros (Budowski, 1982; Montagnini, 1992).

En las cercas vivas se utilizan numerosas especies, de acuerdo con las condiciones climáticas y las características culturales de la región. Existe una gran variedad de plantas que pueden ser utilizadas para cercas, desde árboles maderables hasta ornamentales, considerando que la cerca viva, frecuentemente, se establece para un fin determinado y un ambiente específico (Otárola, 1995). Ese mismo autor añade que se pueden utilizar especies leñosas o de los géneros *Agave*, *Yucca*, *Bromelia* y *Cactus* o cualquier especie vegetal que se adapte al lugar y a las características del terreno.

Las especies más comúnmente empleadas como cercas vivas en Norte, Centro y Sur América y en varios países de la Cuenca del Caribe son: *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Spondias purpurea* y *Erythrina berteroana* (Budowski, 1987).

En trabajos realizados en Cuba se plantea que las plantas más utilizadas en los linderos de las fincas ganaderas son: *B. simaruba*, *G. sepium*, *Erythrina sp.* y *Phicus sp.* (Simón, Hernández & Hernández, 1995).

Budowski, Russo & Mora (1985) resumieron las ventajas de las cercas vivas de la manera siguiente:

- ❖ Rinden diversos productos de valor económico, como alimento humano, forraje, productos medicinales, leña y nuevos postes para cercas.
- ❖ Protegen a los cultivos y animales contra el viento.
- ❖ Sirven como barrera para detener la erosión y tienen un efecto beneficioso sobre el suelo.
- ❖ Generalmente duran mucho tiempo.

Algunas de las desventajas que presentan son:

- ❖ La necesidad de un manejo cuidadoso con la poda.
- ❖ La dificultad para eliminarlas si se requiere prescindir de ellas en el futuro.
- ❖ Son hospederos de animales silvestres o plagas dañinas para los cultivos.
- ❖ Presentan problemas con la supervivencia de los postes.

Otaróla (1995) recomienda, entre otras medidas, para el establecimiento de una cerca viva de *G. sepium* las siguientes:

- ❖ Comprobar, a los 30 días de plantada, cuántas estacas han sobrevivido y cuáles han muerto, pues considera ese momento como el más oportuno para replantar si ello es necesario.
- ❖ Eliminar con frecuencia las malas hierbas, especialmente las plantas trepadoras, sin ocasionar ninguna lesión al estacón.

- ❖ Eliminar los brotes que aparecen en las partes media y baja del estacón, para evitar que los animales los consuman y dañen la estaca.

Con anterioridad se han señalado las bondades que ofrece el uso de esta práctica en la ganadería tropical, que incluye el alto valor biológico de su follaje, el mejoramiento de las condiciones del suelo, la sombra y la protección a los animales y el pasto.

En la especie *G. sepium* se han alcanzado producciones de biomasa comestible de 4,4 kg de MS/árbol y una digestibilidad in situ de la materia seca del 58,05 % a los 120 días del rebrote, después de efectuada una poda estratégica (Arcos, 2000).

El potencial de producción de biomasa comestible en cercas vivas depende de la especie utilizada, la distancia de siembra, la época del año, la frecuencia de poda y las características edafoclimáticas del sitio. Por ejemplo, en el trópico húmedo de Costa Rica se ha observado un mayor potencial de producción de biomasa forrajera en cercas de poró (*E. berterona*) que de madero negro (*G. sepium*), pero además se detectó que existía una mayor variabilidad entre fincas que entre especies (CATIE citado por Ibrahim, Camero, Pezo & Esquivel, 1998).

Por su parte, Mendieta (2000) plantea que el costo de instalación de un cerco vivo por hectárea de 308 dólares, valor inferior al que se necesita para instalar un cerco muerto (356 dólares), aunque no son estadísticamente diferentes.

En las fincas ganaderas el uso de las cercas vivas puede significar considerables ahorros para el agricultor, ya que cada día se hace más difícil adquirir postes de madera perdurables y los postes artificiales o de concreto han adquirido precios cada vez más prohibitivos (Hernández & Simón, 1994).

## 4.2 Bancos de proteínas

Se denomina bancos de proteína a la siembra de herbáceas rastrera, o de árboles y arbustos cuyo follaje tiene un alto contenido de proteína, dispuestas en arreglos de alta densidad de plantas (Hernández & Simón, 1993; Camero & Ibrahim, 1995).

Según Murgueitio, Rosales & Gómez (2001), desde el punto de vista de la nutrición animal los árboles y arbustos forrajeros son considerados principalmente como fuentes de proteína. Debido a esta característica, a los cultivos de estas especies con propósito forrajero se les conoce como bancos de proteína.

Por su parte, Milera (1991) plantea que es una técnica de utilización de las leguminosas arbustivas y/o volubles puras o asociadas a gramíneas, con el objetivo de ser utilizadas como suplemento proteico en los sistemas de pastoreo.

Este concepto coincide con lo planteado por Ruiz, Febles, Jordán, Castillo, Zarragoitia, Díaz, Crespo & Ramírez (1990), aunque estos autores los subdividen en bancos de acceso libre o limitado de los animales. La diferencia entre estas formas de utilización consiste en que en el primer caso no existen cercas divisorias entre las áreas de las gramíneas y las de leguminosas, mientras que en el otro sí.

En otros países el concepto de banco de proteína es sustituido por el de banco forrajero. En estos bancos forrajeros las especies están sembradas en una masa compacta; se utilizan árboles de reconocido valor forrajero y un alto contenido de proteína en su biomasa comestible para su utilización en la alimentación animal (Pezo & Ibrahim, 1998).

Según Rincón (1995) las especies que integran un banco de proteína deben satisfacer ciertos requisitos, entre los que se encuentran:

- ❖ Persistencia a diferentes frecuencias de defoliación.
- ❖ Palatables al ganado.
- ❖ Capacidad de rebrote de mediana a alta.
- ❖ Alto contenido de proteína.
- ❖ Bajo o nulo contenido de metabolitos secundarios.

Existen dos formas de aprovechamiento de los bancos de proteína; una es cosechar el forraje y llevarlo a los animales en sistemas de corte y acarreo, y otra a través de pastoreo directo de los animales.

Los bancos de proteína en los cuales los animales pastorean directamente los árboles han sido descritos por varios autores (Ruiz, Febles & Hernández, 1987; Milera, 1991; Jordán, Castillo, Ruiz & Febles, 1991).

En Cuba, al emplear los bancos de proteína con pastoreo directo de los animales, se han alcanzado producciones de leche de 9 a 10 kg/vaca/día, con el uso de fertilizantes en el área de la gramínea (Milera, Iglesias, Remy & Cabrera, 1994). Cuando no se empleó fertilizantes químicos se produjo una disminución en los rendimientos de MS y en la calidad del alimento, y una menor producción láctea (3-5 kg/vaca/día). Además, hubo un efecto negativo en la reproducción, pues se incrementaron las vacas vacías debido al bajo contenido



de PB de los pastos. Resultados similares fueron encontrados por otros autores (Jones, 1994; Soler, Chacón, Arriola, Valle & Rodríguez, 1996; Lamela, Valdés & Fung, 1996a; Lamela, Valdés & Fung, 1996b).

Una preocupación para los ganaderos que explotan bancos de proteína en pastoreo es la altura que alcanzan las especies arbóreas. Según Ruiz, Febles, Cobarrubia, Díaz & Bernal (1986), con el decursar de los años el incremento de la altura representa una gran pérdida de biomasa comestible. Ello indica que las podas son una actividad necesaria para el manejo y la explotación del banco de proteína en pastoreo.

Hernández, Alfonso & Duquesne (1987) demostraron la factibilidad de la poda escalonada de la leucaena a una altura entre 1,0 y 1,2 m, al obtener resultados satisfactorios en la respuesta animal y una buena recuperación de las especies arbóreas después de esta labor.

En muchos lugares del trópico, los sistemas intensivos de producción animal y la necesidad de obtener leña hacen necesario que los árboles sean cortados y se utilicen en sistemas de banco de forraje para corte y acarreo, donde se realiza un uso intensivo de la tierra.

Por su parte, Horne, Catchpoole & Ella (1986) consideran que hay varios factores que influyen en el empleo de las plantas arbóreas en sistemas de corte y acarreo, entre los que se encuentran:

- a) La altura de corte
- b) La frecuencia de corte.
- c) La densidad de plantas.
- d) Los factores edafoclimáticos.
- e) Las interacciones entre ellos.

Muchos investigadores han encontrado que con alturas de corte superiores se obtienen mejores rendimientos de materia seca. Pathak, Rai & Roy (1980) hallaron que la mejor altura de corte para la producción de leucaena fue a 75 cm de suelo, que fue la mayor altura estudiada.

Por su parte, Krishnamurthy & Munegowde (1982a; 1982b) compararon en dos experimentos diferentes alturas de corte y obtuvieron que la mayor altura (150 cm) produjo los mejores rendimientos.

En Cuba, Francisco, Simón & Soca (1998) evaluaron el efecto de tres alturas de corte (40, 100 y 150 cm) en la producción de biomasa comestible de *L. leucocephala*, y obtuvieron las mayores producciones a la altura de 150 cm (367 kg de MS/ha) en el período poco lluvioso; mientras que no hubo diferencias significativas entre los rendimientos de biomasa comestible obtenidos para las alturas de 100 y 150 cm (250 y 287 kg de MS/ha) en el período lluvioso; sin embargo, Jama & Nair (1989), al estudiar un amplio rango de alturas de corte (30, 60, 90 cm), no hallaron diferencias significativas en los rendimientos de materia seca.

Otro factor que se debe considerar para obtener altos rendimientos de materia seca es el intervalo entre cortes. Osman (1981) comparó cuatro intervalos de corte (30, 60, 90 y 120 días) y concluyó que a los 90 días se alcanzaron los rendimientos óptimos de materia seca comestible.

Según Shelton & Brewbaker (1994), en sitios muy productivos los intervalos entre cortes pueden ser de 6-8 semanas y de 12 semanas en las zonas menos productivas.

Los intervalos de corte óptimos para promover altos rendimientos de materia seca comestible varían con los factores ambientales. En sentido general, los intervalos más largos entre defoliaciones incrementan el rendimiento total; no obstante, la alta proporción de material leñoso o no comestible también puede conducir a una disminución de la calidad del forraje.

En estos sistemas, para comenzar su explotación después de la siembra es preciso que haya transcurrido un período de 6-12 meses para permitir la formación del sistema radical y que el diámetro del tronco basal sea al menos de 10-15 mm antes de imponerle un régimen de corte (Hernández & Simón, 1994; Camero & Ibrahim, 1995).

### 4.3 Asociaciones de árboles con pastos

Según Barrios, Castro, Midence & Torres (2000), en los sistemas de asociación de árboles con pastos el objetivo principal es la ganadería, aunque de forma secundaria se puede lograr la producción de madera, leña o frutas. Los animales pastan en toda el área de pastoreo y a su vez consumen las hojas, frutas, cortezas y otras partes del árbol.

La utilización de los árboles leguminosos en estos sistemas ayuda a la rehabilitación de los suelos a través de una fuerte recirculación de nutrimentos y la fijación simbiótica del nitrógeno. Esta característica de la asociación le da ventaja sobre los sistemas de banco de proteína, los cuales no pueden emplearse como aportadores y mejoradores del suelo, ya que los árboles están presentes solo en una parte del área (Simón, 1996).

El uso de leguminosas arbóreas y herbáceas en el sistema de banco de proteína está limitado al 20-30 % del área total de pastoreo; por lo tanto, los beneficios que estas plantas pueden aportar estarán circunscritos

solamente al área que ocupan; mientras en las asociaciones las leguminosas arbóreas y herbáceas, sembradas por diferentes métodos, cubren todo el área de pastoreo y benefician a toda la pradera (Simón, 1996).

En los sistemas asociados las gramíneas aportan el alimento voluminoso, mientras que las leguminosas, por su alto contenido de proteína, sirven como suplemento o complemento de la ración en pastoreo (Simón, 1998). Ruiz et al. (1997) lograron el establecimiento temprano (120 días) de dos especies de *Cynodon* y una especie de *Panicum* junto a *Leucaena* sin afectar el crecimiento de ninguno de los componentes. Por su parte, Lazo, Ruiz, Febles y Díaz (1995) plantearon que la mezcla de más de una gramínea puede ser superior a la siembra de una sola especie, pues informaron un rendimiento de un 57 % superior en una mezcla de *Cynodon-Panicum* con respecto a la siembra por separado de cada una de ellas.

Hernández, Alfonso & Duquesne (1986) observaron que las gramíneas asociadas a la leucaena presentaron porcentajes de PB mayores que los de las gramíneas puras, lo que indica que esta especie fija el nitrógeno al suelo y lo transfiere, en alguna medida, a las gramíneas acompañantes.

En este sentido, los árboles leguminosos tienen la ventaja de fijar el nitrógeno atmosférico mediante los rizobios que viven en simbiosis con sus raíces. Las cantidades que pueden fijar están entre 30 y 500 kg/ha/año, en dependencia de la especie, el clima y el tipo de suelo (Hernández, 1998).

Por su parte, Hernández et al (1986); Hernández & Simón (1993) y Hernández, Reyes, Carballo & Tang (1994) señalan la importancia de la introducción de los árboles leguminosos en toda el área de pastoreo, ya que ayuda a la rehabilitación de los pastizales a través de un fuerte reciclaje de nutrientes y la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, que permite un incremento de la fertilidad de los suelos.

En Cuba se han desarrollado pocos sistemas de asociación de pasto en toda el área y se le da prioridad a los bancos de proteína; sin embargo, los trabajos de Hernández et al. (1986; 1987) y Simón, Hernández & Duquesne (1994) con el empleo de *L. leucocephala* y *A. lebbeck*, respectivamente, y los realizados por Hernández et al. (1994; 1998) con asociaciones múltiples de gramíneas y leguminosas, han demostrado la eficiencia de estos sistemas para la producción de leche y carne si se comparan con sistemas a base de gramíneas solas sin fertilizar o con el empleo de la especie arbórea en un 20-30 % del área.

## 5. Interacción de suelo-planta-animal en los Sistemas Silvopastoriles (SSP)

En estos sistemas las plantas y animales interactúan con el suelo y brindan servicios tales como sombra, disminución del viento y de la escorrentía, reciclaje de nutrientes, diseminación y escarificación de la semilla; sin embargo, el empleo de altas cargas puede producir compactación de los suelos y, por ende, afectar el crecimiento de los árboles y otras plantas asociadas (Iglesias, 1998b).

Las ventajas biológicas son:

- ❖ La energía solar es usada más eficientemente por la biomasa vegetal, debido a la estratificación vertical de los componentes vegetativos del sistema. Además, el suelo es protegido de una erosión severa.
- ❖ Usualmente se presenta cierta estratificación vertical del sistema radical de las diferentes especies de plantas. Al ocupar las raíces diferentes horizontes del suelo, se mejora la amplitud de remoción de nutrimentos esenciales.
- ❖ La presencia de los árboles en el sistema productivo facilita el reciclaje de nutrimentos removidos y, simultáneamente, los residuos de las plantas dan protección al suelo contra la erosión.
- ❖ Si los árboles empleados son leguminosos, fijan el nitrógeno atmosférico, lo que contribuye a mejorar la fertilidad del suelo.

Las ventajas económicas son:

- ❖ Una reducción de los costos por controlar la maleza debajo de los árboles, pues con el pastoreo se aminora la masa de especies herbáceas debido al consumo realizado por los animales.
- ❖ Una diversificación de los productos de salidas.
- ❖ Un posible incremento del egreso total de productos producidos por unidad de área de tierra, en lo cual reemplaza al sistema productivo de monocultivo.

Las excretas son el producto final del proceso de degradación de los alimentos, mediante el cual salen al exterior una gran cantidad de nutrientes no asimilables por los animales. En este sentido en las áreas de pastoreo la deposición de las excretas sobre el pastizal tiene un gran significado, por su contribución energética a los pastos. Las excretas dentro de la pradera pastoreada constituyen pequeños microhábitat caracterizados por especiales condiciones físicas y químicas. En ella se desarrolla una rica y variada fauna edáfica, en ocasiones muy especializada, que toma parte activa en los flujos de materia y energía que tienen lugar entre la materia fecal y el pastizal (Rodríguez, Crespo & Fraga, 1998).

Sin embargo, las a pesar de sus cuantiosas contribuciones al suelo y al pasto, las excretas constituyen el vehículo para el desarrollo y la expansión de varias enfermedades de importancia para el ganado, por lo que su rápida descomposición no solo contribuirá a acelerar la incorporación de nutrientes, sino también a disminuir el grado de infestación en los animales.

Según Lobo & Veiga (1990), cuando una bosta cae a la superficie del suelo produce una modificación en los estratos en que se subdivide el suelo de la pradera que, queda modificado en varios niveles: el Eucopros, es el primer nivel y está formado por la bosta; el Epicopros, que constituye el nivel de interfase entre el suelo y la bosta; y por último el Hipocopros, que es el suelo situado debajo de las bostas, el cual va sufriendo notables modificaciones tanto físicas como químicas en el transcurso de la evolución del excremento.

Las relaciones que se establecen entre los diferentes componentes en estos sistemas suelen ser variables y complejas. En los sistemas silvopastoriles, la presencia de las leñosas forrajeras puede contribuir a mejorar la productividad del suelo y, por ende, favorece el desarrollo del estrato herbáceo. Cuando los árboles y los pastos comparten el mismo terreno pueden presentarse entre ellos relaciones de interferencia, como son: la competencia por la radiación lumínica, el agua o los nutrientes y los procesos alelopáticos. En cambio, muchos pueden ser los beneficios que reciben las pasturas de las plantas arbóreas, entre las más importantes: la fijación de nitrógeno, el reciclaje de nutrimentos, la mejora en el uso eficiente de los nutrientes, el mantenimiento de la materia orgánica, el control de la erosión en el suelo y el amortiguamiento de los efectos climáticos (Pezo & Ibrahim, 1999 y Hernández & Russell, 2001).

La sombra de los árboles puede afectar la producción de biomasa herbácea, ya que no todas las especies responden igual a la disminución de la energía lumínica. El sombreado puede variar la calidad nutritiva de los pastos; así, Pentón (2000) informó un aumento significativo de la proteína y la ceniza en el pastizal bajo condiciones silvopastoriles.

Por otra parte, tanto las pasturas como los árboles pueden verse afectados por los animales. En el acto de pastorear los animales afectan directamente a las pasturas a través de la defoliación selectiva que ejercen, así como por el pisoteo. El ganado puede ejercer efectos negativos en los árboles, en especial en los estadios juveniles, ya que les provocan daños físicos al rascarse en los tallos, raspar la corteza o al cosechar intensamente los nuevos rebrotes.

Sin embargo, son muchos los beneficios que reciben los animales de ambos componentes, el follaje, los frutos e incluso la corteza de muchas leñosas perennes constituyen una parte importante de la dieta de los animales, especialmente en el período seco (Soca & Simón, 1999; Francisco & Hernández, 1999). La mayor contribución de los árboles a la dieta radica en sus aportes de nutrientes, fundamentalmente proteína, vitaminas y minerales (Hernández & Simón, 1994). Según Camero (1996), los contenidos proteicos de estas plantas duplican o triplican los de los pastos tropicales y, en varios casos, también resultan superiores a los de los concentrados comerciales más comúnmente utilizados para la alimentación de rumiantes.

Por otra parte, la presencia de los árboles en los ecosistemas ganaderos contrarresta los efectos negativos de los cambios climáticos, no solo sobre los animales sino también sobre las pasturas y el suelo (Carpio y Gómez, 1993; Murgueitio et al., 2001). Los animales, por su parte, contribuyen en el sistema a través del retorno de nutrientes y la dispersión de semillas a través de las heces fecales y la orina.

## Capítulo II. Metodología Experimental

**Ubicación del área experimental.** El estudio se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base (UEB) de Reproducción perteneciente a la Empresa Genética y Crías “Comandante Manuel Fajardo” de Jiguaní, provincia Granma, la cual se encuentran situada en zonas aledañas al municipio Jiguaní, y con 115 m de altura sobre el nivel de mar, que limita al oeste con la Empresa de Cultivos Varios del municipio Bayamo, al este con la Empresa Pecuaria 14 de Junio del municipio Jiguaní, al sur con EMA de Guisa y al norte con la Empresa de Cultivos Varios “Cauto La Yaya”.

En dicha unidad se explota el genotipo Brown Swiss.

**Características del clima.** El suelo sobre el cual se desarrolló el trabajo experimental se clasificó como Pardo con carbonatos (Academia de Ciencias de Cuba, 1979), con un relieve llano.

La temperatura media anual fue de 24,0°C, con una media de 23,9 °C en invierno y 26,8°C verano. La precipitación media anual histórica de la región es de 1 080 mm, con un promedio de 805 mm en el período lluvioso (época de lluvia) y de 275 mm en la período poco lluvioso (época de seca).

Durante el período experimental la precipitación fue de 959 y 1 232 mm de agua para las etapas de establecimiento de la leucaena y evaluación de la asociación, respectivamente (fig. 2).

La evaporación media anual tuvo un valor de 2 397 mm con una media en invierno 141 mm y en verano de 805 mm. La humedad relativa fue de 81% con valores en invierno de 81% y 82% en verano.

Las precipitaciones durante el período de establecimiento se muestran en la figura 2 donde se aprecia que a pesar de haber realizado las siembras fuera de fecha (noviembre 6/99) existió humedad en el suelo para permitir el crecimiento de la Leucaena, a pesar que estos valores estuvieron por debajo de la media histórica, excepto en el mes de noviembre/99 y septiembre/00.

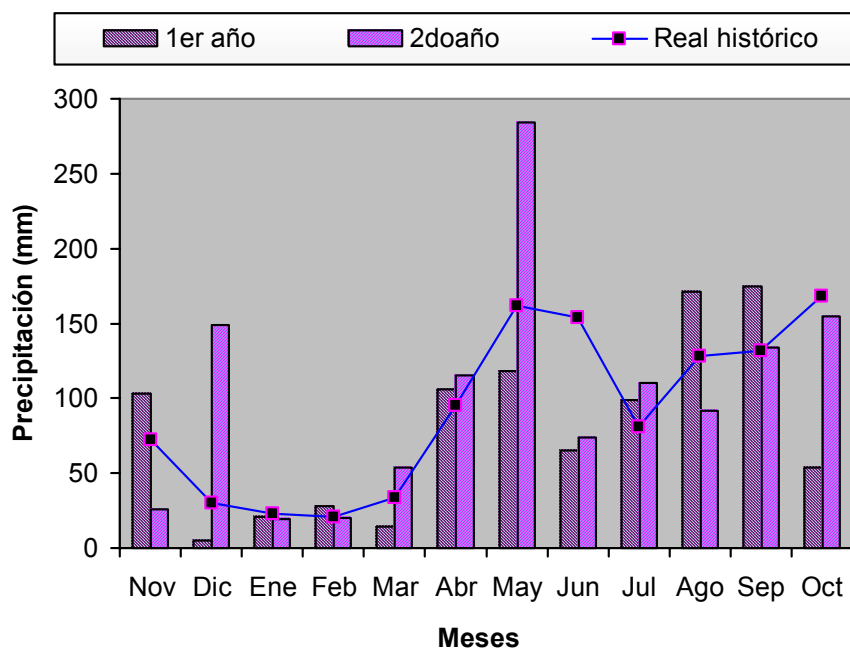


Fig. 2 .Comportamiento de las precipitaciones

**Caracterización del suelo.** Se realizó un muestreo del suelo al inicio del experimento para caracterizar su composición química (tabla 9). Se determinó el pH, así como los contenidos de MO, fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ).

Tabla 9. Caracterización química del suelo.

Indicador	Control	3*5	1*5	Chorrillo	ES±
pH	7.0	7.0	6.9	7.0	0.10
MO (%)	6.7	6.1	6.7	6.2	0.34
$P_2O_5$ (mg/100g)	.36	.42	.63	.36	0.10
$K_2O$ (mg/100g)	65.6	67.8	71.5	77.7	5.3

**Diseño y tratamientos:** Se utilizó un área de 3 ha de suelo, donde existía antes de iniciar la investigación solo un 12 % de pasto estrella.

El área se distribuyó en cuatro tratamientos en un diseño totalmente aleatorizado para estudiar el efecto de tres marcos de siembra de *Leucaena leucocephala* cv Perú, los cuales fueron:

- A) Control (pasto estrella sin árboles)
- B) 3\*5 metros
- C) 1\*5 metros
- D) Chorrillo

La densidad de semilla de leucaena en los marcos de siembra de 3\*5, 1\*5 y Chorrillo fue de 0,1; 0,3 y 0,6 kg/tratamiento respectivamente.

Cada tratamiento contó con un área total de 0,75 ha, con tres réplicas de 0,25 ha. La investigación constó de dos etapas, la primera fue el establecimiento de la Leucaena y la segunda la evaluación bajo pastoreo simulado durante un año.

Se utilizaron 65 vacas Brown Swiss con sus terneros para mantener una carga instantánea sobre el pasto de 80,9 UGM.

**Procedimiento.** Se realizó una preparación de suelo completa en toda el área experimental con rotura (arado ADI-3) y dos pases de grada (equipo T-150K); además, para que el suelo quedara bien mullido se pasó una grada ligera (408 kg).

La semilla se sumergió en agua a temperatura ambiente durante 24 horas antes de la siembra. El día 6 de noviembre se sacó del agua y se le realizó un secado ligero; más tarde se le incorporó el inóculo a razón de 10 g de Rhizobium (Cepa 4033 con una población de  $10^8$ ) en 1 kg de semilla. Para facilitar el contacto de la semilla con el inóculo se utilizó una dilución de miel al 10%.

El 6 de noviembre, aprovechando la excelente humedad del suelo, se sembró la leucaena de forma manual, después de haber surcado con bueyes los surcos a 5 m de distancia. La distancia entre plantas para garantizar las poblaciones en los tratamientos con *L. leucocephala* cv. Perú fue la siguiente:

Tratamientos	Distancia [m]		Densidad de plantas
	Entre surcos	Dentro de surcos	
(B)	5	3	3 333
(C)	5	1	8 000
(D)	5	Chorrillo	14 222

Para garantizar la población de cada variante experimental se aplicaron seis semillas por golpe, excepto en el tratamiento Chorrillo, donde se utilizaron 12 por metro lineal. La semilla tenía un 85% de germinación.

Durante el establecimiento se realizaron tres labores de limpieza para eliminar las malas hierbas de lo surco de la leguminosa.

Se consideró establecida la leucaena cuando alcanzó 2 de altura en todos los tratamientos.

En la etapa de utilización del área con los animales, los tiempos de reposo para el pasto estuvieron en función de la recuperación de los árboles, es decir, donde la disponibilidad fuera la adecuada para realizar un nuevo pastoreo. Los tiempos de reposo se encontraron entre 52 y 70 días.

**Mediciones.** Se realizaron de la siguiente forma:

#### 1. Gramíneas

- ✓ Se estimó el área cubierta (composición botánica) por el pasto estrella y por las malas hierbas, así como la despoblación desde la rehabilitación hasta su establecimiento, y posteriormente a este se determinó al inicio y en final de cada época del año

- ✓ La composición botánica se estimó por el método de los pasos descrito por Anon. (1980), caminando por dos franjas en cada réplica. Cada dos pasos el observador clasificó la especie de pasto que coincidía en la punta de su zapato.
- ✓ Altura de la cubierta herbácea Se tomó de forma aleatoria con una regla dividida en centímetros, en 50 puntos de cada réplica
- ✓ Disponibilidad. Antes de cada pastoreo.

La disponibilidad del pasto se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez, Milera, Remy, Yepes & Hernández (1990), que consistió en determinar ese indicador a través de la altura media del pastizal.

Los muestreos se realizaron antes de entrar los animales con 40 observaciones de ese indicador por réplica y se aplicó la siguiente fórmula:

$$Y = PM * (X/X_m) * 40$$

Donde:

Y = disponibilidad de MS en kg/ha

X = Altura media de la réplica

X<sub>m</sub> = Altura del pasto en el marco de 0,25 m<sup>2</sup>

40 = Factor

- ✓ Análisis químico del pasto. Paralelamente a los muestreos de disponibilidad se tomaron muestras de pastos (300 g) para estimar su calidad por época, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo y se enviaron al laboratorio, donde se determinó el contenido de materia seca (MS), proteína bruta (PB), calcio (Ca) y fósforo (P).

## 2. Árboles

- a) Se estimó el número de plantas germinadas de dos surcos en cada réplica.
- b) Altura de las plantas. Se determinó la altura en 10 plantas por cada réplica desde el inicio del experimento, con el empleo de una regla graduada en centímetros hasta que concluyó la evaluación.
- c) Ancho de la copa. Esta observación se realizó en 10 plantas por réplica, utilizando una cinta métrica en ambas épocas del año.
- d) Diámetro del tronco. Se determinó el diámetro a 1,30 m en 20 plantas por réplica. La medición se realizó con un pie de rey.
- f) Rendimiento de follaje. Antes de cada pastoreo

La disponibilidad se estimó en 10 de los árboles establecidos en cada réplica antes de cada pastoreo, simulando el ramoneo que realizan los animales a una altura de 2 m, a los cuales se les seleccionó de forma manual las partes más tiernas (hojas y tallos finos).

- g) Persistencia. Al inicio y al final de cada época.

La población de plantas se calculó en distintos momentos del experimento; para ello se contó la cantidad de plantas en dos surcos en cada réplica, la cual se multiplicó por la distancia entre surcos y se determinó la cantidad de plantas en esa área; con posterioridad se calculó el número de plantas por hectárea.

- h) Composición química. Al inicio y al final de cada época

Luego de efectuar cada muestreo se enviaron muestras representativas al Laboratorio Provincial de Suelo para determinar la composición química del alimento. Los indicadores medidos fueron: materia seca (MS), proteína bruta (PB), calcio (Ca) y fósforo (P), según las técnicas descritas por la AOAC (1965).

- h) Se realizó una poda al final de la evaluación a un metro de altura en 10 plantas/réplica para determinar el follaje comestible no accesible a los animales.

## Capítulo III. Resultados Experimentales

### 3.1 Etapa de establecimiento

La dinámica evolutiva del pasto mejorado durante la etapa de establecimiento (fig. 3) mostró la mayor área cubierta por el pasto mejorado ( $P<0,01$ ) en el tratamiento a chorrillo (diciembre-mayo), pero en noviembre estas diferencias desaparecieron en todos los tratamientos, por alcanzar como promedio un 84-87 %. Se debe destacar que el pasto estrella fue la especie que más predominó en el pastizal como especie mejorada; sin embargo, en el marco de siembra a chorrillo fue donde estuvo menos representada (25 %), particularmente al concluir la etapa de establecimiento de la leucaena en el mes de noviembre. En los restantes tratamientos esta gramínea representó entre el 40 y el 80 % de los pastos mejorados.

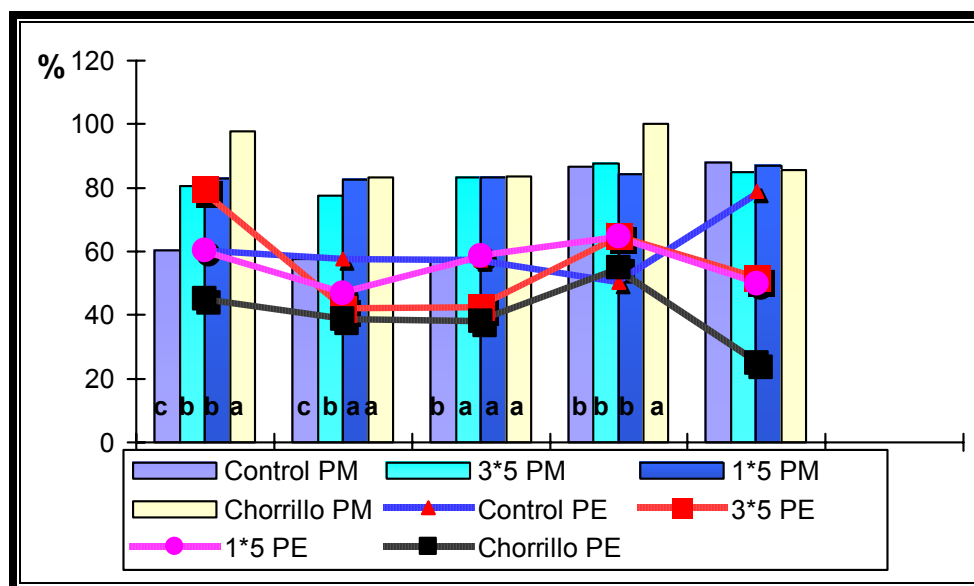


Fig. 3. Área cubierta por el pasto mejorado durante la etapa de establecimiento. a,b,c,d Valores con superíndices diferentes difieren a  $P<0,01$  (Duncan,1955) \*\*\* $P<0,01$

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P<0,01$ ) para el área cubierta de malas hierbas en los meses de diciembre, mayo y noviembre, y se alcanzaron los mayores valores en ese indicador al concluir el establecimiento en la distancia de siembra de 3\*5 (12,1%) y en el control (3 %). En los meses de marzo y abril no existieron diferencias entre los tratamientos (fig. 4).

En la figura 5 se puede apreciar que existieron diferencia entre los tratamientos ( $P<0,01$ ) en el por ciento de área despoblada dentro de cada tratamiento. La variante que mantuvo más despoblación durante el establecimiento fue el control, que no pudo cubrir toda su área hasta el mes de noviembre/00, no así en el tratamiento de 3\*5, cuyos valores fueron bajos (3 %).

La altura del estrato herbáceo (fig. 6) durante el establecimiento difirió significativamente entre los tratamientos ( $P<0,01$ ). Al final del período el marco de siembra a chorrillo alcanzó un valor superior al del control, 3\*5 y 1\*5.

Los conteos de plantas (tabla 1) mostraron que a medida que la distancia entre esta era menor, la cantidad de individuos se incrementaba; las mayores poblaciones se encontraron en el tratamiento a chorrillo (14 000 plantas/ha) y las menores en el de 3\*5 (3 333).

El análisis estadístico mostró diferencias significativas para la altura de la Leucaena (fig. 6) en dos momentos (marzo y junio), pero estas desaparecieron en todos los tratamientos al alcanzar las plantas los 2 m de altura en el mes de noviembre, es decir, a los 12 meses de haber sido sembrada.

La dinámica del crecimiento del diámetro del tronco de la arbórea después a que esta alcanzó los 1,3 m de altura mostró que no hubo efecto de los tratamiento durante todo el establecimiento (fig. 7), aunque los de menor densidad de plantas presentaron un mayor crecimiento (3\*5 y 1\*5) que el de a chorrillo (fig. 6).

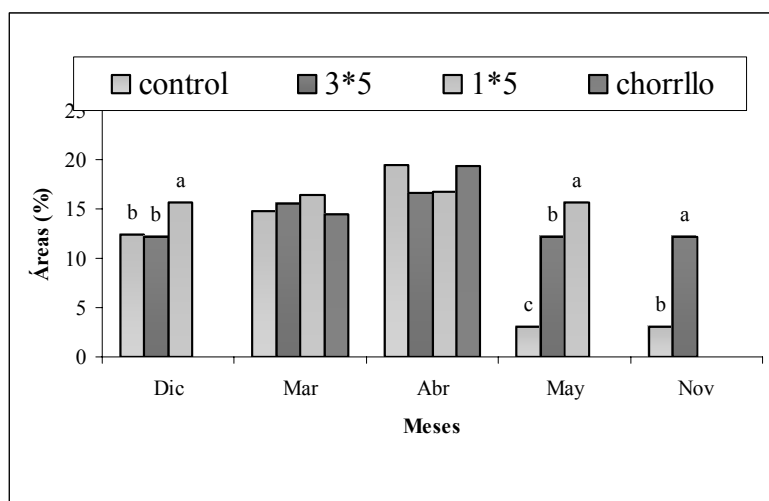


Fig. 4. Áreas cubierta de malas hierbas.

a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955).

\*\* $P < 0,01$

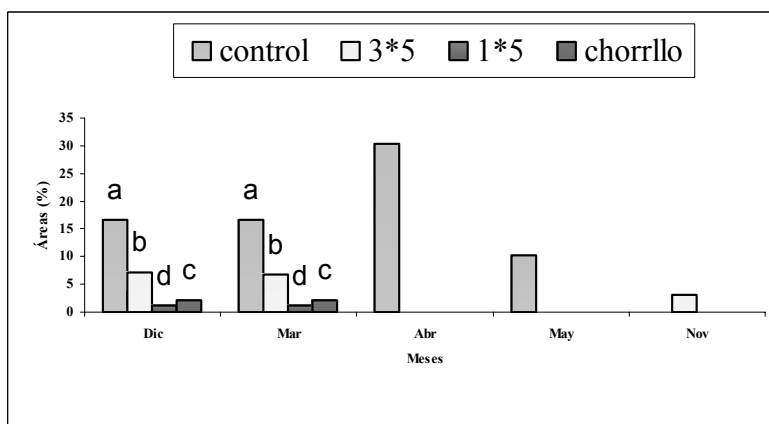


Fig. 5. Área despoblada.

a,b,c,d Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955)

\*\* $P < 0,01$

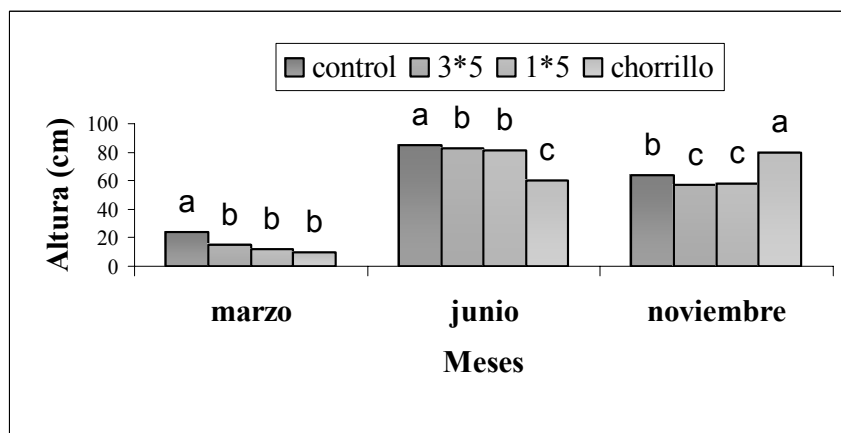


Fig. 6. Altura del estrato herbáceo

a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955)

\*\* $P < 0,01$



Tabla 10. Población de *Leucaena* durante la fase de establecimiento.

TRATAMIENTO	FEBRERO	NOVIEMBRE
3*5	2 965	3 333
1*5	8 876	8 000
CHORRILLO	11 179	14 000

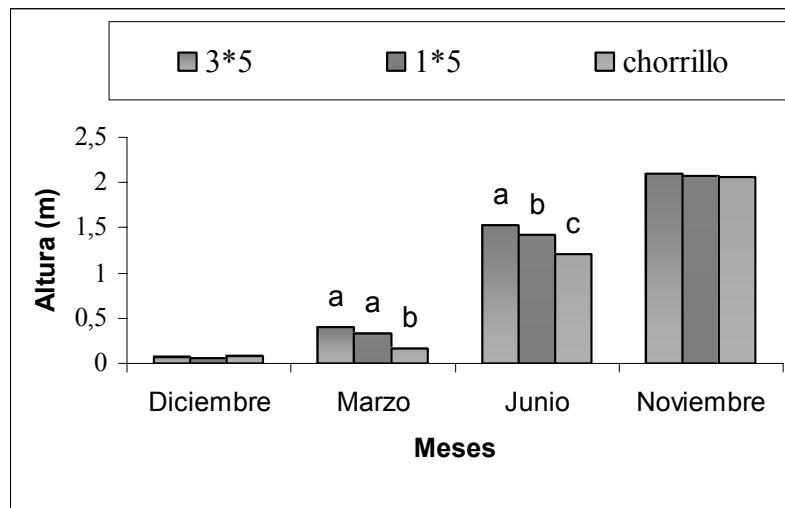


Fig. 7. Altura de la *Leucaena*.

a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955)  
 $**P < 0,01$

Al analizar el ancho de la copa (fig. 7), cuando concluyó el establecimiento de la *Leucaena* en todos los tratamientos se encontró que a medida que se aumentó la densidad de plantas, este indicador tuvo una tendencia a disminuir, aunque no existieron diferencias significativas.

La inclusión de la leucaena dentro del pastoreo determinó que los gastos por cada hectárea que se incorporó al sistema, se elevaron entre un 25 y 83 %, en dependencia del marco de siembra que se utilizó, el más económico fue el de 3\*5 (245.65 pesos/ha). Los indicadores que elevaron los costos fueron salario, costo de la maquinaria e interés bancario (tabla 2).

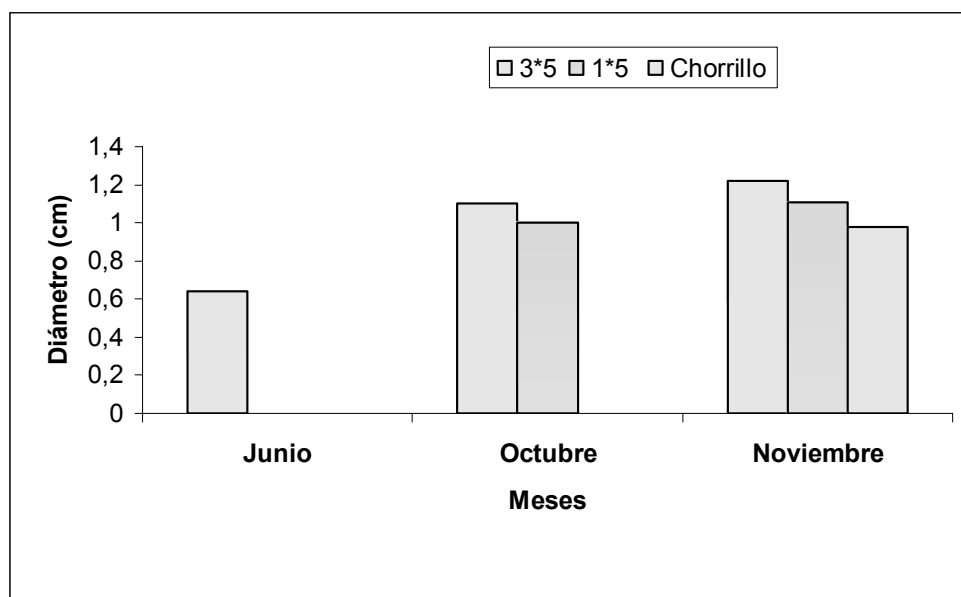


Fig. 8. Diámetro del tronco durante el establecimiento.

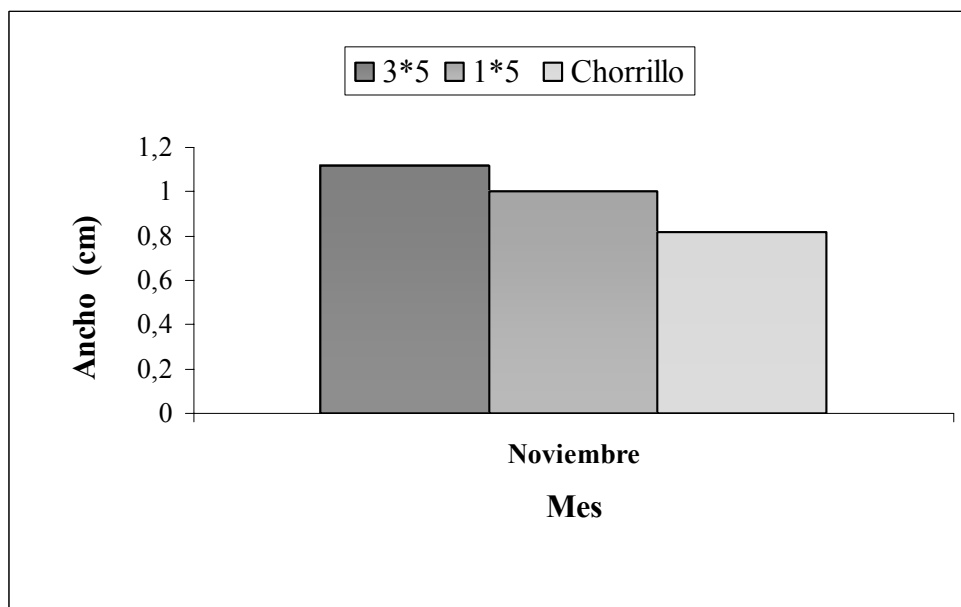


Fig. 9. Ancho de copa durante el establecimiento.

Tabla 11. Total de gastos en el establecimiento.

Indicadores	Control	3.5	1.5	Chorrillo
Combustible	13.14	13.14	13.14	13.14
Salario	37.35	66.81	82.89	98.97
Costo de la maquinaria	51.04	51.04	51.04	51.04
Valor del inóculo	-	0.03	0.08	0.15
Valor de la semilla	-	10.66	31.98	63.96
Interés bancario	45.29	45.29	45.29	45.29
Total/tratamiento	146.82	184.24	224.42	269.55
<b>Total/ha</b>	<b>195.76</b>	<b>245.65</b>	<b>299.22</b>	<b>359.40</b>

### 3.2 Etapa de evaluación con animales bajo pastoreo simulado

El análisis del contenido de proteína (fig. 10) mostró que cuando el pasto estrella no estuvo asociado a la *leucaena* presentó un menor valor; sin embargo, la inclusión de la leucaena en el pastizal incrementó sus valores entre 1 a 1,7 unidades. La leucaena alcanzó valores superiores al 20 % en todos los marcos de siembra estudiados, con valores muy similares entre los tratamientos.

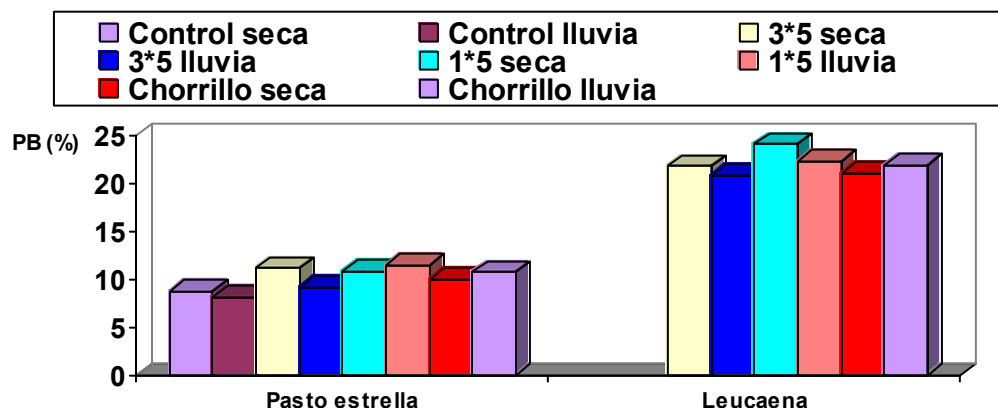


Fig. 10 Contenido de PB del pasto estrella y leucaena

Los contenidos de calcio y fósforo del pasto estrella y la leucaena se muestran en la figura 11, donde no se aprecian cambios importantes en estas especies para ambos nutrientes.

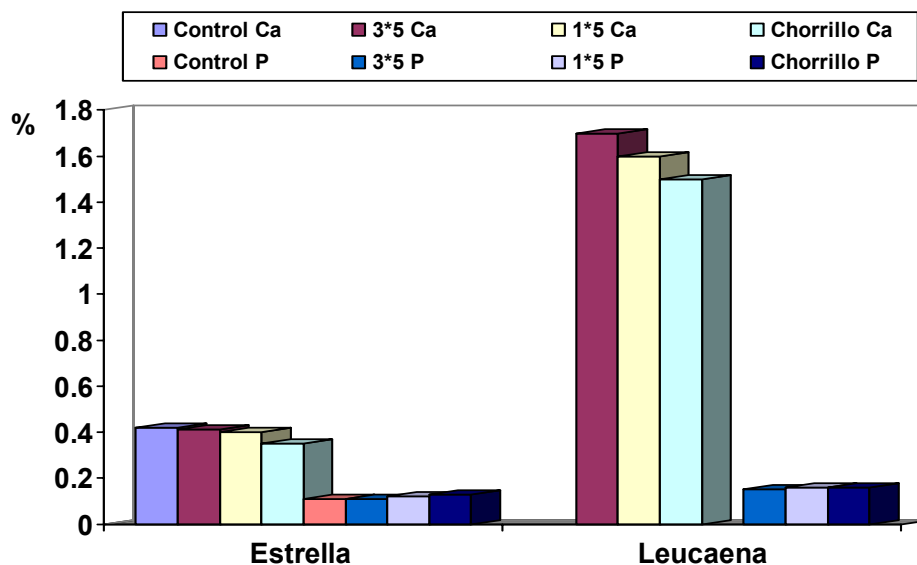


Fig. 11. Contenido de calcio fósforo del pasto estrella y la leucaena.

La disponibilidad de MS de gramíneas (fig. 12) por época mostró que solo existieron diferencias significativas entre los tratamientos en la lluvia ( $P < 0,01$ ) a favor del marco de siembra de 3\*5, el cual no difirió de los restantes.

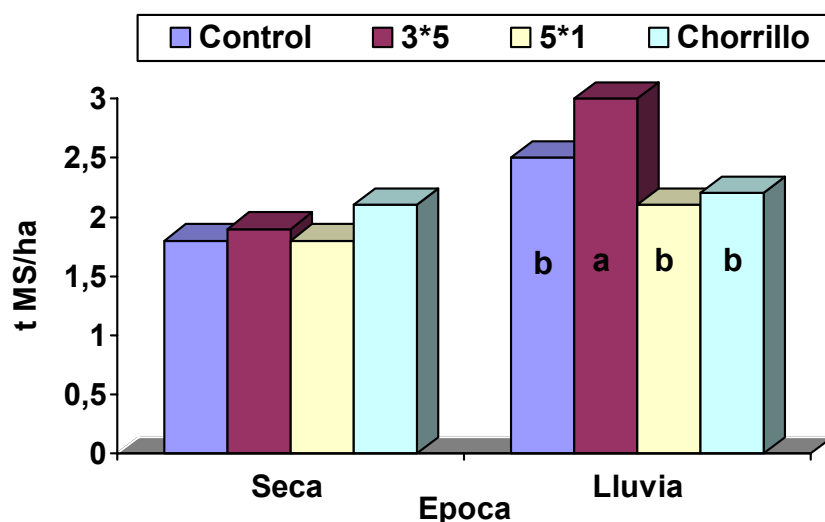


Fig. 12. Disponibilidad de gramínea.  
a,b Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955) .  
\* $P < 0,05$

No hubo efecto de los marcos de siembra para la disponibilidad de follaje de leucaena, tanto en la época seca como en la lluvia (fig. 13); sin embargo, los valores fueron superiores en el período poco lluvioso.

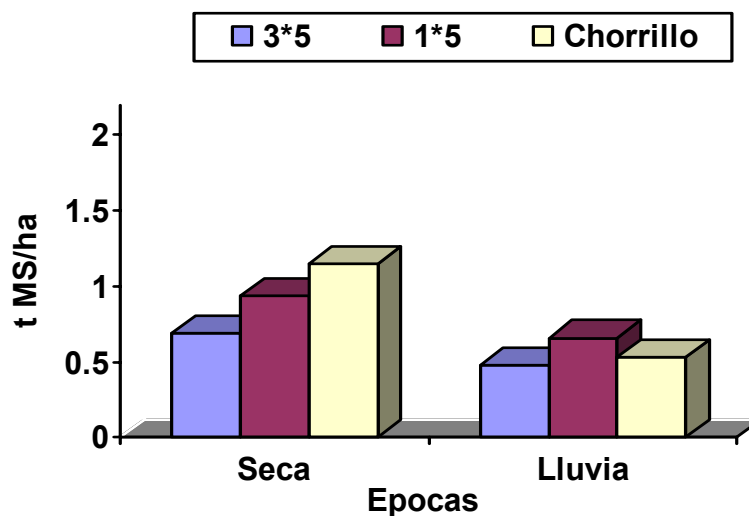


Fig. 13. Disponibilidad de la leucaena.

Al analizar la disponibilidad total de MS (pasto estrella + leucaena) se encontró que existieron diferencias significativas en ambas épocas del año (fig. 14). En la seca el marco de siembra de a chorrillo superó a los restantes, pero en la lluvia el que más sobresalió fue el de 3\*5. Los tratamientos control y 1\*5 fueron superados en ambas épocas y en ningún momento difirieron entre sí.

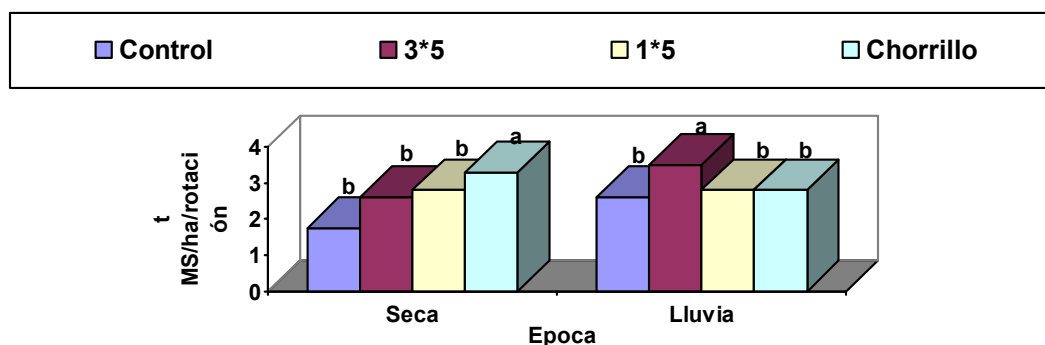


Fig. 14. Disponibilidad de MS.

a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955).

\*\* $P < 0,01$

Al final del primer año de utilización del área, debido al crecimiento de la leucaena se hizo necesario realizar una poda estratégica (tabla 12); el mayor rendimiento por planta ( $P < 0,01$ ) se observó en el marco de siembra 3\*5 (153,6 g/planta) y por hectárea ( $P < 0,01$ ) en el tratamiento a chorrillo (0,695 t MS/ha).

Tabla 12. Producción de materia seca comestible de *Leucaena leucocephala*.

Marco de siembra	Peso/planta g MS/planta	Rendimiento/ha t MS/ha
3*5	153.6 <sup>a</sup>	0.511 <sup>c</sup>
1*5	72.6 <sup>b</sup>	0.582 <sup>b</sup>
Chorrillo	49.6 <sup>c</sup>	0.695 <sup>a</sup>
ES ±	1.49 <sup>***</sup>	0.015 <sup>**</sup>

a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955)

\*\*  $P < 0,01$

Con la utilización del estrato herbáceo se encontró que la mayores alturas se observaron en los meses de noviembre/00 y mayo/01; además se hallaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los tratamientos en noviembre, febrero y mayo. Los meses con menor altura del pasto fueron febrero y octubre (fig. 15).

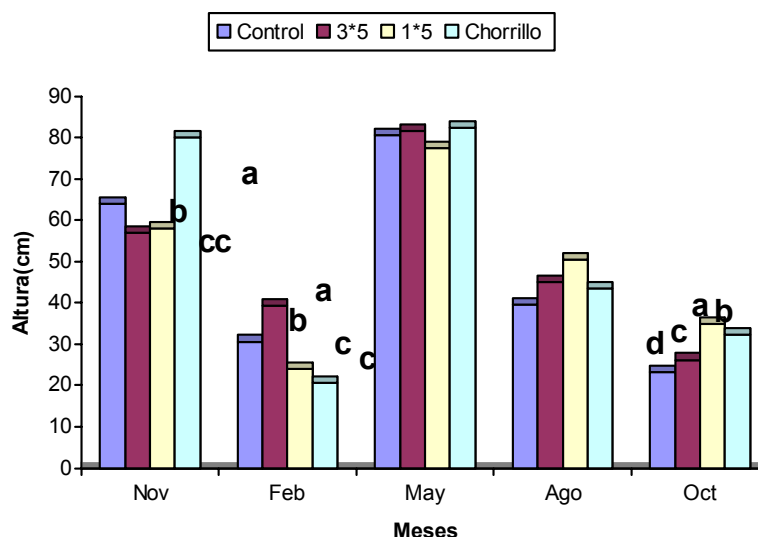


Fig. 15 Altura del estrato herbáceo.

a,b,c,d Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955).

\*\* $P < 0,01$

Durante el período de evaluación con animales (fig 16) la altura de la leucaena en los primeros 6 meses en las tres variantes semejantes; a partir de mayo los marco de siembra de 3\*5 y 1\*5 alcanzaron valores por encima de los 3 m los cuales superaron al de chorrillo con niveles de significación ( $P < 0,01$ ).

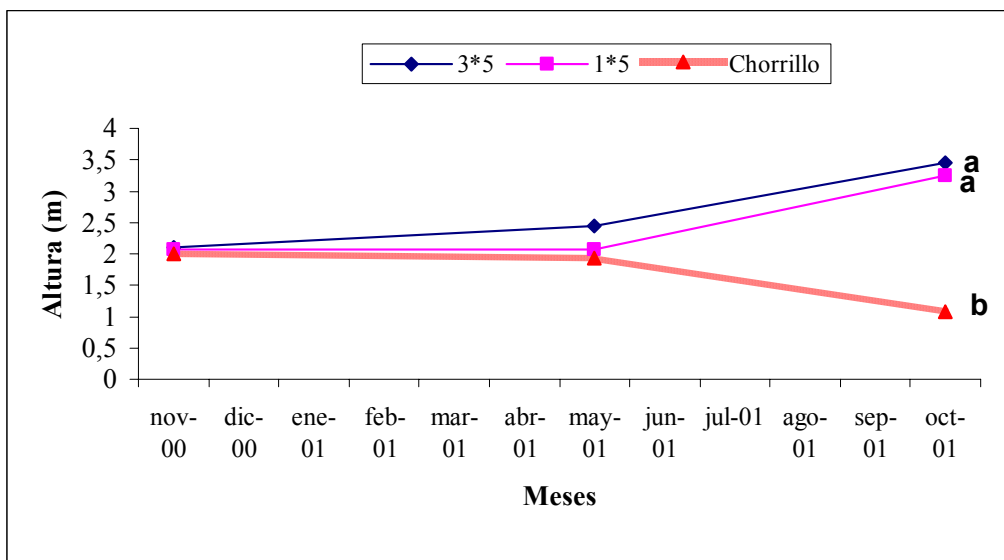


Fig. 16. Altura de la leucaena.

a,b Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955)  
 \*\*\* $P < 0,01$

El diámetro del tronco de las variantes mostró diferencias significativa ( $P < 0,01$ ) entre tratamiento y se destacó con el mayor valor el marco de siembra 3\*5 (fig. 17).

El diámetro del tronco se incrementó durante la ejecución de la investigación y se halló que existieron diferencias entre tratamientos en mayo ( $P < 0,05$ ) y octubre ( $P < 0,01$ ); los mayores valores se observaron en el tratamiento 3\*5, seguidos de 1\*5.

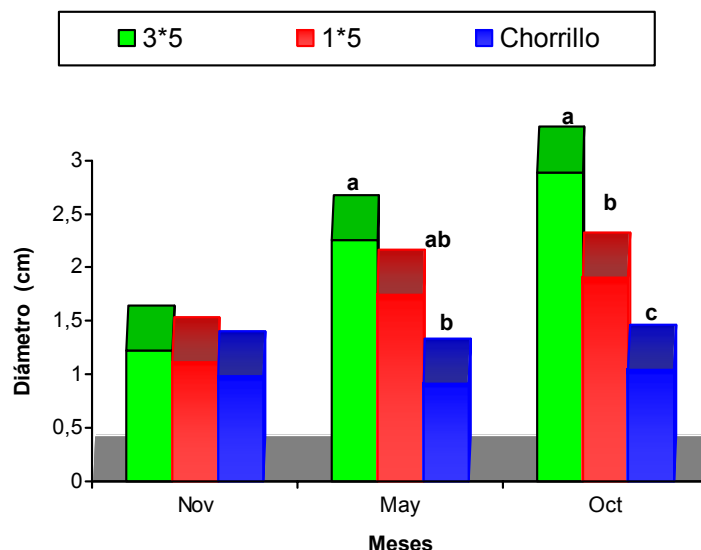


Fig. 17. Diámetro del tronco.

a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)  
 \*  $P < 0,05$  \*\* $P < 0,01$

El ancho de copa al inicio de la etapa (nov/00) fue similar en todos los tratamientos, pero en el mes de mayo/01 y noviembre/01 aparecieron diferencias significativas ( $P<0,01$ ) a favor de la distancia de 3\*5 y los menores valores se alcanzaron en el tratamiento a chorrillo (fig. 18).

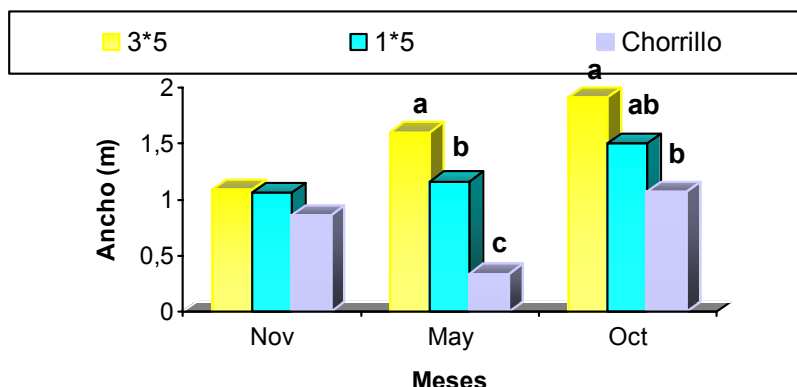


Fig. 18. Ancho de copa.

a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P<0,01$  (Duncan,1955) .

\*\* $P<0,01$

La dinámica del pasto estrella en el año de evaluación con animales (fig. 19) mostró que existió efecto del tratamiento ( $P<0,01$ ); el tratamiento sin árboles (control) presentó los mayores valores de área cubierta. Se observó que a medida que se incrementó la densidad de árboles, disminuyó el área cubierta por la gramínea, excepto en el mes de mayo donde no existieron diferencias significativas entre las variantes estudiadas.

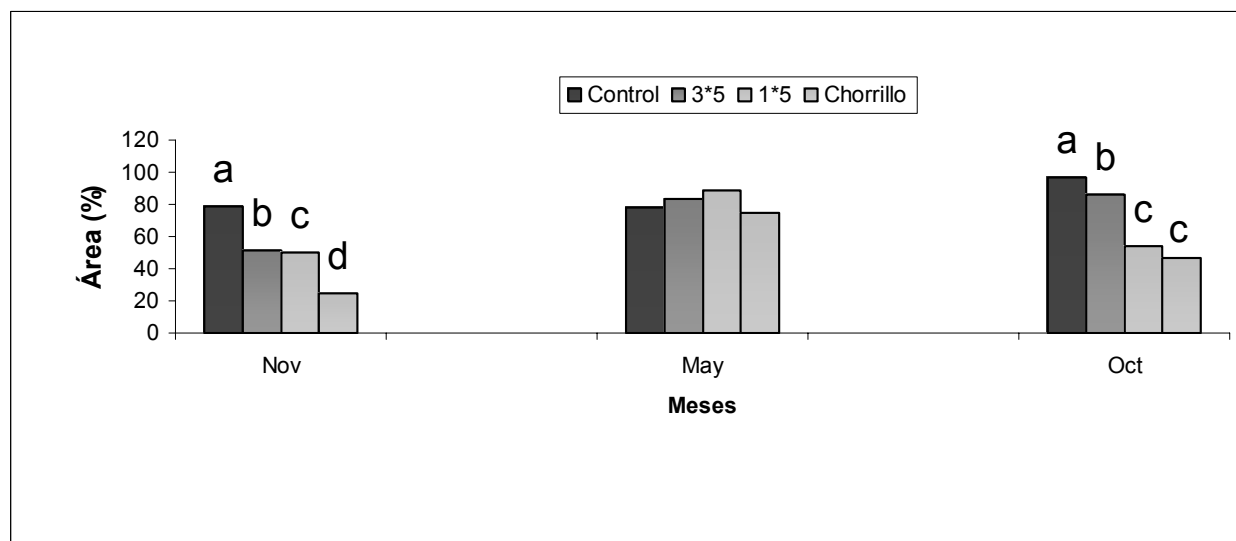


Fig. 19. Área cubierta por el pasto estrella.

a,b,c,d Valores con superíndices diferentes difieren a  $P<0,05$  (Duncan,1955).

\*\* $P<0,01$

El análisis de la población de leucaena (fig. 20) demostró que existieron diferencia significativas ( $P<0,01$ ) entre los tratamientos; además, se observó que con la utilización de la asociación por los animales, el tratamiento que mayor afectación sufrió fue el de chorrillo, el cual disminuyó su población en 6 769 plantas/ha.

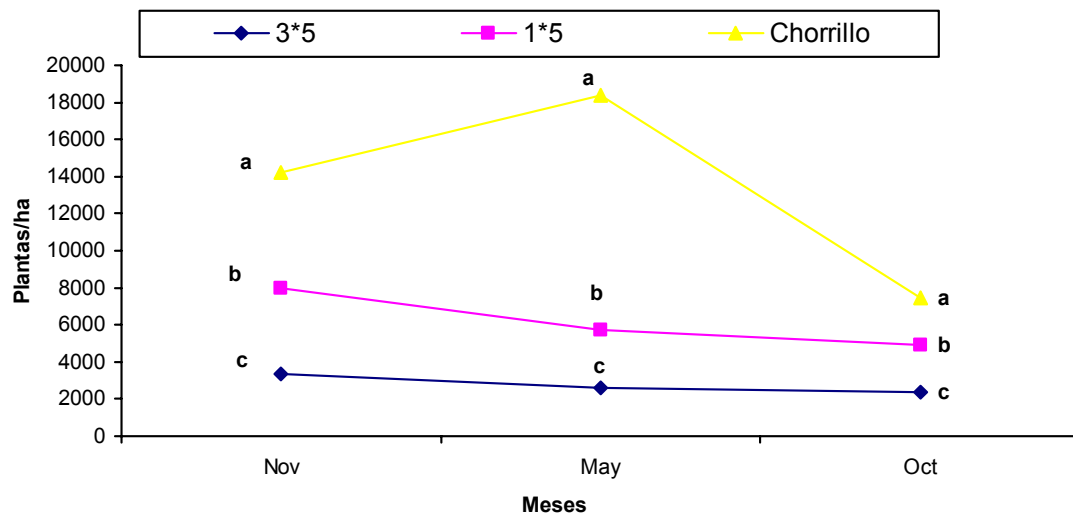


Fig. 20. Población de leucaena.  
a,b,c Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955) .  
\*\* $P < 0,01$



## Capítulo IV. Discusión

Al analizar la rehabilitación del pasto (fig. 3) durante el establecimiento de la leucaena, el cual tuvo una duración de un año, se pudo constatar que al concluir en el mes de noviembre el % de pasto mejorado fue similar en todos los tratamientos y que el pasto estrella estuvo en menor proporción en el marco de siembra a chorrillo, debido al efecto que causó el elevado número de plantas en este tratamiento (14 000 plantas/ha) que ejerció su sombra sobre esta gramínea más allá de sus posibilidades que admite esta especie y que disminuyó su población con el crecimiento de la arbórea de 1 a 2 metros (Pentón 2000).

Los restantes marcos de siembra al tener menos población (3 333 y 8 000 plantas/ha) permitieron una mayor área cubierta de pasto estrella y en particular el tratamiento control (sin árboles) debido a que esta planta es exigente de la luz solar.

La literatura señala que esta especie se adapta a la sombra de los árboles cuando se utilizan bajas densidades de arbóreas que permiten la entrada de la Luz (Hernández y Simón, 1993), debido a que cuando se utilizan altas densidades de plantas leñosas existe un detrimento de la producción de la clorofila y por tanto del crecimiento de la gramínea Gaussoin, Baltensperger y Coffey (1988).

Debido a lo anterior, el tratamiento que más se benefició fue el Control (sin árboles), al incrementar su área cubierta de pasto estrella hasta un 78 %, los otros marcos de siembra de leucaena no sobrepasaron su población en más de un 50 %, debido al efecto que causa su sombra sobre el crecimiento de esta gramínea, limitando la agresividad que tiene la misma (Paretas y Funes, 1988; Paretas y Rivero, 1990).

Dentro de las especies mejoradas se encontraron también como especies predominantes pero en menor grado el *Panicum maximum* (guinea) y la *Clitoria ternatea*.

La composición botánica del pastizal de todos los tratamientos durante el período evaluado mantuvo un porcentaje de pasto mejorado por encima del 70 % (fig. 6), lo que demostró la rehabilitación del pastizal durante la etapa analizada.

Por su parte, la invasión de malas hierbas no sobrepasó el 20 % durante el mes que alcanzó mayor valor ese indicador (fig. 4), momento que se realizó dos labores de limpieza (abril y mayo) y que permitieron que el pasto estrella y leucaena se desarrollaran para alcanzar su establecimiento como estaba previsto al año de ser sembrada la leguminosa.

Con el incremento de las precipitaciones en el mes de septiembre hubo necesidad de realizar otra limpieza en octubre que trajo como consecuencia que en el mes de noviembre solo se mantuvieran las especies indeseables en el control y en el marco de siembra de 3\*5 (3 y 12 % de malas hierbas).

Esto permitió el desarrollo normal de la gramínea y la arbórea (fig. 3) que con las labores de manejo para el establecimiento que se realizaron como la limpieza coincide con lo planteado por Corbea (2000) donde las malas hierbas no compitieron por la luz, el agua y los nutrientes.

El área despoblada se mantuvo en todos los tratamientos hasta el mes de marzo, excepto en el tratamiento control que desapareció en mayo. Este comportamiento se debe a que en el período diciembre-abril las temperaturas fueron menores, pero posteriormente con la elevación de estas se incrementa la velocidad de crecimiento de los pastos y se logró prácticamente cubrir toda el área (fig. 5).

Durante el establecimiento de la arbórea, en particular en la época de lluvia se observó un incremento del estrato herbáceo (fig. 6), el cual estuvo influido por las precipitaciones (fig 2) y por la mayor radiación solar que existe en esos meses que favorecen el crecimiento del pasto como se ha señalado anteriormente.

Es de destacar que por esas condiciones el tratamiento que mayor altura alcanzó el pasto fue el control (sin árboles), sobre el cual no existió ningún efecto de sombra causada por la leucaena como sucede en los restantes tratamientos y se conoce que existe una reducción de la luz a medida que se incrementa la densidad de árboles en un área y que los rendimientos del pasto se pueden reducir hasta un 30% (Cameron, Rance, Jones y Charles, 1994).

Al realizar un estudio detallado de la altura del estrato herbáceo durante el establecimiento se observó que todos los tratamientos incrementaron este indicador (fig. 6) y comenzó la competencia entre las gramíneas y la leucaena, las primeras por cubrir el área y a la leguminosa como reporta la literatura, por lo que hubo necesidad de efectuar 3 limpiezas para que no fuera cubierta por otras plantas que limitaran su crecimiento (fig. 7) y lograr el establecimiento en el tiempo de un año cuando las plantas alcanzaron los 2 metros de altura. Es de destacar que al inicio y fase intermedia del establecimiento se encontró una mayor altura de la leucaena en los tratamientos que emplearon menor densidad de semilla, pero al final de la etapa todos alcanzaron los 2 metros al mismo tiempo (Noviembre/01).

La literatura en este sentido señala que el tiempo de establecimiento de la Leucaena se puede lograr entre 7 y 12 meses posterior a la siembra según Ruiz, Febles, Bernal y Díaz, 1989 y Corbea, (1998) y entre 12 a 18 meses de acuerdo a lo planteado por Piggitt, Shelton y Dart (1994); y Ferreira y Andrade, 2000).

Durante el establecimiento leucaena incrementó su diámetro desde el inicio hasta que concluyó el mismo. En esta etapa no existió efecto del marco de siembra para el grosor del tallo, aunque desde el punto de vista

biológico existió una tendencia a obtener plantas con mayor tallo en los tratamientos que tuvieron menor población de leucaena (fig. 8).

En este sentido, Alvarez y Varona, (1988) plantearon que en plantaciones densas, el incremento en diámetro suele ser menor que en poblaciones mayores. A nuestra opinión consideramos que en etapas posteriores cuando se utilicen esa plantación con los animales en un período de tiempo mayor deben aparecer estas diferencias corroborando los criterios de este autor.

El ancho de copa tuvo un comportamiento similar al obtenido con el, pues a medida que la distancia entre plantas fue mayor hubo una tendencia más desarrollo de la copa (fig. 9) pero en esta etapa la competencia entre plantas no es muy manifiesta hasta cuando estas no sobrepasan los 2 metros de altura.

La dinámica de la población de leucaena mostró aumento en el número de individuos en los marcos de siembra de 1\*5 y Chorrillo (tabla 10), posiblemente ya que no todas las semillas germinaron dentro del primer mes de sembrada, sino muchas de ellas lo hicieron con fecha posterior al mes de junio, cuando se incrementaron las precipitaciones y la temperatura se eleva producto de la época de lluvia.

La cantidad de semilla que se utilizó estuvo en función del tratamiento, es decir, que los marcos de siembras que emplearon mayor cantidad de semilla tuvieron la posibilidad de germinar mayor cantidad de estas para garantizar el establecimiento de una mayor cantidad de árboles, lo cual pudo influir en que el número de plantas en esos tratamientos fueron superiores al tratamiento 3\*5.

La evaluación económica (tabla 11) mostró que en la medida que se incrementó la densidad de plantas arbóreas en el sistema se aumentan los gastos producto del incremento salarial debido a las labores de limpieza y al costo de la semilla.

Esta inversión se justifica solo si en la etapa de utilización de estos marcos de siembra se aumentan la producción de materia seca de pasto y mejor valor nutricional, pero en nuestro caso el tratamiento con menor densidad de plantas (3\*5) fue el mayor disponibilidad de MS (fig. 12) alcanzó con un contenido de proteína superior a tratamiento control y semejante a las otras densidades de leucaena (1\*5 y chorrillo).

Al analizar la composición química del pasto cuando se comenzó a utilizar el área experimental con animales, estas presentaron un contenido aceptable de proteína bruta en todos los tratamientos (8-11.5 %),, aunque las gramíneas de las variantes que estuvieron asociadas con la leucaena presentaron entre 1 a 3 unidades porcentuales superiores (10-11.5 %) al tratamiento Control (8-8.7 %), valores equivalente a los informados cuando se emplean niveles de fertilización entre 150 y 300 kg de N/ha/año (Pereira, Lamela & Ripoll, 1990), aunque en nuestro caso no se utilizó ningún tipo de fertilizante químico (fig. 10).

Esta mejoría en la composición química se debió a la presencia de los árboles leguminosos, que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo a través de la simbiosis con los rizobios presentes en este, que a su vez es aprovechado por las gramíneas que se hallan en el sistema (Tang, 1996; Hernández, 1998).

En sentido general, las leguminosas tropicales son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en cantidades de hasta 150 y 300 kg N/hectárea anualmente, lo cual favorece su empleo para mejorar la calidad de los pastos.

El aumento de las sustancias nitrogenadas en las gramíneas en sistemas asociados con especies arbóreas también puede ser una medida de la adaptación de estas plantas a la reducción de la luz como producto de la sombra proyectada por los árboles, que influye en el fisiologismo de las plantas; bajo estas condiciones muestran un menor contenido de FB y mayor de PB cuando se comparan con sistemas en los cuales no existe la especie arbórea, donde los rayos solares inciden directamente sobre el pasto (Pentón, 2000).

Los niveles proteicos alcanzados durante el experimento coinciden con los informados por Reinoso (2000) en el pasto estrella (9,5 y 8,9 % para seca y 10,4 y 9,9 % en lluvia) en sistemas silvopastoriles sobre suelos fértiles, y fueron superiores a los reportados por Simón, Hernández & Duquesne (1995) para pastos naturales asociados a especies arbóreas (6,8 %), lo que sugiere la importancia de incluir los pastos mejorados para poder disponer de una dieta de mayor calidad en términos de PB, particularmente cuando se alimentan vacas lactantes de mediano a alto potencial lechero.

Por su parte, *L. leucocephala* se destacó por su elevado contenido de proteína bruta. En sentido general, los valores hallados fueron superiores al 20 % y están dentro de los informados con anterioridad por Elodía et al. (1989); Pedraza & Salache (1991); Gutiérrez et al. (2000). La leucaena es un alimento de elevada calidad en términos de proteína cruda y calcio, y aceptable en energía y fósforo; además, posee una alta digestibilidad y palatabilidad en comparación con las gramíneas tropicales.

En sentido general la leucaena presentó un contenido de proteína bruta mayor que las gramíneas, lo cual es característico de esta familia, ya que posee valores superiores a los pastos tropicales.

Los contenidos de calcio y fósforo de la leucaena (fig. 11) no presentaron diferencias significativas entre las épocas del año y se hallaron dentro del rango de valores reportados para esta especie (Shelton & Brewbaker, 1994); similar comportamiento se detectó en las gramíneas (Anon, 2000a).

En ambas especies los valores de fósforo no superaron el 0,17 %; aunque en el caso del pasto estrella fue inferior al 0.14, valor que se debe considerar como bajo, por ello condicionó la necesidad de una

suplementación con este mineral a los animales, si se tiene en consideración la importancia de este nutriente en la reproducción de las vacas y en el metabolismo.

Por otra parte, la carencia de P en las dietas constituye un problema para la nutrición adecuada de los animales, debido a su bajo contenido en los pastos tropicales, lo cual se acentúa en los suelos deficientes en este mineral (Rolo, 1999).

La carencia de diferencias en la disponibilidad de gramíneas (fig. 12) en la seca (periodo poca lluvioso) pudo deberse a que las plantas al inicio de su explotación después del establecimiento muestran su mayor vigor juvenil, ya que se produce una mayor acumulación de reservas en los pastos a causa del reposo que va desde la siembra hasta que comienzan las defoliaciones, lo que influye de una forma positiva en los rendimientos obtenidos (Gerardo & Oliva, 1981; Gerardo & Thompson, 1985) que presentaron estas plantas en las primeras rotaciones producto de haber estado un año sin haber recibido defoliaciones (Gerardo, J. y Oliva, O. 1981 y Gerardo, J. y Thompson, Marta. 1985).

En la lluvia aparecen diferencia entre los tratamientos, donde se halló el mayor valor en el marco de siembra de 3\*5, debido a la fijación de nitrógeno al suelo que causan los rhizobium de las raíces de la leucaena que toman este elemento del aire y al permitir esta baja densidad la penetración de luz sin limitar la actividad fotosintética de la gramíneas (Hernández, D.; Carballo Mirta; Reyes, F. & Mendoza, C. 1998).

Otro aspecto que pudo limitar la disponibilidad de pasto en todos los tratamientos fue la lluvia caída (1 018 mm) en ese año (fig. 2), la alta carga instantánea (80 UGM/ha) y la intensidad de pastoreo (275 vacas/ha/día), muy similar a la empleada por Hernández y col (1998), el cual empleo 266 vacas/ha/día que determinó emplear tiempos de reposo del pastizal entre 60 y 80 días para la lluvia y seca respectivamente.

Por su parte, la leucaena (fig 13) presentó una disponibilidad similar en todos los tratamientos, pero fue superior en la seca debido a que en esta época las plantas tenían una menor altura (2.0 metros), la cual fue accesible a los animales y al llegar la lluvia estas crecieron (3 metros) y gran parte de su follaje no pudieron alcanzarlas por las vacas, por lo que fue necesario una poda estratégica para poner el forraje al alcance de estas (tabla 12).

Después de realizar la poda se obtuvieron entre 0,5 y 0,695 t de material comestible/ha, el cual se utilizó como un forraje de alta calidad ofertado en los cuartones. (Francisco Simón y Soca, 1998; Hernández, Benavides, Pérez y Simón, 2000).

La disponibilidad total de gramíneas y leguminosas (fig. 14) durante la evaluación fue superior en el marco de siembra de 3\*5, que superó a los tratamientos Control, 1\*5 y Chorrillo en 45, 14 y 23 %, respectivamente.

Nuestros valores fueron inferiores a los informados por Sánchez (2002) en la evaluación de un Sistema Silvopastoril en la provincia de Matanzas, donde alcanzó valores en la disponibilidad/rotación/año de 3 y 4 t MS/ha/rotación para las épocas de seca y lluvia respectivamente, pero con una intensidad de pastoreo menor 150 vacas/ha/día.

A pesar de lo antes expuesto, los valores de disponibilidad alcanzados para las gramíneas y la leucaena se pueden considerar como aceptables, si se toma en consideración que se utilizó una carga instantánea alta para las condiciones de baja precipitación donde se desarrollo el experimento y estos permitieron a los animales seleccionar un alimento de mejor calidad..

Estos niveles de ofertas de materia seca logrados se hallan dentro de los valores aceptables (25-40 MS/UGM/día) para que los animales pueden cubrir sus requerimientos nutritivos (Stobbs, 1978; Hernández, Carballo, Reyes y Mendoza, 1998).

La altura del pasto tuvo un comportamiento muy similar al de la disponibilidad (fig. 12), al final de la evaluación se encontró que el tratamiento menor valor de ese indicador se encontró en el tratamiento Control (25 cm), en las variantes que incluyeron los árboles estas alcanzaron entre 30y 40 cm, lo que pudo deberse al efecto de la sombra sobre el estrato herbáceo y a la competencia por la búsqueda de la luz por parte de las gramíneas, lo cual ha sido señalado por Wilson, Hill, Cameron y Shelton (1990) y Pentón 2000.

El comportamiento de la altura de los diferentes marcos de siembra utilizados fueron diferentes, debido a la competencia por la luz que se produce entre las plantas de Leucaena en los tratamientos con mayor densidad de plantas (Chorrillo), donde se puede apreciar (fig. 16) y tabla 10 el único tratamiento que incrementa ese indicador fueron 3\*5 y 1\*5, donde el espacio vital asignado a cada individuo fue superior.

Un aspecto que confirma lo anteriormente señalado fue el diámetro del tronco de la leucaena de los diferentes marcos de siembra, los cuales al inicio de la evaluación no difirieron entre si, pero durante la evaluación con animales fig. 17, donde el tratamiento 3\*5 fue el que presento mayor diámetro y a medida que la población de plantas se incrementaron esta disminuyó su grosor.

Es de destacar que durante la etapa de establecimiento la competencia por la luz no es elevada, al no ser que se utilicen altas poblaciones. Estas diferencias entre plantaciones con baja y alta densidad comienzan aparecer posterior a que las plantas sobrepasan los 1.2–2 metros y en áreas muy pobladas estas especies crecen como arbustos con tallos finos (Banco, 1998), situación que ocurrió a nuestro trabajo.

Similar situación presentó el ancho de copa (fig. 18), donde los tratamientos con mayor densidad presentaron plantas menos vigorosas y con menos follaje que limitan la actividad de fotosíntesis y que motivo que su crecimiento fuera menor, además del efecto que causaron las defoliaciones en estas plantas que al poseer tallos flexibles son prácticamente consumidas aquellas por donde pasan los animales, permitiendo que todo el follaje o gran parte de él sea ingeridos por estos.

Contrariamente en el tratamiento con menos densidad de plantas, estas presenta mayor altura y parte de su follaje escapa del diente de los animales, además su tallo tiende a ser menos flexible después de que la planta alcanzó los 2 metros de altura.

La composición botánica del pastizal durante el período evaluado mantuvo un porcentaje de pasto mejorado muy diferente entre tratamientos, pero en todos los tratamientos existió un incremento del área cubierta de esta gramínea durante el año de evaluación, alcanzando valores superiores a los obtenidos en el establecimiento (fig. 19), lo que demostró la persistencia del pastizal durante la etapa analizada.

Se pudo comprobar que a medida que se incrementó la población de árboles disminuyó el área cubierta de pasto estrella y que solo se encontraron valores aceptables de esta gramínea en el marco de siembra de 3\*5 (86 %), cuyos valores solo fueron superados por el tratamiento Control (97 %) que no incluían la leucaena dentro de su área, las restantes variantes estudiadas presentaron valores muy inferiores (fig. 19).

Estos resultados nos señalan que el pasto estrella el comportamiento del pasto estrella fue superior cuando no se encontró asociado a la leucaena, aunque cuando se empleó baja población de alborea este efecto es mucho menor y pudiera en un plazo de tiempo mayor lograr una estabilidad del sistema, debido a que la leguminosa fija nitrógeno al suelo a través de los *Rhizobium* (100-200 kg N<sub>2</sub>/ha/año) y en el tratamiento Control no se recibe ese beneficio, por lo que la respuesta pudiera ser diferente como lo encontrado por Sánchez (2002), donde observó en un estudio durante 3 años que la población de pasto estrella no disminuyó al estar asociada a la esta arbórea con bajas densidades de plantas (3000-4000 plantas/ha) y aplicando la poda cuando fue necesario.

Dentro de las especies mejoradas predominó el pasto estrella, que se informa en la literatura como muy agresivo (Paretas & Funes, 1988; Paretas & Rivero, 1990), además en Sistemas Silvopastoriles donde se ha empleado esta gramínea se ha observado que existe una estabilidad en su población cuando fue sometido a pastoreo (Reinoso, M., 2000 y Sánchez, 2002), y en nuestro caso con los animales se eliminó parte del follaje de la Leucaena, lo cual permitió que disminuyera la sombra causada por esta leguminosa y existiera sobre el pasto una mayor penetración de la luz solar, aunque se debe destacar que en los tratamientos con mayor población de árboles este efecto es menor debido a que los animales no pueden consumir todo el follaje que producen los árboles, aunque este es accesible a los animales. lo que propició que el pasto estrella, que tenía menos sombra, ocupara más espacio dentro del sistema.

La poda puede ser una medida a tomar para evitar el exceso de sombra cuando estas sobrepasan los 3 metros de altura, en particular cuando las arbóreas alcanzan más de 3 metros de altura y en para poblaciones muy altas de Leucaena u otra especie de similar porte.

Los pastos naturales fueron las otras especies presente en los tratamientos experimentales y no existió presencia de plantas indeseables, debido a que estas se eliminaron en la etapa de establecimiento, lo que es un indicador de la estabilidad del sistema en el período evaluado.

Es necesario destacar que en la unidad se llevó a cabo una campaña para su erradicación de las malezas que influyó en los resultados, labor que se debe mantener hasta eliminar estas especies indeseables del pastizal.

Durante el experimento la leucaena disminuyó su población en todos los tratamientos (fig. 20), aunque fue superior en las variantes con mayor densidad. La disminución de la densidad se debió a la selección y el consumo que realizan los animales de las plantas más jóvenes, que por estar en su primera etapa de crecimiento contienen hojas y tallos tiernos, que son apetecibles por el animal; a su vez existe un proceso de selección natural, en el cual las especies arbóreas menos adaptadas perecen.

## **Conclusiones**

- La Leucaena se estableció al año de ser sembrada al alcanzar 2 metros de altura.
- El marco de siembra no influyó en la duración del establecimiento, diámetro del tronco, ancho de la copa y altura de la Leucaena.
- El tratamiento más económico fue el marco de siembra de la leucaena de 3\*5 cuyo valor fue \$245.65 pesos/ha.
- La asociación permitió al pasto estrella presentar un contenido de proteína entre 10 a 11 % superior al encontrado en el pasto en monocultivo (9 %).
- La inclusión de la leucaena en el pastizal permitió ofertar un alimento de elevado contenido proteico (22 %) y en calcio (1.5 %).
- Los resultados mostraron que el marco de siembra de 3\*5 que contó con más del 86 % del área cubierta de pasto estrella, además las plantas de leucaena presentaron mayor desarrollo en cuanto altura, ancho de copa y diámetro del tronco y menor pérdida de individuos al concluir la evaluación.
- La utilización del marco de siembra de 3\*5 incrementa la disponibilidad de MS en 23 % con respecto a las parcelas de monocultivo.

### **Recomendaciones**

- Aplicar la distancia de 3\*5 en las futuras siembras de leucaena que se ejecuten en Empresa Manuel Fajardo y en otras que presenten condiciones de suelo y clima similares a las del presente trabajo.
- Continuar los estudios de esta investigación bajo condiciones de pastoreo simulado durante otro año para determinar a más largo plazo la persistencia de la leucaena y las gramíneas asociadas.

## Bibliografía

- Academia de Ciencias de Cuba, 1979. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía-ACC. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. p. VI. 1.1
- Acciaresi, H.; Ansin, O. E. & Marlats, R. M., 1994. Sistemas Silvopastoriles: Efecto de la densidad arbórea en la penetración solar y en la producción de follajes en rodales de álamo. Agroforestería de las Américas. 4: 6.
- Alonso O. 2002. Plagas y enfermedades de los pastos. Métodos de control. Conferencia para el curso de Postgrado "Principios Agronómicos y Producción de pastos y forrajes". Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey" Cuba. p. 23 (Mimeo)
- Alonso, O.; Delgado, A. & Martínez, N. 1993. Transmisión de *Erwinia* sp. por *Loxa* sp. y *Hypothenemus* sp. y posibilidad de controlar el heteróptero con *Beauveria bassiana*. Pastos y Forrajes. 16:55
- Alonso, O.; Delgado, A. & Sanchez, Saray. 1996. Microflora fúngica asociada a las semillas almacenadas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. Resúmenes X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 19
- Alvarez, P.A. & Varona, J.C. 1988. Silvicultura. Edit Pueblo y Educación. Habana. Cuba. p. 193
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba
- Anon. 1987a. Nuevas variedades comerciales de pastos y forrajes registrados en Cuba. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 63
- Anon. 1987b. Tecnología de labores agrotécnicas para pastos y forrajes. Dpto. de Pastos y Forrajes. Ministerio de la Agricultura, Cuba. p. 92
- Anon. 2000a. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. Pastos y Forrajes. 23:105
- Arcos, J.C. 2000. Utilización estratégica de cercas vivas de matarratón (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje. En: Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. p.172
- Austin, M.T.; Williams, M.J.; Hammond, A.C.; Frank, J.H. & Clambliss, C.G. 1990. Florida *Leucaena* psyllid trial (LPT). I. First year establishment, yield, chemical composition and survival. *Leucaena Research Reports*. 11:3
- Avila, M. 1995. Sistemas silvopastoriles, una alternativa para mejorar la calidad de vida de pequeños y medianos productores. Agroforestería en las Américas. 8:4
- Bamualin, A.; Weston, R.H.; Harzan, J.P. & Murray, R.M. 1984. The contributions of *Leucaena leucocephala* to post ruminal digestible protein to sheep fed tropical pastures hay supplemented with urea and minerals. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 15:255
- Barnard, C. 1972. Register of Australian herbage plant cultivars. (Ed. C. Barnard). Australian Herbage Plant Registration Authority. Canberra, Australia. p. 168
- Barrion, A.T.; Aguda, R.M. & Litsinger, J.A. 1987. The natural enemies and chemical control of the *Leucaena* psyllid, *Heteropsylla cubana* Crawford (Hemiptera:Psyllidae), in the Philippines. *Leucaena Research Reports*. 7 (2):45
- Barrios, Ginella R.de; Castro, A.; Midence, J.A. & Torres, A. 2000. Manual técnico-práctico. Ceba de ganado en confinamiento y semiconfinamiento. Agropecuaria ABA S.A. Panamá. p. 70
- Beattie, W.M. 1981. *Ithome lassula* Hodges (Lepidoptera = Cosmopterigidae). A new insect pest of *Leucaena* in Australia. *Leucaena Research Reports*. 2:11
- Blanco,
- Bobilev, Y.; Pigarev, N. & Potokin, V. 1979. Cría de ganado vacuno. En: Ganadería. Editorial MIR. Moscú, URSS. p. 165
- Braza, R.D. 1987. Studies on the *Leucaena* psyllid, *Heteropsylla cubana*, in Surigao del Sur, Philippines. *Leucaena Research Reports*. 8:1
- Brewbaker, J.L. 1987. *Leucaena*. A multipurpose tree genus for tropical agroforestry. In: Agroforestry. A decade of development. (Eds. H.A. Stephen and P.K. Nair). International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya. p. 281
- Brewbaker, J.L. 1998. *Leucaena leucocephala*. Un árbol versátil fijador de nitrógeno. FACT. Net. Arbenson, USA.
- Budowski, G. 1982. The socioeconomic effects of forest management on the lives of people living in the area: the case of Central America and some Caribbean countries. In Socioeconomic effects and constraints in tropical forest management. (Ed. E.G. Hallsworth). Wiley, New York. p. 87
- Budowski, G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Central America. In: Agroforestry: realities, possibilities and potentials. (Ed. H.L. Gholz). Nijhoff. Dordrecht, The Netherlands. p. 169
- Budowski, G.; Russo, O. & Mora, H. 1985. Productividad de una cerca viva de *Erythrina berteroana* Urban en Turrialba, Costa Rica. Turrialba. 35:83

- Cáceres, O. & Santana, H. 1990. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* cv Cunningham en diferentes momentos del año. Pastos y Forrajes. 13:197
- Camero, A & Ibrahim, M. 1995. Banco de proteína de poró (*Erythrina berteroana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). Agroforestería en las Américas. 8:31
- Camero, A. 1996. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. In: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 13
- Cameron, D.M.; Rance, S ; Jones , R.M. & Charles, E.D.A. 1994. Árboles y pasturas: Un estudio sobre los efectos del espaciamiento .Agroforestería en las Américas .Año 1, No. 1. p. 18
- Carpio, C. & Gómez, J. R. 1993. Árboles para la protección del ganado. Revista ACPA. (2):48
- Carvalho, M. 1997. Asociaciones de pasturas con árboles en la región centro sur del Brasil. Agroforestería en las Américas. 4:5
- Castillo, E.; RUIZ, T.E.; Febles, G.; Barrientos, A.; Ramirez, R.; Puentes, R.; Diaz, E. & Bernal, G. 1993. Utilización de *Leucaena leucocephala* para la producción de carne bovina en sistemas de banco de proteína con libre acceso. Revista cubana de Ciencia agrícola. 27:39
- Castillo, E.; RUIZ, T.E.; Puentes, R. & Lucas, E. 1989. Producción de carne bovina en área marginal con guinea (*Panicum maximum* Jacq.) y leucaena (*Leucaena leucocephala*). I. Comportamiento animal. Revista cubana de Ciencia agrícola. 23:137
- CIAT. 1981. Informe anual. Programa de Pastos Tropicales. p. 89
- Clavero, T. 1998. Valor nutritivo y producción animal de *Leucaena leucocephala*. En: Alternativas para la alimentación animal: *Leucaena leucocephala*. Centro de Transferencia en Tecnologías de Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. p. 45
- Corbea, L.A. 1998. Métodos de propagación, siembra y establecimiento de plantas arbóreas. En: Compendio de conferencias para el Diplomado en Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Corbea, L.A.; Hernández, Marta; Machado, R.; Lamela, L. & Cáceres, O. 1996. Variedades comerciales de pastos y forrajes para el desarrollo ganadero en Cuba. Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. Cuba. p. 118
- Del Pozo, P.P; Jeréz, Irma; Fernández, Lucia; Padilla, P. & Ginoria, J. 2000. Análisis del crecimiento y desarrollo morfológico de la *L. leucocephala* en un agroecosistema silvopastoril .Modelado del crecimiento .En: IV Taller Internacional Silvopastoril ,” Los árboles y arbusto en la ganadería tropical “ .29 nov -1 dic .EEPF “ Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 24:26
- Delgado, A.; Martinez, N. & Rodriguez, Berta. 1989. Estudio de la gomosis bacteriana en legumbres de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Pastos y Forrajes. 12:127
- Desai, S.N.; Desale, J.C.; Khot, R.B. & Patil, S.K. 1988. Evaluation of biomass production of Eucalyptus hybrid and *L. leucocephala* under various planting densities. Leucaena Research Reports. 9:48
- Duguma, B.; Kang, B.T. & Okali, D.O. 1988. Factors affecting germination of leucaena (*Leucaena leucocephala*) (Lam) de Wit seed. Seed Science and Technology. 16:489
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple f test. Biometrics. 11:1
- Elodía, Gretel; Penedo, J.; Brull, G. & Fonseca, R. 1989. Alimentación de vacas lecheras con *Leucaena leucocephala*. Rev. prod. anim. 5:11
- Escobar, A.; Alfonso, H & Ramírez, R. 1989. ¿Es potencialmente tóxica la planta de *L. leucocephala*. ACPA. 1:20
- Escobar, A.; Romero, E. & Ojeda, A., 1998. *Gliricidia sepium* el matarratón, un árbol multipropósito. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 78 p.
- Faría-Mármol, T. 1994. Consideraciones para la selección y manejo de especies tolerantes a la sequía. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 11(2):164
- Febles, G. & Padilla, C. 1972. Efecto del pastoreo en asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales. Revista cubana de Ciencia agrícola. 6:405
- Febles, G. & Ruiz, T. E. 1987. Semillas. En: Leucaena. Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruiz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 17
- Febles, G.; Monzote, M. & Ruiz, T. E. 1987. La planta. En: Leucaena una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruiz & G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 3
- Ferreira, Deise & Andrade, Milton. 2000. Potencial forrajero de leguminosas arbustivas. En: Pastagens para gado de Leite em Regiões d influência de Mata Altântia. (Eds. Mosquita Carbalho, Maurilio Jose Alvin. EMBRAPA Gado d Leite, Juiz de Fora, MG. p. 41
- Francisco, Ana G. & Hernández, I. 1999. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. y Walp., árbol multipropósito para una ganadería sostenible. Pastos y Forrajes. 21:191
- Francisco, Ana G; Simón, L. & Soca, Mildrey. 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. Pastos y Forrajes. 21:337



- Galindo, Juana; Geerken, C.M.; Elías, A.; Aranda, Niurka; Piedra, Regla; Chongo, Berta & Delgado, Denia. 1995. Bacterias que degradan la mimosina, el 2,3 dihidroxipiridona y 3 hidroxí-4 (IH) piridona en rumen. Rev. cubana Cienc. agríc. 29:53
- García-Trujillo, R. 1981. Utilización y manejo de los pastizales en las explotaciones lecheras. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 3
- García-Trujillo, R. 1983. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. En: Los Pastos en Cuba. Tomo II. Utilización. EDICA. La Habana, Cuba. p. 248
- Gerardo, J. & Oliva, O. 1981. Evaluación zonal de pastos tropicales introducidos en Cuba. XI. Pastoreo y fertilización. Pastos y Forrajes. 4:15
- Giraldo, L. A. 1996a. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural. In: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 159
- González, Yolanda & Mendoza, F. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Pastos y Forrajes. 18:59
- González, Yolanda; Hernández, A. & Mendoza, F. 1998. Comportamiento de la germinación y la viabilidad de la semilla de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. p. 107
- Gray, S.G. 1968. A review of research on *Leucaena leucocephala*. Tropical Grasslands. 2:19
- Grupo de Leguminosas ICA.1999. Trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Agroforestería para la producción animal en América Latina .Memorias de una conferencia electrónica. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal, Roma. pp .391-404
- Gutiérrez, Odilia; Delgado, Denia; Oramas, A. & Cairo, J. 2000. Consumo y selección animal de vacas en pastoreo de gramíneas con o sin bancos de proteína. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería", EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 119
- Gutteridge, R.C. & Shelton, H.M. (Eds.). 1994. Forage tree in tropical agriculture. CAB International. Wallingford, UK. 385 p.
- Hanson, R.G. & Cassman, K.G. 1994. Soil management and sustainable agriculture in the developing world. 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Acapulco, México. Vol. 7<sup>a</sup>. Comisión VI: Symposia. p. 7
- Henke, L.A. & Burt, A.N. 1940. Beef cattle feeding trials. Hawaii Agricultural Experimental Station. 85:37
- Hernández, C. A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II Ceba final. Pastos y Forrajes. 10:246
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. I. Ceba inicial. Pastos y Forrajes. 9:79
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. I. Ceba inicial. Pastos y Forrajes. 9:79
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II. Ceba final. Pastos y Forrajes. 10:246
- Hernández, D.; Carballo Mirta; Reyes, F. & Mendoza, C. 1998. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril. "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 214
- Hernández, D.; Hernández, I.; Hernández, C.A.; Carballo, Mirta; Carnet, R.; Mendoza, R.; Mendoza, C. & Rodríguez, N. 1992. Ceba de bovinos con *Andropogon gayanus* CIAT-621 complementado con un banco de proteína de *Leucaena leucocephala* y *Neonotonia wightii*. Pastos y Forrajes. 15:153
- Hernández, D.; Reyes, F.; Carballo Mirta & Tang, M. 1994. Asociaciones múltiples de gramíneas y leguminosas para producción de leche con bajos insumos. En. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p.47
- Hernández, I. & Simón, L. 1993. Los sistemas silvopastoriles. Empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas. Pastos y Forrajes. 16:99
- Hernández, I. & Simón, L. 1994. Razones para emplear plantas leñosas perennes en la ganadería vacuna. Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 p.
- Hernández, I. & Simón, L. 1994. Razones para emplear plantas perennes leñosas en la ganadería vacuna. Ediciones EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 p.

- Hernández, I.; Benavides, J.E.; Pérez, E. & Simón, L. 2000. Efecto de podas combinadas en la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* durante el período seco en Cuba. Pastos y Forrajes. 23:39
- Hernández, I.; Benavides, J.E.; Simón, L. & Pérez, E. 2000. Efecto de la adición en el suelo del follaje de *Leucaena leucocephala* en la producción de biomasa de *Panicum maximum*. Pastos y Forrajes. 23:225
- Hernández, Marta. 1998. El uso de los árboles como mejoradores del suelo y de la productividad de las gramíneas forrajeras. Pastos y Forrajes. 21:283
- Hernández, S. & Russell, G. 2001. The tree – grass – soil interaction in silvopastoral systems. Memorias. International symposium on silvopastoral systems and II Congress on agroforestry and livestock production in Latin America. San José, Costa Rica. 78 p.
- Hodges, R.W. 1962. The genus *Ithome* in North America and north of Mexico. Journal of Lepidopter Society. 15:81
- Horne, P.M.; Catchpole, D.W. & Ella, A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes. In: Forages in southeast Asian and South Pacific agriculture. (Eds. J.G., Blair; D.A. Ivory & T.R. Evans). ACIAR. Proceedings. No. 12. Indonesia. p. 164
- Hughes, C.E. & Harris, S.A. 1995. Systematics of *Leucaena*: Recent finding and implications for breeding and conservation. In: *Leucaena*, opportunities and limitations. (Ed. H. M. Shelton, C. M. Piggin & J.L. Brewbaker). ACIAR. Proceedings. Canberra, Australia. 57:54
- Hughes, H.C. 1998a. Características de la especie. En: *Leucaena*. Manual de recursos genéticos. Department of Plant Sciences. University of Oxford. p. 19
- Hughes, H.C. 1998b. Semillas. Colección procesamiento, almacenaje y pretratamiento. En: *Leucaena*. Manual de recursos genéticos. Department of Plant Sciences. University of Oxford. p. 91
- Ibrahim, M.; Camero, A.; Pezo, D. & Esquivel, J. 1998. Sistemas silvopastoriles. En: Apuntes de clase curso corto: Sistemas agroforestales. (Eds. F. Jiménez & A. Vargas). CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 289
- ICA. 1976. Reseña Descriptiva del pasto estrella mejorado en Cuba. Ed. Universidad de la Habana. p. 28
- Iglesias, J.M. 1998a. Uso de los árboles en potreros para la ceba de toros de diferentes tipos raciales. Pastos y Forrajes. 21:257
- Iglesias, J.M. 1998b. Los Sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal en el trópico. En: Estrategias de alimentación para la ganadería tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 111
- Jama, B. & Nair, P.K.R. 1989. Effect of cutting height of *Leucaena leucocephala* hedges on production of seeds and green leaf manure at Machakus, Kenya. *Leucaena Research Reports*. 10:46
- Jayaraman, S.; Purushothaman, S. & Govindaswamy, M. 1988. Optimum planting geometry for production of *Leucaena* fodder in South India. *Leucaena Research Reports*. 9:50
- Jiménez, F. & Beer, J. 1999. International Symposium Multi Strata Agroforestry Systems with perennial crops. Ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 286p
- Jiménez-Merino, A.; Cacique, D.; Cadena, A. & Herrera, R. 1992. Escarificación de semillas de *Leucaena leucocephala* con ácido sulfúrico y agua caliente. Resúmenes: IX Seminario Científico Nacional y I Hispanoamericano de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 81
- Jones, R.J. 1994a. Management of antinutritive factors with special reference to tropical agriculture. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 216
- Jones, R.M. 1994. The role of *Leucaena* in improving the productivity of grazing cattle. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 233
- Jordán, H.; Castillo, E.; Ruiz, T.E. & Febles, G. 1991. Las leguminosas tropicales para la ceba de bovinos en pastoreo. En: IV Reunión de Avances Agropecuarios Trópico '91. Universidad de Colima, Colima, México. p. 229
- Kass, D.C.L. 1992. Agroforestales. Conferencia. Curso Internacional "Desarrollo de Sistemas Agroforestales". CATIE. Turrialba, Costa Rica, 5 p.
- Krishnamurthy, K. & Munegowda, M.K. 1982a. Effect of cutting and frequency regimes on the herbage yield of *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*. 3:31
- Krishnamurthy, K. & Munegowda, M.K. 1982b. Forage yield of *Leucaena*, var K 8, under rained conditions. *Leucaena Research Reports*. 3:25
- Kumar, R. 1992. Antinutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. In: Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. (Eds. A. Speedy & P.L. Pugliese). FAO, Rome. p. 145
- La O, Orestes; Chongo, Berta; Valenciaga, Daikys; Elías, A.; Ruiz, T.; Torres, Verena & Scull, Idania. 2000. Degradabilidad ruminal de nutrientes y digestibilidad intestinal "in vitro" de nitrógeno indegradable de *Leucaena leucocephala* cv CIAT-7929. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 122

- Lamela, L. 1992. Sistemas de producción de leche. En: Producción e investigación en pastos tropicales. (Ed. T. Clavero). Universidad del Zulia, Venezuela. p. 151
- Lamela, L.; Valdés, R. & Fung, Carmen. 1996a. Comportamiento del banco de proteína para la producción de leche. Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 14
- Lamela, L.; Valdés, R. & Fung, Carmen. 1996b. Producción de leche en un sistema en banco de proteína. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles y arbustos en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 77
- Lamprecht, H. 1990. Los ecosistemas forestales en los bosques y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. En: Silvicultura en los trópicos. GTZ, Republica Federal de Alemania. p. 295
- Lazo, J.; Ruiz, T. E.; Febles, G. & Díaz, H. 1995. XXX Aniversario ICA. La Habana, Cuba. p. 28
- Leng, R.A. 1997. Tree foliage in ruminant nutrition. FAO: Animal production and health paper, 139. Roma, Italia. 100 p.
- Lenne, J.M. 1980. Camptomeris leaf spot on *Leucaena spp.* in Colombia. Plant Disease. 64:414
- Libreros, H. 1995. La sostenibilidad y los sistemas de producción agropecuaria: la agroforestería como alternativa. En: Memorias del Seminario Internacional sobre sistemas silvopastoriles. Casos exitosos y su potencial en Colombia. Ministerio de la Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia, p. 41
- Lobo, J. M. & Veiga, C. M. 1990. Interés ecológico de la fauna coprofaga en pastos de uso ganadero. Ecología. No. 4, p. 313
- López, Mirta. 1987. Simbiosis Rizobio-Leucaena. Inoculación. En: Leucaena una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruiz & G.Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 43
- Machado, R.; Milera, Milagros; Menéndez, J. & García-Trujillo, R. 1978. Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam de Wit). Pastos y Forrajes. 1:321
- Massee, T.W. 1990. Simulated erosion and fertilizer effects on winter wheat cropping intermountain dryland area. Soil Science of America Journal. 54:1720
- Mendieta, L. 2000. La cerca viva en la zona baja (alternativa para el manejo de la cubierta vegetal y actividades silvopastoriles en Loja, Ecuador. Memorias. IV Taller Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. Cuba. p. 208
- Menéndez, J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y naturalizadas en Cuba. Tesis en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias. ISCAH. La Habana, Cuba. 88 p.
- Milera, Milagros. 1991. Utilización del banco de proteína para la producción de leche. IV Reunión de Avances Agropecuarios Trópico'91. Universidad de Colima. Colima, México. p. 216
- Milera, Milagros; Iglesias, J.M.; Remy, V. & Cabrera, M. 1994. Empleo de banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. Pastos y Forrajes. 17:73
- Mishra, U.K.; Shorman, A. & Verma, K.S. 1992. Effect of population density of three tropical trees on biomass productivity and soil chemical status. Leucaena Research Reports. 13:34
- Montagnini, Florencia. 1992. Clasificación de los sistemas agroforestales. En: Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. 2da Edición. IICA. San José, Costa Rica. p. 58
- Moreno, J.; Torres, C.G. & Lenne, J.M. 1987. Reconocimiento y evaluación de enfermedades de Leucaena en el Valle del Cauca, Colombia. Pasturas Tropicales. 9:30
- Murgueitio, E.; Rosales, M. & Gómez, M.E. 2001. Sistemas de corte y acarreo. En: Agroforestería para la producción animal sostenible. CIPAV. Colombia. p. 41
- Nakahara, L.; Walter, N.; Shin, M. & Bernarr, K. 1987. Biological control program on the Leucaena psyllid, *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera:psyllidae) in Hawaii. Leucaena Research Reports. 7: 39
- Nakahara, L.M. & Funasaki, G.Y. 1986. Natural enemies of the Leucaena psyllid, *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera:Psyllidae). Leucaena Research Reports. 7:9
- Norton, B.W. 1994. Antinutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 216
- Norton, B.W.; Lowry, B. & McSweeney, C. 1994. The nutritive value of Leucaena species. In: Leucaena, opportunities and limitations. (Eds. H.M. Shelton, C.M. Pigginn & J.L. Brewbaker). ACIAR Proceedings No. 57. Canberra, Australia. p.103
- Osman, A.M. 1981. Effects of cutting interval on the relative dry matter production of four cultivars of Leucaena. Leucaena Research Reports. 2:34
- Otarola, A. 1995. Cercas vivas de Madero Negro. Práctica agroforestal para sitios con estación de seca marcada. Agroforestería en las Américas. 5:5
- Palchamy, A.; Janbulingam, R.; Vinaya Rai, R.S. & Surendrin, C. 1990. Effect of population density on the growth of three Salvador type *Leucaena leucocephala* cultivars. Leucaena Research Reports. 11:58

- Pardini, Andrea. 2000. Pascoli e foraggiere tropicali e subtropicali. Iper testo-Versione 2.1. EuroPlanet Informatica, Italia.
- Paretas, J. J. & Riveros, R. 1990. Metodología para la regionalización de las gramíneas en Cuba. En: Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. (Ed. J.J. Paretas). Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 133
- Paretas, J.J. & Funes, F. 1988. Caracterización de áreas dedicadas a la ganadería y regionalización de los pastos. En: Fomento y explotación de los pastos tropicales. Compendio de Conferencias. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 91
- Paterson, R.T.; Quiroga, L.; Sauna, G. & Samur, C. 1983. Crecimiento de novillos cebú x criollo en la época seca con acceso limitado a *Leucaena*. Producción Animal Tropical. 8:150
- Pathak, P.S.; Rai, P. & Roy, R.D. 1980. Forage production from koo-babbool (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). I. Effect of plant density, cutting intensity and interval. Forage Research. p. 83
- Pedraza, R. & Salache, C. 1991. Composición química y degradabilidad ruminal de tres leguminosas arbustivas. Nota técnica. Rev. prod. Anim.. 6(2):189
- Pentón, Gertrudis. 2000. Tolerancia del *Panicum maximum* cv. Likoni a la sombra en condiciones controladas. Pastos y Forrajes. 23:79
- Pereira, E.; Lamela, L. & Ripoll, J.L. 1990. Evaluación de pasto para la producción de leche, guinea (Likoni y común) y pasto estrella cv. Tocumen. Pastos y Forrajes. 13:67
- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Colección de Módulos Agroforestales No. 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 15
- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1999. Sistemas Silvopastoriles. Módulos de enseñanza agroforestal No. 2. CATIE.- GTZ Turrialba, Costa Rica. p. 144-275
- 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: IV Jornadas de Producción e Investigación en Pastos Tropicales. (Ed. T. Clavero). Maracaibo, Venezuela. p. 113
- Piggin, C.M.; Shelton, H.M. & Dart, P.J. 1994. Establishment and early growth of *Leucaena*. In: *Leucaena*, opportunities and limitations. (Eds. H.M. Shelton, C.M. Piggin & J.L. Brewbaker). ACIAR Proceedings No. 57. Canberra, Australia. p. 241
- Pound, B. & Martinez, L. 1985. *Leucaena*. Su cultivo y utilización. Overseas Develop. Adm. Londres, Inglaterra
- Reinoso, M. 2000. Contribución al conocimiento del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo arborizados empleando vacas Siboney de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Central "Marta Abreu". Santa Clara, Cuba. 99 p.
- Rincón, E.V. 1995. Producción en sistemas silvopastoriles. Heligar Librass, Maracaibo, Venezuela. 185 p.
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Torres, Verena & Fraga, S. 1999. Comportamiento de la macrofauna del suelo bajo dos sistemas de pastoreo. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 321:
- Rolo, R. 1999. Relación nutrición-fertilidad en la hembra bovina. Memorias. II Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colegio de Médicos Veterinarios de Honduras. Honduras.
- Ruiz, T. E.; Febles, Díaz; Hernández, L. & Pereiro, M. 1997. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Santa Clara, Cuba. p. 17
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 1999. Sistemas silvopastoriles, conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal. (Eds. T.E. Ruiz & G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. 33 p.
- Ruiz, T.E.; Febles, G. & Hernández, C. 1987. Manejo. En: *Leucaena* una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruiz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 156
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Bernal, G. & Díaz, L.E. 1989. Estudio de la fecha de siembra de *Leucaena leucocephala* en Cuba. Rev. cubana Cien. agríc.. 23:203
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Cobarrubia, P.; Díaz, L.E. & Bernal, G. 1986. Altura de la planta para comenzar a pastorear la leucaena después de la siembra. Resúmenes. VII Seminario Científico Nacional y I Internacional de Pastos y Forrajes de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 50
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E. Zarragoitia, L.; Díaz, J.; Crespo, G. & Ramírez, R. 1990. Tecnología de explotación de bancos de proteína de leucaena para hembras en desarrollo, producción de leche y carne. Conferencia. Seminario Científico Internacional. XXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p.186
- Ruiz, T. E.; Lauzurica, I. & Bernal, G. 1985. Estudio agronómico de la profundidad de siembra de *Leucaena leucocephala* cv. Perú en dos suelos. Boletín Técnico de Pastos. No. 1. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. p. 29
- Sánchez, M. D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina. (Eds. M.D. Sánchez & M. Rosales). FAO. Roma, p 1 \*\*\*\*\*

- Sánchez, Tania. 2002. Evaluación de un sistema silvopastoril con hembras Mambí de primera lactancia bajo condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas, Cuba. p. 43-50.
- Seiffrt, N.F. 1982. Low performance of *Leucaena* Peru type on Central Brazil oxisols. *Leucaena Research Reports*. 3:7
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala* the most widely used forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford. UK. p. 15
- Shelton, M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. p. 17
- Simón, L. ; Machado, R. ; Pereira, E.; Hernandez, Marta & Ojeda, Alicia. 1989 .Instructivo técnico para la explotación de variedades de *Cynodon dactylon* (bermudas) y *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella) .EEPF "Indio Hatuey" .p 8
- Simón, L. 1996. Rol de los árboles multipropósito en las fincas ganaderas. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. Venezuela. p. 41
- Simón, L. 1998. Del monocultivo de pasto al silvopastoreo: La experiencia de la EEPF "Indio Hatuey". En: Los árboles y arbustos en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 9
- Simón, L. 2000. Manual práctico sobre el Silvopastoreo. CIC-DECAP. Ciudad de la Habana, Cuba. 21 p.
- Simón, L., Hernández, I. & Ojeda, F. 1998. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: Los árboles y arbustos en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 28
- Simón, L.; Hernández, I. & Duquesne, P. 1994. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbbeck* Benth (algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 78
- Simón, L.; Hernández, I. & Hernández, D. 1995. Los sistemas silvopastoriles como opción para el desarrollo ganadero. Conferencias y Mesas Redondas. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p. 67
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. & Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma, Italia. 707 p.
- Soca, Mildrey & Simón, L. 1999. *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. (Algarrobo de olor). Pastos y Forrajes. 21:101
- Solano, R. 1994. La ganadería: actividad destructora del medio ambiente. Agroforestería en las Américas. 3:4
- Soler, P.; Chacón, E.; Arriola, L.; Valle, A. & Rodríguez, O. 1996. Uso de bancos de leguminosas arbustivas en la producción de leche. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 78
- Stobbs, T.H. 1978. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behaviour of dairy cows grazing two tropical grass pastures under a leader and follower system. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 18:5
- Tang, M. 1996. Efecto de la inoculación natural en ocho leguminosas. Pastos y Forrajes. 19:131
- Tang, M.; Tamayo Estela & Castro Rafaela. 1983. Determinación de *Rhizobium* eficientes en 4 cvs. de *Leucaena leucocephala*. Pastos y Forrajes. 6:31
- Valdes, L.R.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1984. Uso de las leguminosas o suplementación para la producción de carne. III. Ciclo de evaluación. Pastos y Forrajes. 7:111
- Valdes, L.R.; Montoya, M. & Duquesne, P. 1980. Uso de las leguminosas o suplementación para la producción de carne. Pastos y Forrajes. 3:287
- Valenciaga, Nurys & Mora, C. 1996. Incidencia de plagas en *Leucaena* intercalada con maíz. Resúmenes X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 23
- Vargas, H. & Elvira, P. 1994. Composición química, digestibilidad y consumo de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), madre de cacao (*Gliricidia sepium*) y Caulote (*Guazuma ulmifolia*). En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J.E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, p. 393
- Wheeler, R.A; Norton, B. & Shelton, H.M. 1994. Condensed tannin in *Leucaena* species and hybrids and implications for nutritive value. In: *Leucaena*, opportunities and limitations. (Eds. H.M. Shelton; C.M. Piggin & J.L. Brewbaker). ACIAR Proceedings No. 57. Canberra, Australia. p. 112
- Whiteman, P.C. 1980. Tropical pastures science. Oxford University Press. New York. p. 392
- Wilson, J.R. ; Hill, K.; Cameron, D.M. & Shelton, H.M. 1990 .The growth of *Paspalum notatum* under the shade of *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. *Tropical Grassland*. 24:24-28

**Anexos**















1