

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS “CAMILO CIENFUEGOS”**

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes  
“Indio Hatuey”**

***La utilización de la *Leucaena leucocephala* en un contexto  
silvopastoril para la producción bovina***

**Autor: Ing. Jesús Manuel Iglesias Gómez  
Tutor: Dr. Leonel Simón Guelmes**

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

**Matanzas  
1996**

## SÍNTESIS

En la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", situada en la provincia de Matanzas, Cuba, se desarrollaron dos experimentos sobre un suelo Ferralítico Rojo, en condiciones de secano, con el objetivo de evaluar la utilización de la *Leucaena leucocephala* en sistemas de banco de proteína y asociación con pastos en toda el área para la producción de carne bovina y como alternativa en la cría de hembras en desarrollo para el reemplazo.

El experimento de ceba se realizó entre el 25 de abril de 1988 y el 11 de mayo de 1989, y el segundo, 3 años más tarde, en el período comprendido entre el 7 de abril de 1992 y el 7 de junio del 1993.

Se evaluaron dos períodos continuos de ceba (inicial y final), en los cuales se compararon los tratamientos experimentales: A) Asociación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con *Panicum maximum* cv. Likoni y leguminosas rastreras en toda el área; B) Banco de proteína de leucaena, leguminosas rastreras y *guinea likoni* en el 25 % del área + *guinea likoni* fertilizada con 80 kg de N/ha en el 75 % del área restante, y C) Sistema tradicional de pastoreo con guinea likoni en toda el área, fertilizada con 80 kg de N/ha. Se empleó un diseño totalmente aleatorizado con 10 toretes Cebú de 147 kg de peso vivo por tratamiento. Para la ceba inicial se utilizó una carga de 0,73 UGM/ha (2,5 toros/ha y en la ceba final 2 animales/ha (1,2 UGM/ha). Las ganancias de peso vivo en la ceba inicial fueron de 0,820; 0,760 y 0,800 kg/animal/día para los tratamientos A, B y C respectivamente; en la ceba final de 0,426; 0,301 y 0,276; mientras que la ganancia acumulada de ambos periodos fue de 0,623; 0,530 y 0,538 respectivamente, por lo que resultaron significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) las ganancias de peso vivo de la asociación en el período de ceba final y en el acumulado. En el período poco lluvioso se aplicó la poda escalonada de la leucaena, la cual mantuvo estable su población; lo mismo ocurrió con la composición botánica de las gramíneas y las leguminosas rastreras.

En el segundo experimento se evaluó el comportamiento del pastizal y de hembras en crecimiento a partir de los 12 meses de edad en dos tratamientos: A) Asociación de leucaena con guinea likoni y leguminosas herbáceas y B) Banco de proteína de leucaena y otras leguminosas herbáceas más guinea likoni como pasto base en el 75 % del área. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con 10 añejas 3/4 Holstein x 1/4 Cebú de 100 kg de PV por tratamiento y una carga de 2,5 animales/ha (0,5 UGM/ha). El peso vivo tendió a ser mayor a la incorporación para los animales de la asociación (310,4 kg), aunque no difirió significativamente del alcanzado en el banco de proteína (292,3 kg). La ganancia de peso vivo hasta la incorporación a la reproducción fue de 488,3 y 449,1 g/animal/día respectivamente, sin diferencias significativas. La leucaena mantuvo su población prácticamente estable, aunque se observó un decrecimiento en la composición botánica de la gramínea: mientras que las leguminosas rastreras tendieron a aumentar.

Los resultados alcanzados en ambos experimentos confirman la posibilidad de utilizar la leucaena en sistemas silvopastoriles de banco de proteína y asociación en toda el área para la producción de carne y la cría de hembras de reemplazo, aunque se evidenció que su uso en los sistemas asociados es más factible tanto desde el punto de vista productivo y económico como de manejo en general.

# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

- I.1 Los sistemas agroforestales en la agricultura
  - I.1.1 Consideraciones generales
  - I.1.2 Clasificación de los sistemas agroforestales
  - I.1.3 Los sistemas silvopastoriles
    - I.1.3a Los bancos de proteína
    - I.1.3b Asociaciones de árboles con pastos
    - I.1.3c Pastoreo en plantaciones forestales y frutales
    - I.1.3d Cercas vivas
- I.2 La leucaena: árbol promisorio para los sistemas silvopastoriles en el trópico
  - I.2.1 Consideraciones generales
  - I.2.2 Origen, distribución y adaptación
  - I.2.3 Tipos y variedades
  - I.2.4 Características de la semilla
  - I.2.5 Establecimiento
  - I.2.6 Plagas y enfermedades
  - I.2.7 Producción de follaje
  - I.2.8 Valor nutritivo
  - I.2.9 Manejo para la producción de leche y carne

### CAPITULO II. ME TODOLOCIA Y SECUENCIA EXPERIMENTAL

- II.1 Ubicación del área experimenta
- II.2 Condiciones climáticas
- II.3 Características del suelo
- II.4 Mediciones realizadas en el pastizal
  - II.4.1 Disponibilidad de pastos
  - II.4.2 Disponibilidad de leucaena
  - II.4.3 Composición botánica
- II.5 Análisis de laboratorio
- II.6 Mediciones con los animales
- II.7 Etapas de investigación

### CAPITULO III. PARTE. EXPERIMENTAL

- III.1 Banco de proteína y asociación de leucaena con pastos para la producción de carne. Ceba inicial y final
  - III.1.1 Introducción
  - III.1.2 Materiales y métodos
    - III.1.2.1 Condiciones climáticas
    - III.1.2.2 Tratamientos y diseño experimental
    - III.1.2.3 Procedimiento experimental
  - III.1.3 Resultados
- III.2 Utilización de la leucaena como banco de proteína y en asociación con pastos como alternativa para la cría de hembras en desarrollo para el reemplazo
  - III.2.1 Introducción
  - III.2.2 Materiales y métodos
    - III.2.2.1 Condiciones climáticas de la etapa experimental
    - III.2.2.2 Tratamientos y diseño experimental
    - III.2.2.3 Procedimiento experimental
  - III.2.3 Resultados

### CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

- IV. 1 Ceba inicial y final
- IV.2 Cría de hembras en desarrollo

## **CAPITULO V. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS**

V.1 Ceba

V.2 Cría de hembras de reemplazo

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **REFERENCIAS**

## INTRODUCCIÓN

La escasez de insumos para la ganadería ha aumentado en los últimos años, a raíz de la gran crisis que se generó por la desaparición del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), lo que contribuyó al decrecimiento del poder adquisitivo de nuestro país en un 73 % y del producto interno bruto en un 42 %.

Esto ha motivado que el "modelo clásico", dependiente del abastecimiento de petróleo y sus derivados, granos y otros insumos como fertilizantes, pesticidas, etc., esté siendo sustituido por un "modelo alternativo", el cual involucra programas que son específicos a nuestras condiciones.

No obstante, la ganadería intensiva que se practica en Cuba constituye un uso ineficiente de la tierra. Sin embargo, si se agregara a esta la utilización de los árboles y los productos arbóreos (leña, madera, forraje, postes, etc.), el sistema se podría volver ecológica y económicamente más viable.

Desde el punto de vista ecológico, el uso de árboles leguminosos puede contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas existentes, mediante un aumento en el rendimiento de los pastos asociados, o bien indirectamente, a través de la alimentación de los animales que comen el follaje de los árboles. Desde el punto de vista económico, el sistema se favorecería con el aumento y la diversificación de la producción.

En muchos lugares del trópico se ha demostrado la factibilidad del uso de los sistemas silvopastoriles, principalmente de los que preconizan las asociaciones de árboles con pastos, los bancos proteicos y forrajeros y el pastoreo en plantaciones forestales y frutales (Salas, 1987),

Entre las leguminosas del trópico, la *Leucaena leucocephala* es la que ofrece mayores posibilidades de insertarse en esos sistemas por su posibilidad de producir un follaje de alto valor nutritivo en la época de escasez de alimentos, así como por los beneficios que le aporta al ecosistema en general mediante el reciclaje de nutrientes, la disminución del viento y la escorrentía, la fijación del N al suelo, etc. A ello se une que en nuestro país la distribución de este género es bastante general, ya que se encuentra presente prácticamente en todos los suelos estudiados (Menéndez, 1982).

En dicho contexto, la adición de este árbol en el pastoreo significaría un punto de partida en el reto de la ganadería cubana moderna, consistente, por un lado, en incrementar la producción de leche y carne en forma acelerada y sostenible para suplir la creciente demanda de la población y, por el otro, en garantizar la conservación de los recursos naturales y el ambiente.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se condujeron dos experimentos que tuvieron como objetivos estudiar:

1. La producción de carne bovina en dos sistemas silvopastoriles que incluyen a la *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham como banco de proteína y en forma asociada en toda el área de pastoreo.
2. La eficiencia de estos sistemas en la crianza de hembras en desarrollo para el reemplazo hasta su incorporación a la reproducción.

## **CAPITULO I. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### ***1.1. Los sistemas agroforestales en la Agricultura***

#### ***1.1.1 Consideraciones generales***

Las graves afectaciones que han tenido, de forma general, los recursos naturales y la actual crisis económica y social que atraviesan diversos países, han revitalizado el interés por lograr un desarrollo acelerado y sostenido de la agricultura, el cual solo se conseguirá en la medida en que las estrategias de producción sean congruentes con el uso racional del ecosistema. En este contexto, el visualizar la actividad ganadera en sistemas agroforestales constituye un enfoque válido, necesario y actual en la investigación y la capacitación para el desarrollo pecuario de los trópicos (Pezo, 1991).

En los últimos años han aparecido numerosos trabajos que enfocan estos sistemas de producción, pero debido a su carácter interdisciplinario, los conceptos referentes a la agroforestería tienden a ser diversos.

Según el International Council for Research in Agroforestry (citado por Altieri, 1990), la agroforestería denota un sistema viable de manejo de tierras y cultivos que busca incrementar la producción de forma continua, al combinar la producción de cultivos forestales leñosos (incluyendo los frutos y otros cultivos arbóreos), con cultivos estacionales y/o animales, simultánea o secuencialmente, en la misma unidad de tierra, así como la aplicación de prácticas de manejo que sean compatibles con las prácticas culturales de la población local.

Montagnini, Prevetti, Thrupp, Beer, Borel, Budowski, Espinosa, Heuvelodop, Reiche, Russo, Salazar, Alfaro, Rojas, Berstch, Fernández, González, Alvim, Shaheduzzaman y Nichols (1992) definen que los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales las especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal.

Según estos mismos autores, los sistemas agroforestales presentan los atributos de cualquier otro sistema: límites, componentes, ingresos y egresos, interacciones, una relación jerárquica con la organización de la finca y una dinámica.

Kass (1992) considera que los mismos:

- Combinan la producción de egresos múltiples con la protección de la base de recursos.
- Ponen énfasis en el uso de árboles y arbustos indígenas y de uso múltiple.
- Son muy aptos para condiciones de bajos insumos y ambientes frágiles.
- Involucran la interacción de valores socioculturales en mayor grado que la mayoría de los demás sistemas de uso de la tierra.
- Son estructuralmente más complejos que el monocultivo.

Los sistemas agroforestales pueden agruparse según su estructura (composición y disposición de los componentes), función (el uso de los árboles), ecología (ecosistema o zona climática), escala socioeconómica y nivel de manejo. Como ejemplo de sistemas agroforestales pueden mencionarse los cultivos perennes bajo sombra de árboles, los cultivos anuales intercalados con plantaciones de árboles, los huertos caseros mixtos, las combinaciones de árboles con pastos, plantaciones de árboles para forraje, los cultivos en franjas, los cercos vivos, las cortinas rompeviento, y algunas formas de la agricultura migratoria (Montagnini et al., 1992).

Al combinar la agricultura y la ganadería con la producción de cultivos arbóreos o forestales se logran algunas ventajas ecológicas y socioeconómicas, tales como:

- a) Un uso más eficiente de los recursos naturales (radiación solar, suelos, minerales, reciclaje de nutrientes).
- b) La función protectora de los árboles en relación con el suelo, la hidrología y la protección de los cultivos, lo que disminuye los peligros de la degradación ambiental.
- c) Aumentos de la producción por unidad de tierra.
- d) Utilización de algunos productos del sistema como insumos para la producción de otros (abono verde, implementos de madera, etc.).
- e) Oferta de oportunidades de trabajo durante todo el año e ingresos regulares.
- f) Dirección de la producción hacia la autosuficiencia y el mercado.

Según Wiersum (1987), es necesario también reconocer las limitaciones y las restricciones que dificultan la implementación de los sistemas agroforestales, entre las que se destacan las siguientes:

- Los sistemas agroforestales son específicos de un ecosistema, por lo que la elección de plantas adecuadas puede ser en ocasiones muy restrictiva.
- Algunos sistemas recientemente establecidos pueden requerir costos de inversión substanciales para comenzar a implementarse.
- Pueden pasar varios años antes de obtener las primeras producciones, por lo que se necesita respaldo financiero durante el período de espera.
- Baja disponibilidad de semillas y/o plántulas en el mercado.

De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, la selección del sistema más apropiado deberá basarse en consideraciones biológicas, económicas y prácticas y con la participación directa del agricultor, fijando claramente desde el principio los objetivos generales y específicos de los trabajos por realizar.

### ***1.1.2 Clasificación de los sistemas agroforestales***

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras. Nair (citado por Montagnini et al., 1992) recomienda una clasificación en la que se tomen en cuenta los aspectos estructurales y funcionales como base para agrupar los sistemas en categorías: sistemas agrosilviculturales (árboles con cultivos), silvopastorales (árboles con ganadería) y agrosilvopastorales (árboles con cultivos y ganadería). Estas categorías se subdividen de acuerdo con criterios de arreglo espacial (sistemas mixtos densos, sistemas en franjas, etc.); de arreglo temporal (sistemas secuenciales, coincidentes, interpolados, etc.); funciones de los componentes (leña, forraje, cercos vivos, conservación de suelos, etc.); zonas agroecológicas donde se les practica (zonas de altura, áridas, semiáridas, etc.) y aspectos socio-económicos (sistemas para altos o bajos insumos, etc.).

Por otra parte, Martínez (1989) identificó cuatro grupos de combinaciones o sistemas agroforestales posibles en los sistemas de finca de pequeños y medianos agricultores (tabla 1.1.2.1).

Tabla 1.1.2.1. Combinaciones agroforestales posibles en los sistemas de finca de pequeños y medianos agricultores.

<b>Grupo 1</b>	<b>Árboles con cultivo</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Árboles para protección</b>
	Dispersos		Cercos vivos o árboles en cercos
	Intercalados		Cortinas rompevientos
	Sombra inicial		Árboles en contorno
	Sombra permanente		Barreras vivas
	Cultivos secuenciales		Estabilización/recuperación del suelo
	En callejones		Protección de cauces y nacimientos
	Líneas alternadas		
	Árboles nodrizas		
	Sistema Taungya		
<b>Grupo 3</b>	<b>Árboles en rodales compactos</b>	<b>Grupo 4</b>	<b>Árboles en potreros</b>
	Bosques de producción de madera		Árboles dispersos
	Bosques energéticos		Árboles en grupos
	Bancos de forraje		
	Huertos caseros		

Por último, Montagnini et al. (1992) presentaron una clasificación basada en el tipo de componentes incluidos y la asociación que existe entre los componentes. De ese modo, los sistemas agroforestales que describe son los siguientes:

1. Sistemas agroforestales secuenciales. Estos incluyen:
  - a) Formas de agricultura migratoria con intervención o manejo de barbechos
  - b) Sistemas Taungya
2. Sistemas agroforestales simultáneos. Aquí se incluyen:
  - a) Asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes
  - b) Huertos caseros mixtos
  - c) Sistemas agrosilvopastoriles
3. Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos. Estos sistemas se pueden considerar como complementarios de los nombrados anteriormente.

En los sistemas agroforestales secuenciales, los componentes forestales y los cultivos se encuentran separados en el tiempo, de tal modo que se alternan períodos de cultivos anuales con etapas de descanso y de bosque.

En los sistemas simultáneos, la producción forestal y de cultivos se dan a la vez, de manera que los componentes agrícolas y arbóreos siempre se encuentran presentes en la misma unidad de terreno.

Aunque la presencia de los animales puede ser inherente a las asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes y también se encuentran ocasionalmente en los huertos mixtos, es definitivamente en los sistemas agrosilvopastoriles donde la presencia del componente animal es la característica distintiva de estos.

### ***1.1.3. Los sistemas silvopastoriles***

Los sistemas agroforestales pastoriles (o agrosilvopastoriles) son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales y cultivos, o sea, que el término utilizado relaciona las tres actividades: agrícola, ganadera y forestal. Es evidente que cuando se practican solo dos (de las tres) actividades simultáneas o escalonadas en un mismo sitio, el sistema del uso del suelo toma el nombre de tales actividades: por ejemplo, silvoagrícola, agrosilvícola o silvopastoril (Salas, 1987).

Combe y Budowski (1980) identificaron tres niveles de clasificación, según los tipos de cultivo, la función principal del componente forestal y la distribución del árbol en el tiempo y el espacio (tabla I.1.3.1)

Tabla I.1.3.1. Esquema de clasificación de las técnicas agroforestales (según Combe y Budowski, 1980)

Criterios y niveles de clasificación

1. Tipos de cultivos que se combinan.	Árboles con cultivos Sistemas silvoagrícolas		Árboles con cultivos y pastos Sistemas agrosilvopastoriles		Árboles con pastos Sistemas silvopastoriles	
2. Función principal del componente forestal.	P	P+T	P = Producción P+T = Protección de servicios	P P+T	P	P+T
3. Repartición del componente forestal a través del tiempo y el espacio.	T	P	T = Temporal P = Permanente P T P T Repartición regular en el espacio	P	T	P

Los sistemas silvopastoriles son la combinación de especies forestales o frutales y animales, sin la presencia de cultivos (Montagnini et al., 1992).

Torres (1983) los cataloga como cualquier situación donde se desarrollen conjuntamente árboles y pastos en un sistema de manejo integral, cuyo objetivo principal sea incrementar el beneficio neto por hectárea a largo plazo.

Estos sistemas se practican a diferentes niveles en grandes plantaciones arbóreas con la inclusión de ganado, así como el pastoreo de animales en complemento a la agricultura de subsistencia.



Según Hernández y Simón (1993), sus principales componentes son: los árboles y los arbustos, los pastos, los animales, el suelo y el subsuelo.

La lluvia, la radiación solar, el CO<sub>2</sub> y el N atmosférico son parte de las entradas del sistema, al igual que los insumos agropecuarios que se utilicen (fertilizantes, plaguicidas, etc.).

Las salidas son los productos obtenidos (carne, leche, lana, madera, leña, frutas y otros).

Bustamante y Romero (1991) plantean que las plantas y los animales interactúan con el suelo, brindando servicios tales como sombra, disminución del viento y de la escorrentía, reciclaje de nutrimentos, diseminación y escarificación de las semillas, etc. Montagnini et al. (1992) agregan que la alta carga animal puede producir la compactación del suelo y, por ende, afectar el crecimiento de los árboles y otras plantas asociadas. También las preferencias alimenticias de los animales pueden afectar la composición del bosque, llegando a predominar las especies no apetecidas por el ganado.

De lo anterior se desprende que la interacción entre los componentes puede ser benéfica o detrimental. Entre las interacciones benéficas (Pezo, 1992) sobresalen:

1. Los árboles proporcionan un microclima favorable para la producción y la reproducción de los animales (sombra, fresco, etc.)
2. La hojarasca puede contribuir a reducir la temperatura del suelo y los procesos de degradación del mismo, además de favorecer su drenaje.
3. El follaje de los árboles se convierte en una fuente alternativa de alimentación animal.
4. El aumento del reciclaje de nutrimentos al retornar al suelo hojas, frutas, ramas, heces y orina, además de la fijación de N en el caso de los árboles y arbustos leguminosos.
5. La mejora en la estructura del suelo a través del aporte de las raíces de los árboles (materia orgánica, aeración, infiltración de las lluvias).
6. La contribución de la ganadería a la utilización y control de pastos y malezas que compiten con el desarrollo de árboles jóvenes.
7. El pastoreo de la vegetación herbácea reduce el riesgo de incendios.

Las interacciones perjudiciales más importantes son:

1. La competencia de los árboles con los estratos herbáceos por la luz, el espacio radical, los nutrimentos y el agua. En tal sentido, se hace más perjudicial esta interacción sobre los pastizales.
2. La alelopatía de un cultivo sobre el árbol o viceversa.
3. El descanso y sombreado del ganado produce la disminución de la cobertura herbácea y causa compactación.
4. La posible agresividad y diseminación de especies de árboles colonizadoras.

La economía de estos sistemas se caracteriza por la obtención de ingresos, tanto a corto como a largo plazo, por medio de los productos animales o arbóreos. Desde el punto de vista ecológico, el uso de árboles (principalmente leguminosos) puede contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas existentes, mediante un aumento en el rendimiento del pasto asociado, o bien a través de la alimentación de los animales, que comen frutas o follaje de los árboles. Desde el punto de vista económico, el sistema se puede favorecer con el aumento y la diversificación de la producción.

Montagnini et al. (1992) dividen los sistemas silvopastoriles en dos grandes grupos:

- a) Las asociaciones de árboles con pastos y
- b) Pastoreo en plantaciones forestales y frutales.

Por su parte, Salas (1987) los clasifica en:

- a) Banco proteico
- b) Cercas vivas y
- c) Pastizal arborizado

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) Los bancos de proteína
- b) Asociaciones de árboles con pastos
- c) Pastoreo en plantaciones forestales y frutales
- d) Cercas vivas

### ***1.1.3 a) Los bancos de proteína***

Los bancos de proteína surgen como necesidad de ofertar un manejo diferenciado para las leguminosas, el cual asegura su persistencia y permite manejar intensivamente la gramínea (Echevarría y Rodríguez, 1978).

Según Hernández et al. (1993), esta tecnología consiste en la siembra de árboles, arbustos y herbáceas rastreras, con un alto contenido de proteína (generalmente leguminosas), a altas densidades y en una determinada porción del terreno.

Por su parte, Milera (1991) lo define como una técnica de utilización de las leguminosas que consiste en sembrar entre el 20 y 30 % del área total en explotación con una alta población de 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 informado por Ruíz, Febles, Jordán, Castillo, Zarragoitia, Díaz, Crespo y Ramírez (1991), aunque estos autores lo subdividen en bancos de libre acceso o de acceso limitado de los animales. La diferencia entre estas formas de utilización consiste en que en el primer caso no existe cerca divisoria entre el área de la gramínea y de la leguminosa, mientras que en el otro sí.

En Costa Rica el concepto de banco de proteína es sustituido por el de banco de forraje (Martínez, 1989), al igual que en Chile (Altieri, 1990). Estos bancos forrajeros son rodales plantados a densidades altas (5 000 a 40 000 ó más árboles por ha), donde las especies que se utilizan son de reconocido valor forrajero, con alta producción de biomasa, proteína cruda total y proteína cruda comestible. En dichos sistemas es conveniente que las especies utilizadas sean fijadoras de nitrógeno y/o permitan el cultivo intercalado de otros forrajes como pastos de corte.

Hay dos formas principales de aprovechamiento de estos sistemas: pastoreo directo y corte de forraje para entregar fuera de la plantación a los animales. Los bancos de proteína en los cuales los animales pastorean directamente las arbóreas han sido descritos por varios autores (Ruíz, Febles y Hernández, 1987; Milera, 1991; Jordán, Castillo, Ruíz y Febles, 1991; CATIE, 1991). Estos autores coinciden en que los bancos deben sembrarse en áreas cercanas a las instalaciones pecuarias y estar completamente acuartonados, lo que permite su reposo y recuperación mediante la rotación.

La altura que alcanzan las plantas arbóreas constituye una preocupación para los ganaderos que explotan los bancos de proteína para pastoreo. En muchas ocasiones, a partir de los 24 meses de haberse iniciado la explotación con animales hay entre 1-5 % de plantas que alcanzan alturas mayores de 2 m (Ruíz, Febles, Cobarrubia, Díaz y Bernal, 1986). Esto representa una pérdida grande de follaje, que no está al alcance del ramoneo de los animales. De ello se desprende que la poda es una labor necesaria para la conformación de una tecnología integral acerca del manejo y la explotación de los bancos con arbóreas.

Hernández, Alfonso y Duquesne (1987) demostraron la factibilidad de la poda escalonada de la leucaena, al obtener resultados satisfactorios en el comportamiento animal, una buena recuperación de la planta después de la poda y un ahorro del suplemento proteico-energético por concepto del forraje podado. Estos autores practicaron dicho sistema entre los meses de enero y marzo a una altura entre 1,0 y 1,2 m.

Por su parte, Milera (1991) recomienda iniciarla entre los meses de marzo-abril, con una altura de 50-70 cm y realizarla de forma escalonada.

Ruíz et al. (1987) señalan que la labor de la poda se podrá realizar según el objetivo que se persiga y recomiendan una altura de poda de 1 m a partir del suelo.

En muchos lugares de los trópicos, los sistemas intensivos de producción animal, así como la necesidad de obtener leña, hacen necesario que estos árboles y arbustos sean cortados, fundamentalmente a mano. Altieri (1990) afirma que el sistema de banco de forraje para corte y transporte es apropiado para granjas pequeñas, donde hay uso intensivo de la tierra, un sistema de alimentación en corrales y alta cantidad de mano de obra disponible. Martínez (1989) explica que generalmente es necesaria la aplicación de fertilizantes para suplir las salidas de nutrimentos debidas a la cosecha del forraje.

Horne, Catchpoole y Ella (1986) consideran que hay varios factores que inciden en el uso de las plantas arbóreas en sistemas de corte y acarreo, entre los que cita:

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

En Cuba Fernández, Suárez y Valdivia (1990) desarrollaron investigaciones en las que la leucaena se utilizó como planta de corte bajo regadío y en secano y obtuvieron rendimientos de MS y PB de 18,7 y 3,7 t/ha y 16,6 y 3,3 t/ha respectivamente.

En América Central existe experiencia en la producción de bancos de forraje con morera (*Morus* sp.) y amapola (*Malvaviscus arboreus*) (Jegou, Waelput y Brunschwig, 1994), poró (*Erythrina poeppigiana*) (Esnaola y Ríos, 1994), gliricidia (*Gliricidia sepium*) (Rodríguez, Benavides, Cháves y Sánchez, 1994) y guásima (*Guazuma ulmifolia*) (Vallejo y Oviedo, 1994).

Las interacciones que se producen debido a las prácticas de corte y las densidades de plantas en árboles y arbustos forrajeros, hacen muy difícil discernir con exactitud sus efectos beneficiosos o perjudiciales; sin embargo, aparentemente, para comenzar la explotación de estas plantas es preciso que haya transcurrido al menos un período de establecimiento de 6-12 meses, para permitir la formación de un sistema radicular fuerte y que el diámetro del tallo basal sea al menos de 10-15 mm antes de imponerle un régimen de corte (Hernández y Simón, 1994).

### **1.1.3 b) Asociaciones de árboles con pastos**

En estos sistemas el objetivo principal es la ganadería, aunque de forma secundaria se puede lograr la producción de madera, leña o frutas. Los animales se alimentan con hierbas, hojas, frutos, cortezas y otras partes de los árboles y además consumen el pasto que crece bajo los árboles, tanto de forma natural como cultivado por el hombre (Bustamante et al., 1991; Montagnini et al., 1992).

Budowski (1981) concluyó que la producción total de biomasa comestible en estos sistemas es usualmente mayor que la encontrada en pastos solos, debido a un mejor aprovechamiento del espacio vital, tanto aéreo como subterráneo, que supone una mayor captación de nutrimentos y energía.

Por su parte, Martínez (1989) plantea que aunque en las zonas tropicales los potreros para la cría y el levante de ganado se han establecido a costa de la tala rasa del bosque natural, la práctica ganadera exige la presencia de árboles dentro de los potreros para brindar sombra y refugio al ganado. De aquí se deriva que la práctica más generalizada es dejar árboles de gran tamaño, aislados, de copa amplia y que no pierdan el follaje durante la estación de sequía.

Hernández et al. (1986); Hernández y Simón (1993) y Hernández, Reyes, Carballo y Tang (1994) señalan la importancia de la introducción de árboles leguminosos en los potreros, ya que ayudan a la rehabilitación de los mismos a través de una fuerte recirculación de nutrimentos y la fijación simbiótica del nitrógeno. Bronstein (citado por Hernández y Simón, 1994), en una asociación de *Cynodon nlemfluensis* con *E. poeppigiana*, encontró que la descomposición del material arbóreo que se deposita en el suelo es muy rápida y una gran proporción de los residuos no consumidos se incorpora en la fracción orgánica del suelo o es absorbida directamente por las especies forrajeras asociadas. Hernández et al. (1986) observaron que las gramíneas asociadas a la

leucaena presentaron porcentajes de PB mayores que los de las gramíneas puras, lo que indica que los árboles fijaron el N al suelo y lo transfirieron, en alguna medida, a las gramíneas acompañantes. Estas características de la asociación le dan ventajas sobre los sistemas de banco de proteína, los cuales no pueden emplearse como aportadores y mejoradores de los suelos, ya que sólo del 20 al 30 % del área total se dedica al banco (Jordán, 1992).

Existen diferentes variantes de estos sistemas silvopastoriles, tales como:

- a) Árboles dispersos en potreros (quedados después de la tala o sembrados a bajas densidades).
- b) Árboles en grupos. Esta es una práctica desarrollada en Costa Rica, donde se plantan grupos de árboles (de 9 a 25) en diferentes lugares de los potreros.

Estos dos sistemas fueron descritos por Martínez (1989) y entre las especies que pudieran utilizarse cita a *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia*.

Por su parte, Altieri (1990) cita dos variantes:

- a) Plantaciones en cortorno, para suelos pobres y tierras en declive, y
- b) Plantaciones de árboles alrededor de fuentes de agua y pantanos. La plantación de árboles en este sistema reducirá el daño a la fuente de agua causado por el ganado, además de brindar follaje y leña.

En Cuba se han desarrollado pocos sistemas de asociación de árboles con pastos en toda el área, dándosele prioridad a los bancos de proteína; sin embargo, los trabajos de Hernández et al. (1986, 1987) y Simón, Hernández y Duquesne (1994) con el uso de *Leucaena leucocephala* y *Albizia lebbeck* respectivamente y los realizados por Hernández et al. (1994) con asociaciones múltiples de gramíneas y leguminosas, han demostrado la eficiencia de estos sistemas en lo que respecta a la producción de carne y leche si se comparan con los sistemas a base de pastos solamente o con el uso de bancos proteicos.

### **1.1.3 c) Pastoreo en plantaciones forestales y frutales**

En este caso los animales pastorean en una plantación que puede ser de árboles para leña, maderables o frutales. Según Montagnini et al. (1992), mediante el uso de este sistema se puede lograr el control de las malezas, a la vez que se obtiene un producto animal durante el crecimiento de la plantación.

En el CATIE se han realizado estudios sobre sistemas agrosilvopastoriles de pastoreo de ganado en plantaciones de guayaba (Somarriba, 1985a; 1985b; Somarriba y Beer, 1985); si el objetivo del propietario en estos sistemas es maximizar simultáneamente la producción de pasto y fruta, debe manipular el componente arbóreo de tal forma que minimice el número de árboles hasta el punto que satisfaga el consumo del ganado o la comercialización de las frutas y minimizar los efectos adversos de la sombra excesiva en los pastos.

En los estudios mencionados se encontró que la producción de fruta podría representar el 25 % de la producción de forraje de la asociación y se informaron consumos de 11 kg de fruta fresca/animal/día.

En Cuba Simón, Iglesias, Cáceres y Duquesne (1994) demostraron que los equinos pueden controlar el enyerbamiento en las áreas de cítricos, principalmente de las especies *Panicum maximum* e *Hyparrhenia rufa*, y mantener el césped rebajado sin afectar la cosecha de naranjas. La utilización de este sistema permitió un beneficio económico de 208.66 pesos/ha por concepto de ahorro de salario de chapea y combustible. También se alcanzaron altas tasas de reproducción, al emplear una carga de una yegua con su cría/ha.

La proximidad de algunas empresas pecuarias a las plantaciones citrícolas ha permitido, en muchos casos, el pastoreo de vacas lecheras en estas áreas (Esperance, Simón, Rodríguez, Duquesne y Núñez, 1994). En estos casos se han reportado

incrementos en la producción lechera; sin embargo, el ganado bovino consume los frutos cítricos, lo que atenta contra la producción principal del sistema y favorece el deterioro de las plantaciones.

### **1.1.3 d) Cercas vivas**

Según Nair (citado por Kass, 1992), este sistema se basa en la plantación de arbustos y árboles (en línea) en los linderos de las fincas, fundamentalmente con postes de plantas con capacidad de rebrote a partir de tallos o ramas, cuyo objetivo principal es impedir el paso de los animales o las personas, así como marcar los límites de las propiedades. Además de estos servicios produce forraje, leña, madera, flores para miel, frutos, postes, etc. (Montagnini et al., 1992).

Budowski (1990) incluye también el servicio de cortina rompeviento, fundamentalmente en las zonas con épocas de fuertes vientos.

Las especies más populares para el establecimiento de cercos vivos en Centroamérica son: *Gliricidia sepium*, *Bursera sumaruba*, *Spondias purpurea*, *Guazuma ulmifolia* y *Erythrina berteroana*.

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

1. Rinden diversos productos de valor económico, como alimento humano, forraje, productos medicinales, leña y nuevos postes para cerca.
2. Protegen a los cultivos y animales contra el viento.
3. Sirven como barrera para detener la erosión y tienen un efecto beneficioso sobre el suelo.
4. Generalmente duran mucho tiempo.
5. Tienen un costo relativamente bajo.

Algunas de las desventajas que presentan son: la necesidad de un manejo cuidadoso con podas, la dificultad para eliminar la cerca si esto se requiere en el futuro, son hospederas de animales silvestres o plagas dañinas para los cultivos y presentan problemas con la supervivencia de los postes vivos.

Existen varias publicaciones acerca del uso y manejo de las cercas vivas. Así Hernández, Benavides y Mochiutti (1994) demostraron en República Dominicana que las podas al final de la época lluviosa impiden la floración de los árboles de *G. sepium* y permiten disponer de forraje (288-528 g/árbol) en los meses de penuria nutricional.

Por su parte Hernández, Pino, Hernández y Simón (1994) informan que *G. sepium* es la especie de mayor interés forrajero en la provincia de Matanzas, Cuba, la cual puede aportar 2,5 t de MS/km de cerca como promedio anual, con una proteína bruta de 24 % y una digestibilidad in vitro de la MS de 57,6 %.

En estudios realizados por Romero, Chana, Montenegro, Sánchez y Guevara (1991) en Costa Rica, se encontró que en el cuarto año de explotación la especie *E. berteroana* bajo dos frecuencias de poda produjo forraje de alta calidad a razón de 4,8 t de MS/km de cerca/año, de una forma sostenida.

En sentido general, el uso de las cercas vivas involucra considerables ahorros para el agricultor, ya que cada día se hace más difícil adquirir postes de madera perdurables y los postes de concreto han adquirido precios prohibitivos.

En Honduras, Otárola, Martínez y Ordóñez (1985) evaluaron la producción de cercas vivas de *G. sepium*, la cual, traducida en estacas, leña y forraje, justifica la inversión, cuyo retorno definitivo se produjo del séptimo al noveno año.

## **1.2 La Leucaena: árbol promisorio para los sistemas silvopastoriles en el trópico**

### **1.2.1 Consideraciones generales**

En los últimos 30 años, posiblemente la planta arbórea más utilizada en diferentes sistemas de producción haya sido la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Esta ha sido reconocida a partir de los años 70 e incluso en la década de los 80 como "el árbol milagroso", debido a los éxitos que alcanzó como árbol forrajero de alto valor nutritivo, por su longevidad y por sus otros múltiples usos.

Se estima que la misma cubre un área mayor que 2,5 millones de hectáreas de la superficie terrestre (Brewbaker y Sorensson, citados por Shelton y Brewbaker, 1994).

Estos últimos autores plantean que la leucaena, además de su uso como forraje, es utilizada en muchas zonas del mundo para la producción de leña de alto valor combustible, madera, como árbol de sombra en plantaciones de cultivos perennes, como abono verde, e incluso como alimento humano.

Funes (1980) señaló que este árbol se emplea a menudo para la reforestación en las laderas de los montes, como cortina rompevientos en zonas de fuertes corrientes y como árbol de sombra para el café y el cacao.

Entre las leguminosas tropicales, la leucaena es la que probablemente ofrece mayor variedad de aplicaciones y mayor adaptabilidad a las condiciones tropicales; a esto se une que es altamente palatable y puede soportar altas cargas en pastoreo (NRC, 1984).

### **1.2.2 Or-igen, distribución y adaptación**

La leucaena, aroma blanca o aroma mansa es originaria de Latinoamérica, específicamente de los estados de Oaxaca y Yucatán en México (Funes, 1980). Algunos autores la sitúan desde Jalisco hasta Michoacán, en Chiapas y Yucatán (Brewbaker, Hedge, Hutton, Jones, Lowry, Moog y Van Den Beldt (1985).

Después de la conquista de México se localizó en Filipinas, debido a la ruta marítima que se estableció a partir de 1565 entre Acapulco y ese país asiático, cuando los conquistadores transportaban forraje de leucaena y sus semillas para alimentar al ganado en los galeones (Oakes, citado por Febles, Monzote y Ruíz, 1987). Posteriormente se extendió a Guam, Indonesia, Papua, Nueva Guinea, Malasia y otras regiones. Durante el siglo XIX se diseminó por Australia, Hawaii, India, Fiji y Africa.

Desde su centro de origen se extendió y naturalizó en los países del Golfo de México y las islas del Caribe (Brewbaker y Hutton, 1979).

En Cuba se distribuye en casi todos los suelos estudiados (Menéndez, 1982) y se encuentra en abundancia en las regiones costeras como Varadero, el sur de la provincia de La Habana y Cienfuegos (Funes, 1980).

Puede sobrevivir y crecer en suelos muy secos y marginales, pero para producir altos rendimientos requiere suelos más fértiles y con buen drenaje, de neutros a calcáreos (Shelton y Brewbaker, 1994).

Partridge y Ranacou (1974) informan su incapacidad para soportar encharcamientos por largos períodos de tiempo, lo que coincide con lo planteado por Machado, Milera, Menéndez y García-Trujillo (1978); Menéndez, Shateloin, Yepes, Roche y Nodarse (1995) e Iglesias, Hernández, Roche, Menéndez y Shalteloin (inédito), los cuales no la localizaron en zonas cenagosas del sur de la provincia de Matanzas, Cuba.

### **1.2.3 Tipos y variedades**

La *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit se agrupa en tres tipos que se diferencian entre sí por su hábito de crecimiento, tamaño y uso. El tipo hawaiano, donde se destacan los biotipos K-45 y K-341, se caracteriza por su porte bajo y comparado con los otros tipos, su rendimiento en forraje y madera es pobre (Febles et al., 1987).

El tipo Salvador es empleada esencialmente para producir madera y para la industria del combustible. Son árboles de porte alto (hasta 20 m de altura) y existen varias selecciones (K-8, K-132, K-28, K-67, K-72 y K-29) que se han dispersado por el mundo para su evaluación y uso comercial. En este tipo se distinguen dos variedades comerciales: El Salvador y Guatemala.

El tipo Perú es un intermedio entre el Hawaii y el Salvador (plantas de 15 m de altura), con muy buena calidad en el follaje y ramificación profusa en la base del tallo, lo que la hace idónea para el ramoneo.

Una variedad importante para la ganadería lo constituye la Cunningham, que se deriva de un cruce del tipo Perú y la línea CPI 18228, originaria de Guatemala (Machado et al., 1978; Febles et al., 1987). Esta variedad supera en rendimiento al cv. Perú, según Hutton y Beattie (1976).

En Cuba Machado y Núñez (1994) evaluaron 8 variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje y encontraron un número superior de hojas en los cvs. PI-14, PI-24, México y Cunningham, por lo que recomiendan estas dos últimas para la producción de forraje.

Otras variedades recomendadas como forrajeras son la K-5, K-6, K-62, K-5, K-341 y K-500.

#### **1.2.4 Características de la semilla**

*Leucaena* produce gran cantidad de semillas en casi todos los climas que es cultivada; sin embargo, una de las características desfavorables que presenta es la de poseer semillas muy duras que limitan su germinación en los primeros días después de efectuarse la siembra (Duguma, Kang y Okali, 1988). Esta característica de dormancia (Randeo, 1971) ha motivado el uso de diferentes métodos de reblandecimiento de las capas externas de la semilla, conocidos como métodos de escarificación. Lulandala (1981) empleó papel de lija y logró 100 % de germinación en comparación con 10 % en el control.

La escarificación con ácido sulfúrico y agua caliente se ha usado con buenos resultados. Jiménez-Merino, Casique, Cadena y Herrera (1992) escarificaron semillas del cv. Perú y obtuvieron germinaciones de 88 y 89,50 % cuando fueron sometidas a una concentración de  $H_2SO_4$  de 96 %, con tiempos de inmersión de 35 y 40 minutos respectivamente. Al emplear agua caliente, las mejores respuestas se obtuvieron con la temperatura de 72°C y 6,9 y 15 minutos de inmersión.

Son innumerables las investigaciones llevadas a cabo en este sentido (Olivera y West, 1985; Oakes, 1984), por lo que las recomendaciones son muy diversas. Existe coincidencia en que los tratamientos con agua caliente son más beneficiosos que los de  $H_2SO_4$  desde el punto de vista del daño a la semilla, además de ser menos costosos y peligrosos.

La dureza de la corteza de la semilla de *L. leucocephala* le confiere la ventaja de la viabilidad durante los almacenamientos largos. Ruíz y Febles (1989) plantean que la dormancia es progresiva con el almacenamiento, debido al incremento de las semillas duras. Cooksley y Paton (citados por Febles y Ruíz, 1987) obtuvieron semillas viables luego de 10 años de almacenamiento y sin previo tratamiento; mientras que las semillas tratadas pierden su viabilidad después de 7-10 años. González y Mendoza (1995) obtuvieron semillas con 50-60 % de dureza aún a los 30 meses de almacenadas, pero recomiendan su tratamiento con agua caliente durante 2-60 minutos antes de la siembra, para el incremento de la germinación hasta valores por encima de 69 %.

#### **1.2.5 Establecimiento**

Como otras especies de árboles, la leucaena es lenta en su establecimiento si se compara con las especies herbáceas (Piggin, Shelton y Dart, 1994). El crecimiento demorado de los retoños los hace vulnerables a la competencia con las malas hierbas y a la defoliación constante de los predadores. Ello origina que en muchas regiones esta planta se considere completamente establecida luego de 12-18 meses de sembrada.

La preparación del suelo, el tratamiento de la semilla, la inoculación o no con rhizobium, la densidad y profundidad de siembra, la época y el control de las malezas son los factores más importantes a tener en cuenta para un buen establecimiento de esta especie.

Machado et al. (1978) recomiendan una buena preparación del suelo, sobre todo en suelos vírgenes o infestados por abundantes semillas de malas hierbas. Jones, Jones y Cooksley (1982) coinciden con estos autores y recomiendan a su vez la siembra en

franjas sobre pastos nativos o entre surcos de cultivos temporales, donde la limpia manual de las malezas beneficiaría el crecimiento de los retoños.

En diversos trabajos se ha mostrado el efecto de la inoculación con rhizobium para una efectiva nodulación y por ende un rápido crecimiento de la leucaena (Norris, 1973; Homchan, Date y Roughley, 1989). Aunque Trinick (1968) informa a Leucaena como una planta de alta especificidad en sus requerimientos de rhizobium, se ha comprobado (Tang, Tamayo y Castro, 1983) que existe un buen rango de cepas para su nodulación en las condiciones de Cuba, donde esta especie se ha establecido y desarrollado de forma natural, aunque en estos casos la nodulación frecuentemente es inefectiva.

Tang (1994) recomienda el uso de las cepas IH-016, CIAT-1967, TAL-1145 y NGR-8 para inocular esta leguminosa, con lo cual se obtienen incrementos en el rendimiento de MS, el contenido de N en la planta y su nodulación.

La época de siembra de esta especie depende de la localidad (Jones et al., 1982). Este autor recomienda sembrar luego de las primeras lluvias de la época de crecimiento. Por su parte, Cooksley (1986) la relaciona con la temperatura del aire y sugiere la siembra cuando la temperatura mínima media está por encima de los 15°C para las condiciones de Australia. Las informaciones de la literatura corroboran que hay que considerar la temperatura, la humedad y la luminosidad para seleccionar la fecha del año en la cual hay buenas condiciones para la germinación y un rápido establecimiento (Hedge, 1982).

Durante 7 años consecutivos Ruíz, Febles, Bernal y Díaz (1989) realizaron trabajos acerca de la fecha para sembrar *L. leucocephala* y demostraron que bajo condiciones de limpieza, el mejor comportamiento fue entre abril y junio, lo que coincide con lo planteado por Anon (1987). Este mismo autor recomendó (aunque las semillas de esta especie son grandes) una profundidad de siembra de 2-4 cm para suelos pardos tropicales y de 2 cm en suelos ferralíticos. En ello coinciden Ruíz, Lauzurica y Bernal (citados por Ruíz y Febles, 1987), quienes rechazan la siembra superficial, cuya germinación es normalmente por debajo del 5 %.

En la fase de establecimiento de la leucaena, uno de los objetivos a perseguir es su dominancia, lo que se logra con un buen control de las malezas (Ruiz et al., 1989). En este sentido, Ruiz, Febles, Sistachs, Bernal y León (1990) proponen el uso combinado de labores mecánicas y químicas, aplicando primero el herbicida y luego el equipo mecánico para no producir daños a la población de leucaena. Estos autores detectaron que el crecimiento de esta planta disminuye decisivamente cuando el enhierbamiento se mantiene después de los 20 días de la siembra. Una práctica común en nuestras condiciones lo constituye la labor de limpieza con azadón, haciendo rolos alrededor de las plántulas durante los primeros 60-80 días posteriores a la siembra.

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

En sentido general, las altas densidades favorecen el crecimiento de la planta en altura y afectan el grosor del tallo (Palchamy, Jambulingam, Vinaya Rai y Surendram, 1990). Sin embargo, esto es un factor importante para la producción de forraje, ya que el alto número de ramas que se producen compensan en parte la falta de crecimiento, especialmente en los primeros años de explotación y, por otra parte, los tallos finos favorecen la mecanización de la cosecha de forraje.

Hedge (1982) recomienda un espaciamiento entre surcos de 60 cm al compararlo con 100 cm; sin embargo, Vilela, Mattos y Silveira (1978) no encontraron diferencias significativas cuando emplearon espaciamientos entre hileras de 2 a 3 m y entre plantas de 20, 40 y 60 semillas/m. Jones et al. (1982) sugieren espacios entre surcos de 1-5 m, con el uso del primero para forraje y del mayor cuando se pastorea el área. En Cuba, Castillo, Ruíz, Báez y Díaz (1986) utilizaron distancias de siembra de 4 m entre surcos y 0,5 m entre plantas y obtuvieron un buen establecimiento y buenas ganancias de peso vivo en la ceba bovina en pastoreo. Anon (1987) recomienda distancias de siembra de 1,5 x 1,5 m ó de 2 x 0,5 m para bancos de proteína y de 3 x 3 m para asociaciones de leucaena con gramíneas y otras leguminosas.



## 1.2.6 Plagas y enfermedades

### a) Insectos

El insecto que mayores daños puede causar a la 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 y Martínez, 1985).

Según Barrientos (1987), los daños en leucaena por insectos comedores de hojas son poco frecuentes, encontrándose algunos tales 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. La misma está identificada como *Heteropsylla cubana* (Crawford) y se conoce como una plaga de leucaena en Cuba y Puerto Rico (Pound y Martínez, 1985).

Los daños de esta plaga, la cual se reporta en lugares tales como Hawaii (Nakahara, Walter, Shin y Bernarr, 1987), Filipinas (Barrion, Aguda y Litsinger, 1987) y Florida (Austin, Williams, Hammond, Frank y 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 la leucaena está en período de establecimiento. La miel de rocío que producen estos insectos también sirve como medio de crecimiento de hongos negros, lo cual da una indicación de 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 depredadores de la plaga (Barrientos, 1987). En este sentido Nakahara y Funasaki (1986) encontraron que los coleópteros *Curinus coeruleus* y *Olla abdominalis* son los depredadores 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 psílido.

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 psílidos capturados.

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

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

Otras plagas como *Cathartus quadricollis* (Pound y Martínez, 1985) y *Euxesta stigmatras* (Valenciaga y 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), la 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 se encontraron como problemas asociados con las hojas los siguientes: mancha foliar por *Camptomeris leucaenae*, mildew, mancha marrón y escamas. 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. leucephala*, se corresponde con una bacteria del género *Erwinia*, la que manifiesta una alta patogenicidad en todos los cultivares estudiados (Delgado, Martínez y Rodríguez, 1989). Dichos autores detectaron que asociada a esta enfermedad (Gomosis bacteriana de 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 y 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 y 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 *Hausfordia pulvenata* como posible control biológico de dicho patógeno.

### **1.2.7 Producción de follaje**

La producción de follaje de leucaena varía en dependencia del tipo de suelo y las condiciones de precipitación. Además de estos factores, el manejo (altura de corte, frecuencia, intensidad de pastoreo, etc.) juega un papel decisivo en el incremento o el decrecimiento de los rendimientos de este género.

Shelton et al. (1994) plantean rendimientos que oscilan desde las 3 hasta las 30 t de MS/ha/año.

Lahane, Relwani, Raina y Gadekar (1987), al evaluar 18 variedades de leucaena durante 3 años consecutivos, obtuvieron rendimientos de MS/ha/año superiores a 19 t. En Cuba, Anon (1987) informó rendimientos de 7-14 t de MS/ha/año en seco y entre 12 y 17 t de MS/ha/año con irrigación, aunque plantea que se puede producir más de 20 t cuando las condiciones son favorables.

En sentido general, se evidencia una tendencia lineal a incrementarse los rendimientos con el aumento de la altura y la frecuencia de corte (Funes y Díaz, 1979; Ezenwa, Atta-Krah y Mulongoy, 1990; Lucena Costa y Cruz Oliveira, 1992).

### **1.2.8 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 a su vez una función del consumo y la digestibilidad (Norton, Lowry y McSweeney, 1994).

Todas las especies de leucaena contienen altas concentraciones de PB (>150 g/kg) cuando se comparan con los pastos tropicales y los henos de cereales (30-100 g/kg), por lo que se consideran suplementos proteicos de alto valor para combinar con dietas de forraje de baja calidad.

El valor nutritivo de este árbol y su composición química es comparable con el del forraje de alfalfa (tabla 1.2.8.1), aunque sus concentraciones de sodio y yodo suelen ser bajas (Shelton y Brewbaker, 1994). Jones (1979) cita valores de digestibilidad y consumo que varían entre 50 y 71 % para la primera y 58-85 g/kg<sup>0.75</sup> para el segundo.

En Cuba, Monzote, Suárez y Funes (1982) encontraron valores mayores de 80 % para la digestibilidad in vivo de la MS de las hojas y tallos comestibles de diferentes variedades de leucaena; estos son superiores a los informados por Norton et al. (1994), los cuales se aprecian en la tabla I.2.8.2.

Por su parte, Vargas y Elvira (1994), al comparar Leucaena con otras especies leñosas forrajeras, encontraron valores de PB de 25 %, con una digestibilidad "in vitro" de la MS de 47,8 % (tabla I.2.8.3.). En este experimento se informaron consumos de 0,51 y 0,13 kg/100 kg de peso vivo para la MS y la PB respectivamente, lo que muestra el buen grado de aceptación de este forraje por los rumiantes y su importancia como fuente suplementaria de proteína cruda.

En la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cáceres y Santana (1990) determinaron el valor nutritivo del cv. Cunningham en diferentes momentos del año y encontraron que los contenidos de MS no sufrieron grandes variaciones en el transcurso del mismo; no ocurrió así con la PB, la que osciló entre 16,3 y 24,6 %, coincidiendo el valor más bajo con el final de la época poco lluviosa. En este trabajo los consumos de MS fueron de medios a bajos, lo que se relacionó con el desbalance entre el contenido de proteína y energía metabolizable, así como con la posible presencia de sustancias tóxicas en el forraje.

Un aspecto importante en el metabolismo de las proteínas de la Leucaena lo constituye la presencia de taninos en los tejidos de estas plantas. A ellos se les atribuye la protección, en cierto grado, de la proteína contra la degradación en el rumen, lo que permite que esta pase relativamente inalterada al intestino delgado, donde es utilizada más eficientemente. Bamualim, Weston, Hogan y Murray (1984) informan que el 34 % de la proteína de las hojas del cv. Cunningham puede pasar a través del rumen sin ser digerida. Por su parte, Wheeler, Norton y Shelton (1994) plantean que los taninos en la Leucaena protegen la proteína de la degradación ruminal en un 35-60 %.

Tabla I.2.8.1. Comparación entre la composición química de la alfalfa (*Medicago sativa*) y la leucaena (NAS, citado por Shelton y Brewbaker, 1994).

Composición general	Hojas de Leucaena	Hojas de Alfalfa
Cenizas totales (%)	11,0	16,6
Nitrógeno total (%)	4,2	4,3
Proteína bruta (%)	25,9	26,9
F.A.D. (%)	20,4	21,7
Ca (%)	2,36	3,15
P (%)	0,23	0,26
B-caroteno (mg/kg)	536,0	253,0
Energía bruta (kJ/g)	20,1	18,5
Taninos (mg/g)	10,15	0,15
Leucina (mg/g N)	4,89	494
Lisina (mg/g N)	313	368
Isoleucina (mg/g N)	563	290
Arginina (mg/g N)	294	357

Tabla I.2.8.2. Consumo voluntario de leucaena fresca cuando se ofreció como único alimento.

Especie animal	Consumo voluntario (g MS/kg Peso vivo)	Digestibilidad in vitro de la MS (%)
Carneros	31,9	63,2
Chivos	35,6	68,0
	24,28	54,0
	37,40	71,0
Bovinos	no se registró	54,8

Tabla I.2.8.3. Composición química y digestibilidad in vitro del forraje de leucaena, gliricidia y guásima (% base seca).

Forraje	DIVMS	PB	Contenido de paredes celulares (CPC)	Fibra ácido detergente (FAD)
Leucaena	47,8	25,0	47,8	28,2
Gliricidia	58,4	25,8	43,5	26,2
Guásima	43,0	14,7	49,5	31,4

### 1.2.9 Manejo para la producción de leche y carne

Los primeros resultados que se conocen en ganado lechero se obtuvieron en Hawaii por Henke, Morita, Otagako y Nordfelt en 1950. Los primeros reportes de la utilización de la leucaena para la producción de carne datan de los años 40, cuando Henke y 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 y 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 y 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 y Padilla, 1972), aunque los resultados de producción fueron buenos, la persistencia de las leguminosas en pastoreo fue baja o hubo que aplicar el pastoreo diferido de las mismas, 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 y Duquesne, 1980; Valdés, Alfonso y 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 y Lucas (1989) introdujeron la leucaena en un 30 % del pastoreo de guinea común (*Panicum maximum* Jacq.) en los extremos de los cuartones y obtuvieron ganancias diarias de 530 g/toro y un peso al sacrificio de 426 kg, muy por encima del obtenido por toros que no tuvieron acceso a la leucaena (342 kg).

Hernández, Hernández, Hernández, Carballo, Carnet, Mendoza, Mendoza y 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.

El comportamiento de hembras en crecimiento con destino al reemplazo también ha sido objeto de evaluaciones con el uso de la leucaena (Zarragoitía, Elías, Ruíz, Plaza y Rodríguez, 1990). Estos autores lograron ganancias superiores a los 600 g diarios en hembras Holstein que pastaron una asociación de leucaena y Bermuda 68 (*Cynodon dactylon*). Dichos resultados permitieron un peso a la incorporación de 325 kg a una edad de 577 días.

Al continuar estas investigaciones, Zarragoitía, Elías, Ruíz y Rodríguez (1992) obtuvieron ganancias en la seca de 468 g/animal/día y de 530 g durante el período total del experimento, con un peso a la incorporación de 321 kg y 19,3 meses de edad. En este experimento se evaluó la inclusión de 2 kg de concentrado en la dieta de las hembras que pastaban la asociación y se demostró que los gastos que más inciden en los sistemas son por concepto del concentrado, lo que hace al sistema de asociación sin suplementar más barato, con un menor costo por kg de aumento de peso vivo (tabla I.2.9.1).

Tabla I.2.9.1. Aspectos económicos de tres sistemas de explotación.

Concepto	Bermuda 68 + 2 kg concentrado	Bermuda 68 + Leucaena	Bermuda 68 + Leucaena + 2 kg de concentrado
Gasto por concentrado	1 750,52	-	1 750,52
Otros alimentos	270,39	290,12	290,12
Otros gastos	4 964,66	4 927,90	4 918,76
Total gastos/sistema	6 985,57	5 218,02	6 959,4
Aumento de peso vivo	2 519	2 363,9	2 304,4
Costo/kg de aumento	1,16	0,48	1,25

Las respuestas en producción de leche dependen en gran parte del potencial productivo de las vacas y de los sistemas de explotación que se emplean para este fin.

Así, Flores-Ramos (1979) logró producir 10,3 kg de leche/vaca/día al suministrar pequeñas cantidades de forraje fresco de leucaena diariamente (2-4 kg). Este autor también recomienda el pastoreo restringido diario de 30-60 min en la leucaena antes del pastoreo de la gramínea, para reducir el empleo de los concentrados. En Panamá, Rosas, Quintero, Gómez y Rodríguez (1981) incrementaron la producción de leche en 21,27 % cuando intercalaron la leucaena en una pradera de *Hyparrhenia rufa* y sometieron a las vacas (Holstein x Criollo) a pastoreo diario de 4 horas en la misma.

En Colombia, Suárez, Rubio, Franco, Vera, Pizarro y Amezcuita (1987) obtuvieron producciones de 7-8 kg/vaca/día, cuando las vacas tuvieron acceso a un banco de proteína de leucaena en áreas de pangola/paspalum. Estas producciones fueron superiores en un 22 % a la de las vacas que pastaron solo en gramíneas.

Por su parte, Milera, Iglesias, Remy y Cabrera (1994) estudiaron durante 3 años el comportamiento de dos sistemas de producción de leche en pastoreo, donde se comparó el que incluyó un banco de proteína de leucaena en el 20 % del área, con un sistema de gramíneas fertilizadas. La utilización de la leucaena mejoró significativamente la

producción de leche (10,1 vs 9,6 kg/vaca/día) y hubo un ahorro de 1,5 t de concentrado por año con respecto al sistema de gramíneas solamente.

De los resultados experimentales obtenidos con la leucaena, se infieren dos comportamientos del consumo de la misma: como suplemento o como parte de la dieta.

Senra, Ruíz, Funes y Muñoz (1982) evaluaron el efecto de sustituir el 50 ó el 100 % del concentrado comercial por forraje verde de leucaena y en ambas pruebas la leguminosa logró sustituir el concentrado, manteniendo producciones de leche superiores a 14 kg/vaca/día.

Similares resultados informaron Gupta, Ahuja y Malik (1992) cuando obtuvieron producciones de leche mayores en 1,1 kg mejores en vacas que consumieron concentrados que contenían un 35 % de hojas de leucaena en sustitución de la torta de semillas deshidratadas.

Los resultados de Jordán (citado por Funes y Jordán, 1987) demuestran que en un aspecto tan importante como el consumo, se ha encontrado que la leucaena consumida a razón de 1 kg de MS/vaca/día produce respuestas en producción de leche semejantes que a niveles de hasta 3 kg de MS/vaca/día.

Ruíz, Febles, Jordán, Castillo y Funes (1995) corroboran estos resultados y plantean que el forraje de gramíneas ofrecido en la dieta debe representar más del 2,2-2,4 % del peso vivo para poder emplear la leucaena como suplemento; cuando estos valores son inferiores, la leguminosa se entregará como parte de la dieta.

## CAPITULO II. METODOLOGIA Y SECUENCIA EXPERIMENTAL

### II.1 Ubicación del área experimental

Los experimentos se desarrollaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", la cual se encuentra situada en la zona aledaña al central azucarero España Republicana, en el municipio Perico, provincia de Matanzas, en el punto geográfico determinado por los 22°48'7" de latitud norte y los 81°1' de longitud oeste a 19,01 m sobre el nivel del mar.

### II.2 Condiciones climáticas

En la tabla II.2.1 se muestra cómo se comportó el clima del área en los últimos 11 años previos al inicio del experimento (1977-1987), que se caracterizó por una media anual superior a los 1 300 mm en lluvia. Estas precipitaciones fueron más abundantes en mayo, mientras que febrero y marzo fueron los meses más secos. La mayor cantidad de precipitaciones ocurrió en la etapa de mayo a octubre, lo que representó un valor relativo mayor del 80 %.

También en esta etapa se registraron las mayores temperaturas, que fueron máximas durante julio y agosto, pero se mantuvo un promedio mensual superior a 20°C e inferior a 27°C. Enero se destacó como el mes más frío, con 13,5°C como promedio.

La tendencia manifestada por la humedad relativa fue la de mantenerse alta (79-85 % en la época lluviosa y 74-84 % en el periodo menos lluvioso).

La evaporación comenzó a subir a partir de febrero y se hizo máxima en el mes de abril, a partir de este mes descendió paulatinamente hasta hacerse de sólo 114,9 mm en el mes de diciembre.

Tal comportamiento se corresponde con un clima clasificado como de sabana tropical, característico de Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1989). En él predominan las condiciones tropicales marítimas con marcada estacionalidad de las lluvias, donde las masas de aire árticas y polares continentales hacen sentir su influencia en la época invernal poco lluviosa que se extiende desde noviembre hasta abril.

Los datos climáticos pertenecientes a la etapa experimental se expondrán en el capítulo III, ya que los experimentos se realizaron en años diferentes.

Tabla II.2.1. Clima del área experimental durante el período 1977-1987.

	Temperatura °C			Lluvia (mm)	Humedad relativa (%)	Evaporación (mm)
	Máxima	Mínima	Media			
Enero	26,7	13,5	19,6	48,99	81,25	116,4
Febrero	27,9	14,5	20,8	43,66	78,4	131,7
Marzo	29,5	15,6	22,1	40,5	76,3	188,7
Abril	31,0	16,4	23,4	54,0	74,1	209,0
Mayo	31,9	19,3	25,0	241,0	79,3	195,6
Junio	32,3	21,3	26,0	227,2	83,5	160,9
Julio	32,9	21,5	26,3	193,7	83,2	168,2
Agosto	32,9	21,9	26,3	155,9	83,0	169,1
Septiembre	31,9	21,1	25,5	160,6	85,8	156,2
Octubre	30,5	19,7	24,6	86,8	85,6	134,1
Noviembre	29,4	17,5	22,8	51,6	84,3	117,6
Diciembre	27,9	15,2	21,7	21,6	82,8	114,9
Total	-	-	-	1 326,45	-	-
X	30,4	18,1	23,6	-	81,5	155,2



### II.3 Características del suelo

El suelo sobre el que se realizó el estudio experimental fue Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979), el cual es característico del 15 % (aproximadamente) del área del país y se encuentra con mayor frecuencia en los territorios de las provincias de La Habana, Matanzas, Ciego de Ávila y algunas zonas de Cienfuegos, Villa Clara y Camagüey. Además de sus buenas condiciones de fertilidad, lo caracteriza un perfil homogéneo que presenta poca diferenciación entre los horizontes.

Es típicamente arcilloso y en los horizontes superiores el componente arcilla llega a presentar una magnitud relativa superior a 80 %. Sin embargo, posee buenas condiciones de aeración y excelentes propiedades físicas que lo hacen adecuado para una amplia gama de cultivos.

En la tabla II.3.1 se exponen algunas de las características agroquímicas del área experimental.

Tabla II.3.1. Características agroquímicas del suelo en el área experimental.

Profundidad	pH (H <sub>2</sub> O)	Nt (%)	MO	Acidez hidrolítica (meq/100 g)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Cationes cambiabiles			
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> (meq/100)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
0-24	6,3	0,11	4,0	1,70	22,8	9,6	3,2	0,2	0.12
24-56	6,4	0,10	3,6	2,07	15,8	9,4	2,9	0,17	0.23
56-84	6,2	0,06	1,9	1,42	12,3	4,4	2,1	0,19	0.11

### II.4 Mediciones realizadas en el pastizal

#### II.4.1 Disponibilidad de pastos

En los dos experimentos la disponibilidad de pastos se estimó por el método tradicional de muestreo, donde se utilizaron marcos de 0,25 m<sup>2</sup> que se tiraban al azar dentro del cuartón que se muestreaba. Los muestreos se realizaron mensualmente, abarcando todos los cuartones del pastoreo.

El área muestreada y cortada representó entre el 0,02-0,025 % del área total en cada estimación de la disponibilidad (8-10 marcos de 0,25 m<sup>2</sup>/cuartón).

Paralelamente a los muestreos de disponibilidad, pero bimestralmente, se tomaron muestras de pastos para estimar su calidad, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo.

#### II.4.2 Disponibilidad de Leucaena

La disponibilidad se estimó en el 3 % de los árboles establecidos en cada cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales a una altura determinada, según su tamaño. Aquí se aplicó la técnica del "ordeño" de las partes tiernas de la planta (hojas y tallos finos).

Cuando se hizo necesaria la poda, también se estimó la disponibilidad del follaje podado en el 3 % de los árboles cortados, pero en este caso se tuvo en cuenta todo el follaje disponible, ya que los animales hacen un consumo casi total del mismo.

#### II.4.3 Composición botánica

En los dos experimentos la variación de la composición botánica se determinó por el "método de los pasos", descrito por Anon (1980). En el caso de la Leucaena, su persistencia se estimó mediante el conteo total de las plantas. Ambas mediciones se realizaron al inicio y al final de cada época del año (lluviosa y poco lluviosa).



## ***II.5 Análisis de laboratorio***

Luego de cada muestreo se enviaron muestras representativas de los pastos para determinar la composición química de los alimentos. Los análisis de laboratorio efectuados: por ciento de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), calcio (Ca) y fósforo (P) se realizaron según las técnicas descritas por la AOAC (1965).

## ***II.6 Mediciones en los animales***

Los animales en ambos experimentos se pesaron mensualmente para determinar las ganancias brutas y diarias de peso vivo por etapas.

## ***II.7 Etapas de investigación***

El trabajo investigativo se dividió en dos etapas evaluativas:

Banco de proteína y asociación de leucaena con pastos para la producción de carne. Ceba inicial y final.

Utilización de la leucaena como banco de proteína y en Asociación con pastos como alternativas para la cría de hembras en desarrollo para el reemplazo.

El primer experimento se realizó entre el 25 de abril de 1988 y el 11 de mayo de 1989, y el segundo, 3 años más tarde, en el período comprendido entre el 7 de abril de 1992 y el 7 de junio de 1993.

Por ser sistemas de producción diferentes, los aspectos referidos a los animales, métodos de manejo, tratamientos, diseños y procedimientos experimentales, se expondrán por separado para su mejor comprensión.

## CAPITULO III. PARTE EXPERIMENTAL

### III.1 Banco de proteína y asociación de leucaena con pastos para la producción de carne. Ceba inicial y final

#### III. 1.1 Introducción

Varios autores han tratado de dar respuesta a la producción de carne basada en el pastoreo de gramíneas y leguminosas. Así Valdés et al. (1984) lograron mantener la persistencia de las leguminosas, las cuales se pastoreaban solamente en el período poco lluvioso, lo que implicó un incremento de la carga sobre la gramínea en el período lluvioso, con la consiguiente caída de las ganancias de peso vivo.

Hernández et al. (1986; 1987) introdujeron la variante de utilizar leguminosas arbustivas (leucaena) en la mejora del sistema de pastos naturales, con lo que lograron la estabilidad del pastizal y alcanzaron ganancias de peso vivo de unos 400 g/animal/día.

En el presente experimento los pastos naturales fueron sustituidos por una gramínea mejorada (*Panicum maximum* cv. Likoni) y el mismo tuvo como objetivos principales:

- Demostrar la posibilidad de producir animales de carne con edad y peso óptimos en sistemas que incluyen árboles de leucaena en potreros con gramíneas mejoradas.
- Estudiar los parámetros productivos y de calidad de los pastos asociados con leguminosas arbóreas ya establecidas.

#### III.1.2 Materiales y métodos

##### III.1.2.1 Condiciones climáticas

En el período que se realizó el experimento las condiciones de precipitación fueron muy favorables para el crecimiento de los pastos. En la figura III.1.2.1.1 se observa que de mayo a agosto de 1988 la lluvia caída mensualmente superó los 250 mm, lo que provocó un acumulado total para la época lluviosa de 1337,4 mm, cifra superior en un 25 % a la media histórica de los últimos 11 años previos al experimento. La época poco lluviosa también fue atípica, con 314,6 mm de acumulado, destacándose el mes de abril con 142,1 mm. En sentido general fue un año lluvioso, con un acumulado total de 1652,0 mm, lo que superó la media de los últimos años en 326 mm.

Las temperaturas en toda la etapa de evaluación fueron similares a lo informado durante los últimos años para esta localidad.

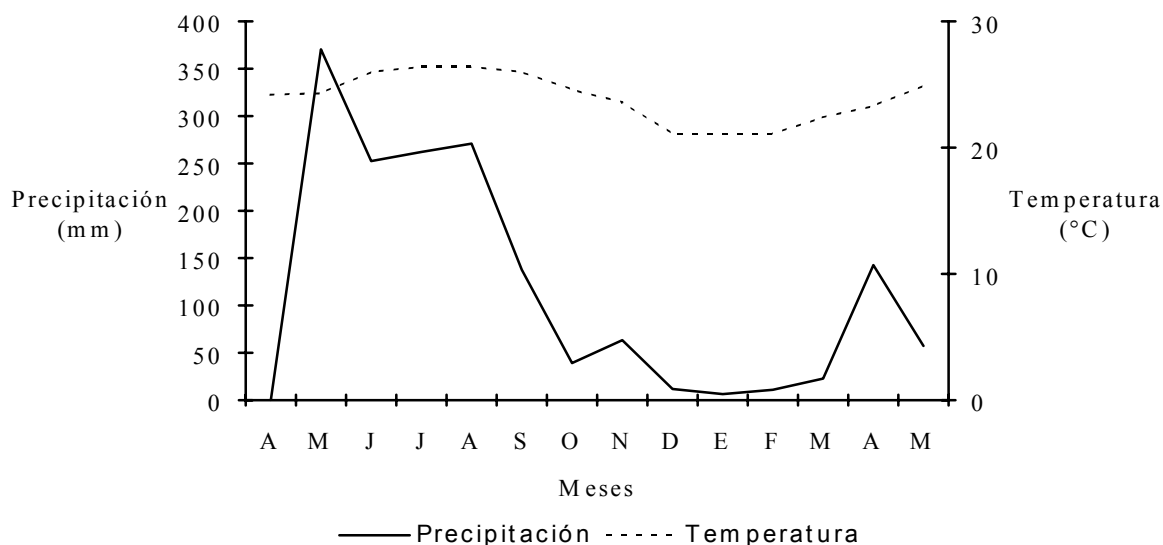


Fig. III.1.2.1.1 Promedios mensuales de precipitación y temperatura del aire durante el período.

### III.1.2.2 Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron dos períodos continuos de ceba (inicial y final), en los cuales se compararon tres tratamientos experimentales:

- A) Asociación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con *guinea likoni* y leguminosas rastreras en toda el área de pastoreo
- B) Banco de proteína de leucaena, leguminosas rastreras y *guinea likoni* en el 25 % del área + *guinea likoni* fertilizada con 80 kg de N/ha en el 75 % del área restante, y
- C) Sistema tradicional de pastoreo con *guinea likoni* en toda el área, fertilizada con 80 kg de N/ha.

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado, para lo cual se escogieron 30 añejos Cebú-comercial con un peso vivo promedio de 147 kg, los que se distribuyeron aleatoriamente a razón de 20 toretes por tratamiento.

El primer período de ceba terminó el 23 de noviembre de 1988 y comenzó inmediatamente el período de ceba final, en el cual se eliminaron 2 toros de cada tratamiento para rebajar la carga sobre el pasto, ya que los mismos promediaban 313 kg de peso vivo.

El análisis matemático para la comparación de las ganancias de peso vivo y de los indicadores del pasto se efectuó mediante un modelo lineal de clasificación simple.

### III.1.2.3 Procedimiento experimental

El área experimental tenía la leucaena completamente establecida; en el tratamiento A la densidad de la arbórea fue de una planta por cada 50 m<sup>2</sup> (200 plantas/ha); mientras que en el sistema con Banco de proteína la densidad fue mayor (500 plantas/ha).

Las leguminosas rastreras (*Teramnus labialis* cv Semilla Clara, *Neonotonia wightii* cv, Tinaroo y *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro) se sembraron en la primavera de 1986, conjuntamente con la *guinea likoni*, luego de una preparación mínima de las franjas que quedaron entre los surcos de leucaena.

La siembra se efectuó a mano con una densidad de 5 kg/ha para las leguminosas rastreras y de 10 kg/ha para la *guinea likoni*.

Al inicio del experimento los árboles de leucaena sobrepasaban los 2,5 m de altura, debido a que el área estuvo sin animales durante 18 meses para permitir un buen establecimiento de los pastos sembrados y acometer las labores de mantenimiento y reparación de las cercas de los cuartones.

Para el período de ceba inicial se empleó una carga de 0,73 UGM/ha en cuatro cuartones para cada tratamiento, con una rotación de 28 días, 7 de ocupación y 21 de reposo. El banco de proteína no se pastoreó durante esta época lluviosa, siguiendo la política de reservarlo para la época de escasas lluvias y teniendo en cuenta además que la disponibilidad de la guinea en el 75 % del área era bastante alta. Esto motivó que la carga animal en la gramínea de este tratamiento se incrementara hasta 0,96 UGM/ha.

El período de ceba final coincidió con la época poco lluviosa y comenzó cuando los toros sobrepasaban los 300 kg de PV. Esto provocó que la carga en los tratamientos sobrepasara los 1,5 UGM/ha, por lo que se decidió rebajar dos toros de cada tratamiento y comenzar la ceba final con una carga de 1,2 UGM/ha.

En esta fase se comenzó a pastar el banco de proteína en el tratamiento B en días alternos, para lo cual en los días señalados se abrían las puertas de los cuartones en horas de la mañana y permanecían con libre acceso las 24 horas. A cada cuartón de *guinea likoni* (0,75 ha) le correspondía un cuartón de leucaena (0,25 ha), donde los animales pastoreaban indistintamente según sus necesidades de mantenimiento y producción.

En esta etapa de sequía la rotación en todos los tratamientos se alargó a 36 días, con 9 días de ocupación y 27 de reposo.

A partir del primero de marzo y hasta el 8 de mayo se practicó la poda escalonada (en días alternos) de las plantas de leucaena que sobrepasaban los 3 m de altura, con el fin

de que los animales que pastaban en el cuartón pudieran consumir el follaje al cual no tenían acceso anteriormente por sobrepasar la altura de ramoneo. La poda se practicó a una altura de 40-50 cm y la misma propició en cada rotación un vigoroso rebrote que los animales consumieron con avidez.

### III.1.3 Resultados

El comportamiento del peso vivo de los toros y las ganancias diarias por época aparecen en la tabla III.1.3.1, donde no se aprecian diferencias significativas en el período de ceba inicial, a pesar de que el banco de proteína en el tratamiento B no fue pastoreado y la carga sobre la gramínea se incrementó con respecto a los demás tratamientos. Sin embargo, en la fase de ceba final sí se obtuvieron diferencias significativas ( $P<0,05$ ) en el peso vivo final y la ganancia de peso vivo de la asociación (A) con respecto al resto de los tratamientos. Estas diferencias significativas también se presentaron en la ganancia diaria de peso vivo acumulada en el transcurso de ambos períodos de ceba.

Tabla III.1.3.1. Peso vivo y ganancia diaria por época y total acumulado (kg).

Tratamientos	Ceba inicial			Ceba final			Ganancia acumulada
	PV inicial	PV final	Ganancia	PV inicial	PV final	Ganancia	
Asociación	147,3	310	0,820	314	398 <sup>a</sup>	0,426 <sup>a</sup>	0,623 <sup>a</sup>
Banco de proteína	147,5	300	0,760	313	372,5 <sup>b</sup>	0,301 <sup>b</sup>	0,530 <sup>b</sup>
Likoni	148,4	311	0,800	312	366,5 <sup>b</sup>	0,276 <sup>b</sup>	0,538 <sup>b</sup>
ES ±	3,1	6	19,9	6	7,4 <sup>*</sup>	0,331 <sup>*</sup>	0,047 <sup>*</sup>

a, b Valores con superíndices no comunes difieren a  $P<0,05$  (Duncan, 1955)

\*  $P<0,05$

En la tabla III.1.3.2 se expone la disponibilidad total de las gramíneas y de las leguminosas durante los dos períodos de ceba.

Tanto en la primavera como en la seca, el rendimiento total de pastos del tratamiento A superó al banco de proteína y al sistema tradicional, lo que estuvo motivado, en general, por el aporte de las leguminosas a la disponibilidad de follaje. Nótese que en ambas épocas este aporte fue superior a los 3 000 kg de MV/ha. Las diferencias encontradas en la disponibilidad de gramíneas de los tratamientos B y C con respecto a la asociación ( $P<0,05$ ) se debieron a que las primeras fueron fertilizadas con 80 kg de N/ha durante la primavera del año 1988; mientras que la guinea de la asociación solo recibió lo que pudo aportar la leucaena y las otras leguminosas herbáceas a través de la fijación simbiótica del N al suelo.

Tabla III.1.3.2 Disponibilidad total de gramíneas y leguminosas (kg MV/ha).

Tratamientos	Disponibilidad total	Ceba inicial		Disponibilidad total	Ceba final	
		Disponibilidad Gramíneas	Disponibilidad Leguminosas		Disponibilidad Gramíneas	Disponibilidad Leguminosas
Asociación	9 855 <sup>a</sup>	6 365 <sup>b</sup>	3 490	6 148 <sup>a</sup>	3 073 <sup>b</sup>	3 075 <sup>a</sup>
Banco de proteína	7 260 <sup>b</sup>	7 260 <sup>a</sup>	-	5 321 <sup>ab</sup>	4 734 <sup>a</sup>	587,5 <sup>b</sup>
Likoni	7 880 <sup>b</sup>	7 880 <sup>a</sup>	-	4 791 <sup>b</sup>	4 791 <sup>a</sup>	-
ES ±	327 <sup>**</sup>	321 <sup>*</sup>	-	288 <sup>*</sup>	331 <sup>*</sup>	201,5 <sup>***</sup>

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a  $P<0,05$  (Duncan, 1955)

\*  $P<0,05$

\*\*  $P<0,01$

\*\*\*  $P<0,001$

La disponibilidad de MS/100 kg de PV/día (tabla III.1.3.3) fue alta para todos los tratamientos y para ambas etapas o ciclos de ceba. En este indicador se reflejó de nuevo la tendencia de una mayor disponibilidad de gramíneas en los tratamientos B y C con respecto a la asociación ( $P<0,05$  en la ceba inicial y  $P<0,01$  en la ceba final) y se destacó el aporte de la leguminosa en la asociación, principalmente en la ceba final (período poco lluvioso), donde prácticamente se equiparó con la disponibilidad de gramíneas de esa etapa.

La importancia de la inclusión de las leguminosas en el pastoreo se verifica en la tabla III.1.3.4, donde se refleja la disponibilidad de proteína bruta por cada 100 kg de PV/día.

En los dos tratamientos que contaron con leucaena y leguminosas herbáceas esta disponibilidad fue mayor en ambos ciclos de ceba; se destacó la asociación, cuyos valores difirieron significativamente ( $P<0,001$ ) con respecto al banco de proteína y la gramínea fertilizada.

La composición química de los pastos en la ceba inicial (tabla III.1.3.5) mostró un balance significativo ( $P<0,001$ ) a favor de la asociación en el contenido de proteína bruta; sin embargo, la disponibilidad de este nutrimento resultó tan alta en sentido general que parece no haber tenido efecto en lograr diferencias significativas en el incremento de peso vivo con respecto al banco de proteína y el sistema tradicional. La no utilización de las leguminosas en la época lluviosa en los tratamientos B y C conllevó que los tenores de PB de la *guinea likoni* fueran bajos (8-8,5 %), con valores típicos para la dosis de 80 kg de N/ha.

En la época poco lluviosa donde se desarrolló la ceba final, sí se observaron diferencias altamente significativas ( $P<0,001$ ) en el contenido de PB a favor de los tratamientos con leguminosas con respecto al testigo (tabla III.1.3.6). Esto influenciado por los elevados tenores de la Leucaena, que sobrepasó el 25 % de PB.

En ambas épocas se registraron igualmente diferencias con respecto al contenido de fibra bruta, por los bajos valores hallados en la Leucaena que no sobrepasaron el 16 %.

En relación con el calcio y el fósforo, no se observaron diferencias significativas en ninguna de las dos épocas, aunque en la poco lluviosa resultó un poco elevado el Ca y bajo el P.

Un aspecto positivo de la fijación simbiótica del nitrógeno por el *Rhizobium* de las leguminosas se aprecia en la figura III.1.3.1, donde los tenores de proteína de la likoni que se mantuvo asociada con las leguminosas difirieron significativamente ( $P<0,01$ ) de la que se mantuvo como cultivo único.

En la tabla III.1.3.7 se refleja la dinámica de la composición botánica en los tratamientos, en la que se destaca el equilibrio alcanzado entre las gramíneas y las leguminosas, que permaneció casi inalterado durante todo el ciclo de engorde que tuvo una duración de 380 días. En la dinámica particular de las leguminosas herbáceas se observó que la población tendió a disminuir ligeramente; no ocurrió lo mismo con la leucaena, la cual mantuvo su población prácticamente estable, ya que solo se redujo en un 2 %. Se destacó la evolución de la *guinea likoni*, la cual logró incrementar su población en los tratamientos de la asociación y el sistema tradicional.

Tabla III.1.3.3. Disponibilidad (kg MS/100 kg PV/día) total de gramíneas y leguminosas.

Tratamientos	Ceba inicial			Ceba final		
	Disponibilidad total	Disponibilidad Gramíneas	Disponibilidad Leguminosas	Disponibilidad total	Disponibilidad Gramíneas	Disponibilidad Leguminosas
Asociación	20,7 <sup>a</sup>	13,4 <sup>b</sup>	7,35	12,9 <sup>a</sup>	6,9 <sup>b</sup>	6,0 <sup>a</sup>
Banco de proteína	15,7 <sup>b</sup>	15,3 <sup>a</sup>	-	11,2 <sup>ab</sup>	9,2 <sup>a</sup>	2,0 <sup>b</sup>
Likoni	16,6 <sup>b</sup>	16,6 <sup>a</sup>	-	10,1 <sup>b</sup>	10,1 <sup>a</sup>	-
ES ±	0,7 <sup>**</sup>	0,5 <sup>*</sup>	-	0,5 <sup>*</sup>	0,6 <sup>**</sup>	0,3 <sup>***</sup>

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a  $P<0,05$  (Duncan, 1955)

\*  $P<0,05$

\*\*  $P<0,01$

\*\*\*  $P<0,001$

Tabla III.1.3.4. Disponibilidad de proteína bruta (kg PB/100 kg de PV/día).

Tratamientos	Ceba inicial	Ceba final
Asociación	3,18 <sup>a</sup>	1,84 <sup>a</sup>
Banco de proteína	1,26 <sup>b</sup>	0,69 <sup>b</sup>
Likoni	1,42 <sup>b</sup>	0,66 <sup>b</sup>
ES ±	0,35 <sup>***</sup>	0,059 <sup>***</sup>

a, b Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)  
<sup>\*\*\*</sup>  $P < 0,001$

Tabla III.1.3.5. Composición química por tratamientos en ceba inicial (%).

Tratamientos	PB	FB	Ca	P
Asociación	15,4 <sup>a</sup>	28,5	0,77	0,40
Banco de proteína	8,02 <sup>b</sup>	35,2	0,57	0,20
Likoni	8,54 <sup>b</sup>	32,8	0,59	0,21
ES ±	3,63 <sup>**</sup>	5,4	0,33	0,19

a, b Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)  
<sup>\*\*</sup>  $P < 0,01$

Tabla III.1.3.6. Composición química por tratamientos en ceba final (%).

Tratamientos	PB	FB	Ca	P
Asociación	17,9 <sup>a</sup>	24,3 <sup>a</sup>	1,65	0,227
Banco de proteína	16,0 <sup>a</sup>	26,9 <sup>a</sup>	1,23	0,231
Likoni	7,09 <sup>b</sup>	33,1 <sup>b</sup>	0,85	0,251
ES ±	0,46 <sup>***</sup>	0,842 <sup>*</sup>	0,68	0,026

a, b Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)  
<sup>\*</sup>  $P < 0,05$  <sup>\*\*\*</sup>  $P < 0,001$

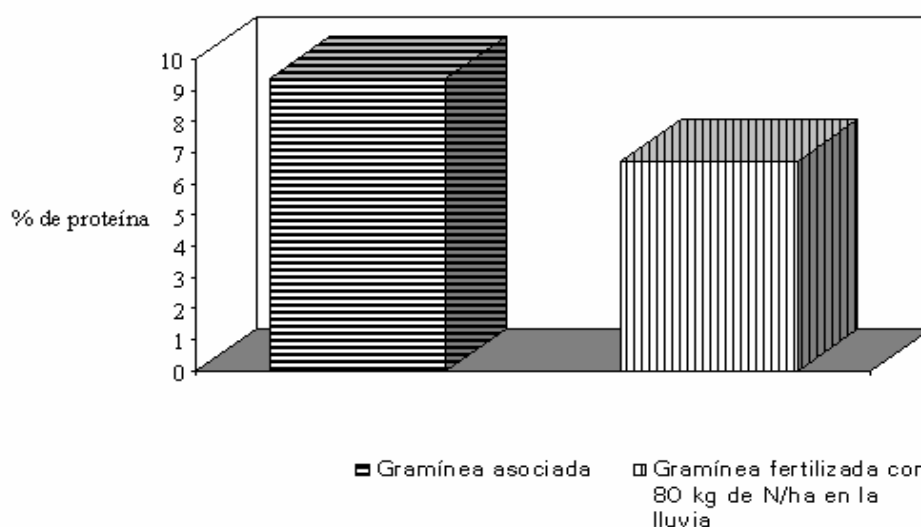


Fig. III. 1.3.1 Efecto de la asociación en el contenido de proteína bruta de la gramínea.

Tabla III.1.3.7. Evolución de la composición botánica (%).

Tratamientos y pastos	Inicial	Intermedia	Final
<b>A) Asociación</b>			
Likoni	25,3	29,8	37,7
Leguminosas	65,5	58,6	51,5
Otras gramíneas	8,1	8,3	6,9
Despoblación	0,7	2,5	3,5
<b>B) Banco de proteína</b>			
Likoni	94,0	64,4	66,8
Leguminosas	No se pastó	26,8	24,2
Otras gramíneas	5,4	7,2	8,6
Despoblación	0,6	1,4	0,0
<b>C) Gramínea fertilizada</b>			
Likoni	90,4	88,9	92,3
Otras gramíneas	8,6	9,5	7,3
Despoblación	0,8	1,3	0,0

### ***III.2 Utilización de la leucaena como banco de proteína y en asociación con pastos como alternativa para la cría de hembras en desarrollo para el reemplazo***

#### ***III.2.1 Introducción***

Es imprescindible que las hembras en crecimiento se desarrollen a un ritmo adecuado desde su nacimiento hasta el parto, lo que garantiza un reemplazo adecuado del rebaño lechero. Sin embargo, tradicionalmente esta categoría animal ha sido relegada a un segundo plano en cuanto a alimentación y manejo se refiere, lo que provoca un pobre crecimiento de las añojas y novillas y, por ende, una incorporación tardía a la reproducción y una subsiguiente baja producción de leche en su etapa adulta.

Por otra parte, es necesaria la implementación de sistemas de crianza donde se minimice la utilización de los alimentos concentrados y los insumos externos, debido a los altos precios de estos productos en el mercado internacional.

Trabajos anteriores desarrollados con animales de carne (Castillo et al., 1989) y con hembras en desarrollo (Zarragoitia et al., 1990) demostraron la posibilidad de utilizar las asociaciones de gramíneas y leguminosas con resultados satisfactorios en cuanto a ganancia de peso y persistencia del pastizal.

El trabajo desarrollado tuvo como objetivos principales:

- a) Demostrar la posibilidad de la cría de hembras de reemplazo desde su fase de añojas hasta la incorporación a la reproducción en sistemas que incluyen la leucaena en los potreros.
- b) Obtener ganancias de peso vivo no menores de 400 g/día que les permitieran a las añojas en crecimiento alcanzar un peso superior a los 300 kg y una edad adecuada al momento de su incorporación a la reproducción.
- c) Estudiar los parámetros productivos y de calidad de los pastos involucrados en los sistemas evaluados.

#### ***III.2.2 Materiales y métodos***

##### ***III.2.2.1 Condiciones climáticas de la etapa experimental***

En la figura III.2.2.1.1. se reflejan los valores medios mensuales de temperatura del aire y precipitación durante la etapa estudiada. La época lluviosa tuvo un comportamiento atípico, con solo 958,3 mm de lluvia acumulados, donde incidieron las bajas

precipitaciones de mayo (25,8 mm) y julio (86,1 mm). Las temperaturas de esta época fueron representativas de los últimos 11 años para esta localidad.

El mes más seco fue diciembre, con solo 1 mm de lluvia caído, aunque en sentido general la época poco lluviosa se comportó próxima a lo acostumbrado en lo que respecta a precipitaciones y temperatura del aire.

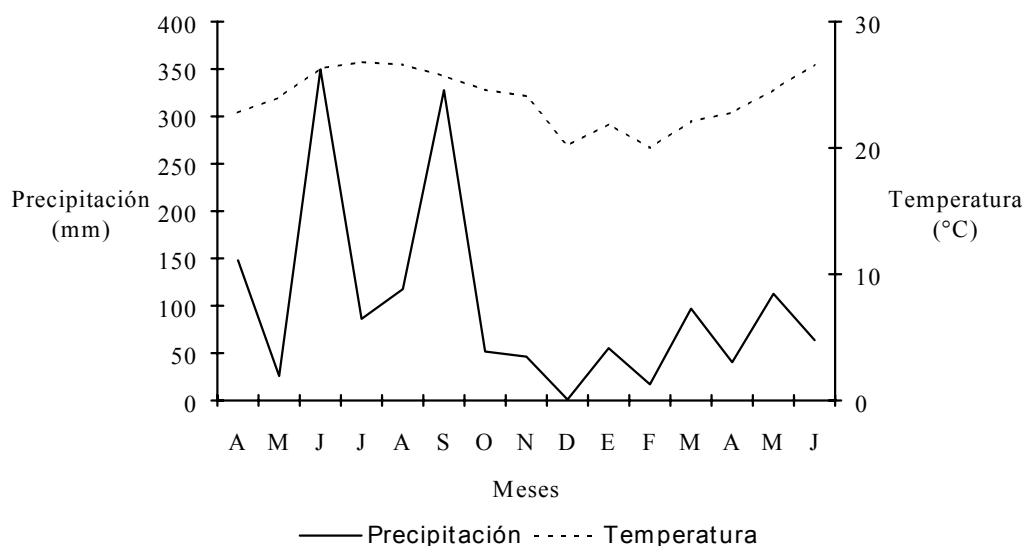


Fig. III. 2.2.1.1 Promedios mensuales de precipitación y temperatura del aire durante el período experimental.

### III.2.2.2 Tratamientos y diseño experimental

El experimento se realizó sobre pastizales previamente establecidos y evaluados con animales de engorde.

Se utilizaron 20 añojas 3/4 Holstein x 1/4 Cebú, las que se distribuyeron siguiendo un diseño totalmente aleatorizado en dos tratamientos.

Asociación de *Panicum maximum* cv. Likoni con *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham y otras leguminosas herbáceas (*Neonotonia wightii* cv. Tinaroo, *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro e *Indigofera mucronata*).

Banco de proteína, constituido por la leucaena y las leguminosas herbáceas señaladas anteriormente en asociación con la guinea likoni, que ocuparon el 25 % del área, mientras que el 75 % restante estaba ocupada solamente por esta gramínea.

El análisis matemático para la comparación de las ganancias de peso vivo y de los indicadores del pasto se efectuó mediante un modelo lineal de clasificación simple.

### III.2.2.3 Procedimiento experimental

La guinea likoni tenía 6 años de establecida y una aceptable composición botánica, mientras que la leucaena de la asociación tenía una densidad media de una planta cada 50,3 m<sup>2</sup>. En el caso del banco de proteína, la densidad de la leucaena fue de una planta cada 20,5 m<sup>2</sup> y las plantas presentaron un grosor y una talla inferior que las de la asociación.

El período experimental comprendió las dos épocas del año, por lo que el manejo del pastizal se adecuó a las condiciones imperantes en cada momento. Se empleó una carga de 0,5 UGM/ha, la cual se incrementó a 2,03 UGM/ha en los cuarterones del 25 % en el período señalado anteriormente.

Se emplearon cuatro cuarterones por tratamiento, con una rotación de 28 días, 7 de ocupación y 21 de reposo. En la época de seca esta se alargó a 48 días, con 12 de ocupación y 36 de reposo.



A partir del mes de febrero, debido a que las plantas de leucaena sobrepasaban la altura de ramoneo de los animales, se comenzó a podar manualmente de forma escalonada a una altura de 40-50 cm diariamente en ambos tratamientos, en el cuartón donde pastaban los animales.

En el caso del banco de proteína, la restricción del pastoreo se adecuó de forma tal que los animales permanecieran toda la mañana en el cuartón del 25 % para que pudieran consumir todo el follaje podado. La poda de la leucaena propició un rebrote vigoroso que se consumió en las rotaciones siguientes.

### III.2.3 Resultados

En la tabla III.2.3.1 se muestra la composición química de los alimentos ofertados, en la que se destaca el elevado contenido de proteína bruta de la leucaena, el cual fue superior a 21 % tanto en el material de ramoneo como en el podado. De forma general, los valores de los nutrimentos que aparecen reflejados en la tabla se mantuvieron dentro de los rangos normales para estos pastos y se destacó la guinea del tratamiento B, la cual, aunque no se pudo fertilizar, mantuvo valores de PB altos, incluso por encima de los de las leguminosas herbáceas en la época de seca.

Al observar la dinámica de la composición botánica (tabla III.2.3.2) se observó una sensible reducción de la guinea likoni en ambos tratamientos, a la vez que se incrementaron las leguminosas herbáceas y otras gramíneas consideradas como pastos naturales. La despoblación, la cual fue mínima al inicio del experimento, también se evidenció al final del mismo y abarcó el 17 % del área experimental.

Tabla III. 2.3.1 Composición química de los alimentos (%).

	FB		PB		Ca		P	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
<b>A) Asociación</b>								
Likoni	35,4	32,24	9,61	10,54	0,79	0,83	0,22	0,22
Leguminosas herbáceas	29,3	30,80	13,71	9,02	1,20	1,76	0,39	0,21
Leucaena (ramoneo)	21,8	-	21,7	-	2,04	-	0,21	-
Leucaena (poda)	-	20,30	-	21,10	-	1,87	-	0,24
<b>B) Banco de proteína</b>								
Likoni 75 %	34,8	32,23	8,77	11,41	0,71	0,77	0,22	0,23
Leguminosas herbáceas	28,8	31,20	13,62	8,91	1,18	1,81	0,31	0,19
Leucaena (ramoneo)	22,0	-	22,7	-	2,05	-	0,21	-
Leucaena (poda)	-	22,20	-	23,10	-	1,87	-	0,25

Tabla III. 2.3.2 Evolución de la composición botánica (%).

Tratamientos y pastos	Inicial	Intermedia	Final
<b>A) Asociación</b>			
Likoni	91,5	68,1	51,6
Leguminosas	3,8	8,6	16,8
Otras gramíneas	4,6	8,8	13,9
Despoblación	-	9,5	17,7
<b>B) Banco de proteína</b>			
Likoni	68,5	53,1	37,0
Leguminosas	7,1	9,5	16,4
Otras gramíneas	24,3	25,7	29,5
Despoblación	-	11,7	17,1

Con respecto a la leucaena, esta mantuvo su población prácticamente estable, ya que solo se redujo en menos de un 2 % el número de plantas por tratamiento, lo que reafirma

que es una planta altamente resistente al pastoreo, incluso luego de habersele aplicado varias podas durante su vida productiva.

En la tabla III.2.3.3 se expone el comportamiento de la disponibilidad de pastos en ambas épocas del año. Como se observa, este parámetro fue alto para el caso de la gramínea, que permitió incluso en la seca que las añojas tuvieran una oferta de guinea superior a los 38 kg de MS/animal/día.

En el caso de las leguminosas la disponibilidad no fue muy alta, aunque con valores superiores en el tratamiento del banco de proteína. La altura de las plantas de leucaena no permitió que la disponibilidad de ramoneo fuera alta, por lo que en ambos tratamientos la misma estuvo cercana al kg de MS/animal/día.

Tabla III.2.3.3. Disponibilidad de pastos.

Tratamientos	MS (kg/ha)		MS (kg/animal/día)	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
<b>A) Asociación</b>				
Likoni	7 134	4 880	101,90	42,80
Leguminosas herbáceas	158,2	175,2	2,26	1,46
Leucaena (ramoneo)	252,34	-	0,728	-
Leucaena (poda)	-	28,61	-	0,163
<b>B) Banco de proteína</b>				
Likoni	7 626	3 743	108,90	38,2
Leguminosas herbáceas	216,7	253,8	3,09	2,11
Leucaena (ramoneo)	345,1	-	1,24	-
Leucaena (poda)	-	30,18	-	0,209

Los pesos promedio entre los animales de la asociación y los del banco de proteína no difirieron estadísticamente al finalizar el experimento, pero fueron superiores en el tratamiento A en 18,1 kg (tabla III.2.3.4). Aquí también se observa el comportamiento animal hasta su incorporación a la reproducción, tomando el criterio de que las añojas se incorporaban con un peso de 295-300 kg. Como se aprecia, los animales del banco proteína no alcanzaron el peso vivo esperado, aunque las ganancias diarias estuvieron por encima de los 440 g. También la edad a la incorporación fue tardía (superior a los 22 meses) en ambos tratamientos, lo que estuvo asociado al bajo peso que presentaban al inicio del experimento.

Tabla III.2.3.4. Comportamiento de añojas de reemplazo hasta su incorporación a la reproducción.

Parámetros	Asociación	Banco de proteína	ES±
Peso vivo inicial (kg)	103,2	101,6	5,609
Edad (meses)	13,4	12,5	-
Peso vivo final (kg)	310,4	292,3	8,161
Edad (meses)	27,4	26,5	-
Ganancia bruta (kg)	207,2	190,6	4,874
Ganancia acumulada (g/día)	488,3	449,1	26,79

## CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES

### IV. 1 Ceba inicial y final

Las altas ganancias de PV registradas en los animales durante el período de ceba inicial en todos los tratamientos se explica por la alta disponibilidad de pastos y su buena composición química, que prevalecieron durante la época lluviosa. Aunque estos parámetros resultaron superiores en la asociación, en todos los tratamientos fueron suficientes para cubrir los requerimientos de mantenimiento de los animales y los incrementos de peso obtenidos, de acuerdo con la disponibilidad de MS por cada 100 kg de peso vivo en los animales, la cual estuvo por encima de los 5-7 kg aceptados como lo mínimo para obtener buenas ganancias por animal (García-Trujillo, 1980).

Esta alta disponibilidad se alcanzó como producto de que la *guinea likoni* no fue pastada anteriormente y había tenido un magnífico establecimiento, además de que las leguminosas fueron sometidas a un período de descanso. A ello se unió que este período fue muy lluvioso, lo que propició un rápido crecimiento del pasto en todas las rotaciones.

Los resultados de este trabajo para la ceba inicial son superiores a los informados por Hernández et al. (1986), aunque en aquel experimento la leucaena se encontraba asociada a pastos naturales que presentaron también una disponibilidad de MS alta (por encima de 35 kg/100 kg de PV/día).

La disponibilidad de proteína osciló entre 1,26 y 3,18 kg de PB/100 kg de PV/día, en concordancia con la disponibilidad de MS encontrada y sus tenores de proteína. Aunque en la asociación se lograron los valores más altos, la disponibilidad de este nutrimento resultó de tal magnitud que no determinó diferencias en el incremento del peso vivo con respecto a los demás tratamientos.

Las diferencias significativas observadas en la ganancia de peso vivo de los animales de la asociación en relación con los que pastaron en el banco de proteína y el sistema tradicional durante el período de ceba final, las cuales repercutieron decisivamente en las ganancias de peso vivo acumuladas, estuvieron influenciadas igualmente por la disponibilidad de MS que se encontraba en el pastizal, pero de forma decisiva por el aporte de las leguminosas, donde la disponibilidad de MS y PB/100 kg de PV/día fue altamente significativa en la asociación con respecto a los otros tratamientos.

Las ganancias obtenidas en la asociación para la ceba final concuerdan con las informadas por Hernández et al. (1987), aunque si se analiza el sistema de ceba completo, las ganancias acumuladas fueron mayores en el sistema que utilizó la likoni en sustitución de los pastos naturales.

Castillo et al. (1989), al trabajar también con guinea, del tipo común y leucaena en un 30 % del pastoreo, obtuvieron ganancias inferiores (530 g/toro) a las logradas en este experimento con el sistema asociado, aunque las mismas coinciden con las que se lograron en el tratamiento del banco de proteína.

En este experimento se comprobó la superioridad de los sistemas con árboles leguminosos asociados en toda el área de pastoreo, ya que además de presentar mejores resultados en la ganancia acumulada y el peso vivo final, también fue el sistema que no tuvo que utilizar insumos, desde el punto de vista de la fertilización de sus pastizales.

Esta ventaja que ofrece la asociación de que las leguminosas aporten el nitrógeno a través de la fijación simbiótica de este por el rhizobium, se reflejó en el contenido de proteína bruta de la likoni asociada, que resultó casi el doble ( $P < 0,01$ ) que el de la likoni no asociada.

La capacidad de fijación de N por las leguminosas, así como su transferencia a las gramíneas acompañantes, han sido señaladas por López (1977) y Tang (1986). Esta ventaja no puede ser aprovechada del todo por el sistema de banco de proteína, donde solo el 25 % del área estuvo ocupada por las leguminosas arbustivas y rastreras.

En sentido general, la calidad del material ofertado resultó muy superior en los tratamientos con leguminosas, donde la poda de la leucaena jugó un rol importante en el aporte de nutrimentos a los animales en los momentos de mayor escasez de pastos,

obteniendo un forraje con más de 25 % de proteína bruta y un 16 % de fibra bruta, que hasta esos momentos no había estado accesible a los animales.

Por otra parte, el comportamiento de la composición botánica del pastizal en los tres tratamientos demostró la buena persistencia de la guinea likoni en pastoreo y su facilidad de reproducción, aspectos tratados anteriormente por Hernández y Cáceres (1983). Esta gramínea mejoró su población en el pastizal, con excepción del sistema de banco de proteína, lo que pudo estar asociado a que en la ceba inicial se pastoreó sólo el área con likoni para preservar los cuartones con leguminosas.

Un comportamiento destacado en este sentido se observó también con la leucaena, la cual mantuvo casi inalterable su población.

Esta característica de la leucaena de persistir en pastoreo cuando el mismo se realiza de forma rotacional, además de su característica de rebrotar vigorosamente después de la poda en plena época poco lluviosa, es un reflejo de su profundo sistema radicular y de la gran cantidad de reservas de la planta. También influye especialmente el hecho de que los árboles mantienen gran parte de su área fotosintética fuera del alcance de los animales durante la época lluviosa, donde sólo son ramoneados a alturas que no sobrepasan los 2 m.

Esta resistencia de la leucaena al pastoreo permite que su manejo se facilite y pueda ser usada ampliamente en sistemas silvopastoriles donde el árbol esté asociado al pasto en toda el área de pastoreo; no ocurre así cuando se usan leguminosas herbáceas solamente, las cuales requieren para su supervivencia de una menor intensidad de pastoreo, la que puede lograrse mediante el empleo de los bancos de proteína.

Las leguminosas herbáceas *N. wightii* cv. Tinaroo y *M. atropurpureum* cv. Siratro fueron menos resistentes al incremento de la presión de pastoreo en la época poco lluviosa, lo que parece estar relacionado con su estructura o hábito de crecimiento voluble, por lo que al ser consumidas por los animales resultan removidos los puntos vegetativos de estas plantas con su consiguiente afectación. El *T. labialis* cv Semilla Clara resultó menos afectado en su población; mientras que la población de la *Indigofera mucronata*, especie espontánea en el lugar, se incrementó, lo que debe estar estrechamente relacionado con su adaptación al lugar y su estructura de crecimiento. Este comportamiento de las leguminosas rastreras corrobora la importancia de combinar diversas especies con diferentes comportamientos estacionales como vía para estabilizar la población de leguminosas a lo largo del año (Crowder y Chheda, 1982).

#### **IV.2 Cría de hembras en desarrollo**

El comportamiento de las hembras de reemplazo, desde el punto de vista de las ganancias de peso vivo, se puede catalogar como bueno para ambos tratamientos, aunque en la asociación estas fueron ligeramente superiores. En este sentido, Zamora (1983) planteó que con ganancias de peso por encima de los 400 g/animal/día no deben existir dificultades para que las novillas se gesten tempranamente; sin embargo, cuando las ganancias diarias de peso han sido del orden de los 100 a 200 g/día, existieron evidencias de que los animales alcanzaron la pubertad a una edad mayor de 30 meses (Perón y Tarrero, 1982).

No obstante, los resultados alcanzados en este experimento son inferiores a los logrados por Zarragoitía et al. (1992), quienes obtuvieron ganancias superiores a los 500 g diarios en una asociación de leucaena con Bermuda 68 (*Cynodon dactylon*), lo que permitió un peso a la incorporación de 321 kg con una edad de 19,3 meses.

En este caso, la edad a la incorporación a la reproducción fue relativamente alta si se compara con lo informado por Bobilev, Pigarev y Potokin (1979) quienes recomiendan inseminar las novillas a una edad de 16-18 meses, cuando han alcanzado el 70 % del peso vivo de una vaca adulta.

Esta incorporación tardía de las añojas a su vida reproductiva no estuvo motivada por un plano de alimentación deficiente durante el período experimental, el cual comenzó cuando los animales tenían más de un año de edad.

Por el contrario, tanto en el sistema asociado como en el banco de proteína la oferta de pastos fue amplia, con valores incluso en la época poco lluviosa superiores a los 40 kg

de MS/animal/día, donde se incluyó un material de alto valor nutritivo, encabezado por la leucaena, con niveles de proteína bruta de 21-23 %.

Esta alta disponibilidad de pastos permitió ganancias diarias de 488 y 449 g/animal para la asociación y el banco respectivamente, llegando incluso a ser mayores de 330 g/animal/día en la época poco lluviosa.

El motivo principal del atraso a la incorporación lo constituyó el bajo peso corporal alcanzado por las hembras en crecimiento durante la fase post-natal hasta un año. Los animales, provenientes de una empresa pecuaria, se incorporaron al experimento con un peso muy bajo (alrededor de 100 kg), lo que indica que las ganancias diarias en las edades tempranas de crecimiento no fueron superiores a los 120 g/animal.

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que si las añojas se hubieran incorporado al experimento con alrededor de 200 kg (Garza, Portugal y Ballesteros, 1972; Zarragoitia et al., 1990), el peso requerido a la incorporación (300 kg) se hubiera alcanzado a los 21-22 meses, edad que coincide con la obtenida por Zamora (1983) al evaluar diferentes pastos tropicales para la crianza de novillas, pero con la utilización de altas dosis de nitrógeno (300-400 kg/ha) y riego.

Al analizar la composición química de los alimentos resulta interesante que la leucaena presentó valores de PB, tanto en la poda como en el material ramoneado, inferiores a los informados por diversos autores (NRC, 1984; Hernández et al., 1987; Zarragoitia et al., 1990; Vargas y Elvira, 1994). Este decrecimiento en el nivel proteico pudo estar influenciado por el hecho de que el área experimental ya llevaba en explotación más de 9 años y nunca recibió ningún tipo de fertilización nitrogenada, además de que al comienzo del experimento las plantas tenían una altura superior a los 3 m, lo que evidencia un cierto estado de madurez. Este último aspecto también pudo influir en el contenido de fibra bruta, el cual fue superior al 20 %, muy por encima de lo señalado por Hernández et al. (1986) y Hernández et al. 1987 y de lo obtenido en el experimento anterior perteneciente a este trabajo de tesis con la mismas plantas de leucaena en todas las ocasiones.

De forma general, los valores de los nutrimentos que conformaron la dieta de los animales se mantuvieron dentro de los rangos normales para estos alimentos y se destacó la guinea del 75 % del tratamiento de banco de proteína, la cual no se fertilizó; sin embargo, mantuvo valores de PB por encima de 8 %, lo que parece estar ligado al aumento de las leguminosas herbáceas en esa área de pastoreo.

En la dinámica de la composición botánica se observó una sensible reducción de la *guinea likoni*, principalmente en el tratamiento del banco de proteína, con un aumento de las leguminosas herbáceas, hacia el final del experimento. Esta disminución de la composición botánica por parte de la gramínea demostró que la estrategia de no pastar el área durante parte de la primavera pudo ser errónea, ya que se creó un colchón de material muerto en los cuartones que limitó el rebrote de los vástagos nuevos e incluso la germinación de la semilla caída. Por otra parte, el aumento de los días de rotación en la época poco lluviosa provocó que los días de estancia en el cuartón se alargaran hasta 12, haciéndose más violento el efecto del pastoreo sobre los rebrotes de la gramínea, aunque favoreció el incremento de las leguminosas herbáceas.

En ambos tratamientos se encontró que hubo un aumento paulatino de otras gramíneas consideradas como pastos naturales (*Paspalum notatum*, *Dichantium sp.*, etc.), además de la despoblación, tendencia encontrada también por Hernández et al. (1987) y atribuida a la no aplicación de riego ni fertilizantes.

Con respecto a la leucaena, esta mantuvo su población prácticamente estable, lo que reafirmó que es una planta altamente resistente al pastoreo, incluso luego de habersele aplicado varias podas durante su vida productiva.

## CAPITULO V. CONSIDERACIONES ECONOMICAS

### V.1 Ceba

Desde el punto de vista de la producción de carne, no cabe la menor duda que el sistema de árboles asociados en toda el área resultó la mejor variante para ser utilizada en la ceba de toros; sin embargo, es necesario tener en cuenta un conjunto de elementos y valoraciones que permitan conocer con precisión la viabilidad económica de las diferentes variantes, con lo cual, indudablemente, la decisión que se tome podrá ser la más acertada en dependencia de las condiciones y facilidades que existan para desarrollar un sistema de producción dado.

El objetivo de estas consideraciones es la evaluación económica de las alternativas de producción que se derivan de los tres sistemas que se estudiaron. Este estudio se realizó mediante la simulación de los tres sistemas de explotación con características que se exponen en la tabla V.1.1. Se asumió una carga de 2 UGM/ha, tomando como referencia el peso vivo final de los animales de la asociación y en función de una unidad de producción de 5 cab (67 ha); además, para cada sistema de producción se tomaron los índices productivos obtenidos en el experimento en términos de ganancia por día y por año.

Tabla V.1.1 Características de los sistemas de ceba en su variante simulada.

Indicadores	Sistemas de producción		
	Asociación	Banco de proteína	Likoni fertilizada
Área (ha)	67,0	67,0	67,0
Toros a cebar (U)	168,0	168	168
Equivalente en UGM	134	134	134
Carga global UGM/ha	2,0	2,0	2,0
Ganancia de peso vivo por animal por día (kg)	0,623	0,530	0,538
Ganancia de peso vivo por animal por año (kg)	227,39	193,45	196,37

En la tabla V.1.2 se relacionan los ingresos brutos de cada sistema, teniendo en cuenta las ganancias totales de peso vivo y que el precio de la carne fue de 1.40 pesos/kg de PV, correspondiente a machos de II clase A.

Tabla V.1.2. Ingresos brutos.

Renglones productivos	Sistemas de explotación		
	Asociación	Banco de proteína	Likoni fertilizada
Ganancia de peso vivo total/año (kg)	38 201,52	32 499,6	32 990,16
Ganancia de peso vivo por ha/año (kg)	570,17	485,06	492,39
Precio del kg de carne en pie (pesos)	1,40	1,40	1,40
Ingresos totales (pesos)	53 482,12	45 499,44	46 186,22
Ingresos por ha (pesos)	798,23	679,08	689,34

Los gastos de producción (tabla V.1.3) se basaron en la utilización de insumos externos y en la fuerza laboral requerida para dar atención al rebaño.

El balance económico está detallado en la tabla V.1.4. Se aprecia que el aumento del ingreso bruto y la disminución de los gastos por el no uso de fertilizantes propició una mejor ganancia en el sistema de la asociación, a la vez que redujo el costo del kg de

carne producida y el costo por peso. Tal situación se aprecia con más claridad en la tabla V.1.5, donde los costos de los tratamientos de banco de proteína y sistema con likoni fertilizada fueron superiores a los del sistema asociado en más de un 50 %.

Tabla V.1.3. Gastos de producción

Renglones de gasto	Asociación	Sistemas de explotación	
		Banco de proteína	Likoni fertilizada
Fertilizantes (173,9 kg de urea por ha)	0	2 446,77	3 262,6
Otros gastos	9 372,0	9 372,0	9 372,0
Total de gastos (pesos/año)	9 372,0	11 818,77	12 634,6

Tabla V.1.4. Balance económico.

Indicadores	Asociación	Sistemas de producción	
		Banco de proteína	Likoni fertilizada
Ingreso bruto (pesos)	53 482,12	45 499,44	46 186,22
Gastos (pesos)	9 372,0	11 818,77	12 634,6
Ganancia (pesos)	44 110,12	33 680,67	33 551,62
Costo del kg de carne producida (pesos)	0,24	0,36	0,38
Costo por peso	0,17	0,26	0,27

Tabla V.1.5. Desviaciones relativas de los indicadores económicos calculados (%)\*.

Indicadores	Asociación	Sistemas de producción	
		Banco de proteína	Likoni fertilizada
Ingreso bruto	-	-15,0	-16,3
Gastos	-	+26,0	+34,8
Ganancia	-	-23,6	-23,9
Costo/kg	-	+50,0	+58,3
Costo/peso	-	+52,9	+58,8

\* Se tomó como base el sistema de la asociación

Estos datos económicos toman más fuerza si se conoce que los gastos en que se incurre para la compra de fertilizantes son en moneda libremente convertible, donde una tonelada de urea cuesta 280 dólares americanos en el mercado internacional.

En tal caso, lo más adecuado puede ser optar por el sistema de asociación, que se deriva del uso de bajos insumos y a su vez es el más eficiente en lo que a producción de carne y ganancias económicas se refiere.

## V.2 Cría de hembras de reemplazo

En el caso de este experimento la utilización de insumos fue mínima, ya que los pastos no fueron fertilizados ni irrigados, mientras que los animales tampoco recibieron ningún tipo de suplementación durante la época de seca. En la tabla V.2.1 se exponen las características de los dos sistemas de explotación en su forma simulada.

Al hacer un balance económico de los dos sistemas, siguiendo el mismo procedimiento que en el acápite V.1, se comprobó que el precio de una novilla criada en el sistema de asociación es de 77.34 pesos mayor que el de la novilla del Banco de Proteína (tabla V.2.2), lo que redundó en una ganancia total de 78 997.92 pesos, cifra superior en un

20 % a la obtenida en el último sistema citado (tabla V.2.3). También el costo del kg de carne producida y el costo por peso producido fueron mejores en el sistema de asociación.

Los resultados obtenidos demuestran que la crianza de hembras de reemplazo puede ser factible en cualquiera de los dos sistemas, pues en ambos se obtienen ganancias elevadas, aunque con ventajas para la asociación, ya que estas son un 20 % mayores. Por otra parte, en la asociación el manejo se hace más fácil, pues al no existir restricción en el pastoreo durante la seca, no se necesita de un personal para trasladar el ganado en horas de la mañana de un cuartón a otro todos los días. En el sistema con banco de proteína y acceso restringido los animales pierden la oportunidad de la sombra que brindan los árboles en horas del mediodía y la tarde y, por último, se desprecia en gran parte del área (75 %) el posible aporte de N de la leucaena al pasto acompañante a través de la fijación simbiótica de este por el *Rhizobium* de la leguminosa.

Tabla V.2.1. Características de los sistemas en su variante simulada.

Indicadores	Sistema de producción	
	Asociación	Banco de proteína
Área (ha)	67	67
Añojas a criar (u)	216	216
Equivalente en UGM	134	134
Carga global (UGM/ha)	2	2
Ganancia de peso vivo por animal/día (kg)	0,488	0,449
Ganancia de peso vivo por animal período (kg)	207,2	190,6

Tabla V.2.2. Ingresos brutos.

Indicadores	Sistema de producción	
	Asociación	Banco de proteína
Peso vivo final de las novillas (kg)	310,4	292,3
Precio del kg de carne en pie (pesos)	1,85*	1,70**
Precio de la novilla (pesos)	574,24	496,9
Ingresos total (pesos)	124 035,84	107 330,4
Ingresos por ha (pesos)	1 851,28	1 601,94

\* Novillas de primera clase, peso no menor de 300 kg

\*\* Novillas de segunda clase, peso no menor de 270 kg

Tabla V.2.3. Balance económico.

Indicadores	Sistema de producción	
	Asociación	Banco de proteína
Ingreso bruto (pesos)	124 035,84	107 330,4
Gastos (pesos)		
a) Salario	8 520	8 520
b) Otros	36 517,92	35 964,96
Ganancia (pesos)	78 997,92	62 845,44
Costo del kg de carne obtenida (pesos)	0,67	0,70
Costo por peso (pesos)	0,36	0,41



## **CONCLUSIONES**

1. El sistema silvopastoril de asociación de leucaena con pastos en toda el área resultó mejor, tanto para la producción de carne como en la cría de hembras de reemplazo, ya que su ganancia diaria de peso vivo y el peso vivo final obtenido superaron a los del banco de proteína y el sistema tradicional respectivamente.
2. El aporte de las leguminosas en la disponibilidad de MS por animal y en la disponibilidad de PB/100 kg de peso vivo influyó decisivamente en la obtención de los resultados de la ceba.
3. La poda de la leucaena jugó un rol importante en el aporte de nutrimentos en los momentos de mayor escasez de alimentos, brindando un forraje con más de 22 % de proteína, el cual los animales consumieron ávidamente.
4. Los tenores de PB de la likoni que estuvo asociada con las mezclas de leguminosas en la asociación y el banco de proteína fueron mayores que los de la likoni que se manejó como cultivo único.
5. La leucaena demostró su persistencia en pastoreo al conservar su población prácticamente inalterable durante todo el ciclo experimental.
6. La diversidad de leguminosas en el pastoreo favoreció la estabilidad de la composición botánica en la asociación, al combinarse especies con diferentes comportamientos estacionales.
7. La edad de las hembras a la incorporación a la reproducción fue alta, motivada por el bajo peso corporal que presentaron los animales al inicio del experimento.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar a nivel de producción el uso de la *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en sistemas de asociación para la preceba y la ceba de machos Cebú, por ser este sistema el de mejores resultados productivos y económicos, así como por su facilidad en el manejo de los animales.
2. Llevar a la práctica los sistemas silvopastoriles de banco de proteína y asociación para la cría de hembras de reemplazo, con prioridad para el segundo sistema, donde los beneficios económicos y el manejo son mejores.
3. Continuar estos estudios con animales de otros tipos raciales, que sean representativos de los sistemas de producción actuales a escala comercial.
4. Desde el punto de vista del manejo se recomienda:
  - a) Sembrar la leucaena no sólo en asociación con gramíneas mejoradas, sino mezclándola con leguminosas rastreras y volubles que contribuyan a aumentar la disponibilidad de MS y PB del sistema, así como la estabilidad de la composición botánica del pastizal.
  - b) Practicar la poda de la leucaena cuando la altura de las plantas sobrepase la posibilidad de ramoneo de los animales, principalmente en la época poco lluviosa, en que la escasez de alimentos se hace más crítica.

## REFERENCIAS

- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba
- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1989. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía-ACC. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. p. VI. 1.1
- ALONSO, O.; DELGADO, A. & MARTINEZ, N. 1993. Trasmisión 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
- ALTIERI, M.A. 1990. Sistemas agroforestales. En: Proyectos agrícolas en pequeña escala en armonía con el medio ambiente. CETAL Ediciones. Valparaíso, Chile. p. 117
- ANON. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- ANON. 1987. Nuevas variedades comerciales de pastos y forrajes registradas en Cuba. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 63 p.
- AOAC. 1965. Official methods of analysis. 9th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C.
- AUSTIN, M.T.; WILLIAMS, M.J.; HAMMOND, A.C.; FRANK, J.H. & CHAMBLISS, C.G. 1990. *Florida Leucaena psyllid trial* (LPT). I. First year establishment, yield, chemical composition and survival. *Leucaena Research Reports*. 11:3
- BAMUALIM, A.; WESTON, R.H.; HOGAN, J.P. & MURRAY, R.M. 1984. The contributions of *Leucaena leucocephala* to post ruminal digestible protein for sheep fed tropical pasture hay supplemented with urea and minerals. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 15:255
- BARRIENTOS, A. 1987. Plagas y enfermedades. En: *Leucaena*. Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruíz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 167
- 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
- BEATTIE, W.M. 1981. *Ithome lassula* Hodges (Lepidoptera = Cosmopterigidae). A new insect pest of *Leucaena* in Australia. *Leucaena Research Reports*. 2:11
- 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.; HEDGE, N.; HUTTON, E.M.; JONES, R.J.; LOWRY, J.B.; MOOG, F. & VAN DEN BELDT, R. 1985. *Leucaena* - Forage production and use. NFTA. Hawaii. 39 p.
- BREWBAKER, J.L. & HUTTON, E.M. 1979. *Leucaena*: versatile tropical tree legume. In: New agricultural crops. (Ed. G.M. Ritchie). A.A.A.S., Westview Press. Boulder, Colorado, USA. p. 207
- BUDOWSKI, G. 1981. Agroforestry in Central America. Proceedings of the Agroforestry Seminar. (J. Heuveldop and J. Lagermann, Eds.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 142
- BUDOWSKI, G. 1990. Agroforestería en Costa Rica y su relación con el manejo de suelos. Conferencia. Universidad de Costa Rica. 5 p.
- BUDOWSKI, G.; RUSSO, R. & MORA, H.E. 1985. Productividad de una cerca viva de *Erythrina berteroana* en Turrialba, Costa Rica. *Turrialba*. 35:83
- BUSTAMANTE, J. & ROMERO, F. 1991. Producción ganadera en un contexto agroforestal: Sistemas silvopastoriles. *Carta de Rispal*. No. 20, p. 3

- CACERES, O. & SANTANA, H. 1990. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en diferentes momentos del año. *Pastos y Forrajes*. 13:197
- CASTILLO, E.; RUIZ, T.E.; BAEZ, R. & DIAZ, L.E. 1986. Empleo de *Leucaena leucocephala* para la producción de carne bovina en Cuba en áreas de difícil laboreo. Resúmenes V Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 9
- 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
- CATIE. 1991. Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo. II. Informe anual, Fase II. Proyecto CATIE/MAG/IDA/CIID. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 148 p.
- CIAT. 1981. Informe anual. Programa de Pastos Tropicales. p. 89
- COMBE, J. & BUDOWSKI, G. 1980. Clasificación de las técnicas agroforestales. (Salas, G. de las, Ed.). Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE. Turrialba, Costa Rica
- COOKSLEY, D.G. 1986. Temperature constraints to sowing time of leucaena in south east Queensland. *Tropical Grasslands*. 20:156
- CROWDER, L.V. & CHHEDA, H.R. 1982. Grassland improvement: establishment and renovation of the sward. In: Tropical grassland husbandry. Longman Group Limited, UK p. 118
- 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
- DUGUMA, B.; KANG, B.T. & OKALI, D.U. 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
- ECHEVARRIA, N. & RODRIGUEZ, F. 1978. Nota técnica. Estudio de sistemas de producción de leche basados en gramíneas y leguminosas. *Ciencia y Técnica en la Agricultura*. 1 (3):125
- ESNAOLA, M.A. & RIOS, C. 1994. Hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) como suplemento proteico para cabras lactantes. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (J.E. Benavides, Ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 1. p. 283
- ESPERANCE, M.; SIMON, L.; RODRIGUEZ, M.; DUQUESNE, P. & NUÑEZ, C.A. 1994. Producción de leche de vacas en pastoreo en áreas de cítricos. En: Resúmenes Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 65
- EZENWA, I.V.; ATTA-KRAH, A.N. & MULONGOY, K. 1990. Effects of different pruning frequencies on dry matter productivity, nodulation and root development of *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium*. *Leucaena Research Reports*. 11:102
- 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. Ruíz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 3
- 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. Ruíz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 31
- FERNANDEZ, D.; SUAREZ, J.J. & VALDIVIA, R. 1990. Evaluación de leguminosas para corte en suelo Latosólico de la provincia Habana en condiciones de riego y secano. Resúmenes Seminario Científico Internacional del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 33

- FLORES-RAMOS, J.F. 1979. *Leucaena leucocephala* para la producción de leche: efecto de la suplementación con leucaena en vacas pastoreando. *Producción Animal Tropical*. 4:53
- FUNES, F. 1980. Leucaena. Una nueva posibilidad para la alimentación ganadera en Cuba. *Agropecuaria Popular*. 1 (3): 19
- FUNES, F. & DIAZ, L.E. 1979. Resultados preliminares sobre la leucaena en Cuba. Resúmenes II Reunión de la Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana, Cuba. p. 138
- FUNES, F. & JORDAN, H. 1987. Leche. En: Leucaena. Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruíz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 129
- GARCIA-TRUJILLO, R. 1980. Utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. *Pastos y Forrajes*. 3:503
- GARZA, T.R.; PORTUGAL, G.A. & BALLESTEROS, W.H. 1972. Evaluation under grazing of grass-legume mixture using heifers of european races in a tropical climate. *Técnica Pecuaria en México*. 23:7
- GONZALEZ, YOLANDA & MENDOZA, F. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 18:59
- GUPTA, B.K.; AHUJA, A.K. & MALIK, N.S. 1992. Leucaena leaves as a high-protein substitute for de-oiled seed cake in concentrates for dairy cattle in India. *Leucaena Research Reports*. 13:24
- HEDGE, N. 1982. Leucaena research in the Asian-Pacific region. Proceedings of Workshop. Singapore. p. 72
- HENKE, L.A. & BURT, A.N. 1940. Beef cattle feeding trials. *Hawaii Agricultural Experimental Station*. 85:37
- HENKE, L.A.; MORITA, K.; OTAGAKO, K. & NORDFELT, S. 1950. Koa Haole (*Leucaena glauca*) as the sole roughage feed to milking cows. *Hawaii Station Progress Note*. 60:1
- HERNANDEZ, 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
- HERNANDEZ, 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
- HERNANDEZ, D.; HERNANDEZ, I.; HERNANDEZ, C.A.; CARBALLO, MIRTA; CARNET, R.; MENDOZA, R.; MENDOZA, C. & RODRIGUEZ, 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
- HERNANDEZ, D.; REYES, F.; CARBALLO, MIRTA & TANG, M. 1994. Asociaciones múltiples de gramíneas y leguminosas para producir leche con bajos insumos. En: Resúmenes Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 39
- HERNANDEZ, I.; PINO, ESTHER L.; HERNANDEZ, R. & SIMON, L. 1994. Estudio preliminar sobre el uso de cercas vivas en las fincas campesinas. En: Resúmenes Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 47
- HERNANDEZ, I. & SIMON, L. 1993. Los sistemas silvopastoriles: Empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas. *Pastos y Forrajes*. 16:99
- HERNANDEZ, I. & SIMON, L. 1994. Razones para emplear plantas perennes leñosas en la ganadería vacuna. Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 p.
- HERNANDEZ, M.; BENAVIDES, J. & MOCHIUTTI, S. 1994. Podas estratégicas en cercos vivos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje en la época de seca. En: Resúmenes Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 24
- HERNANDEZ, MARTA & CACERES, O. 1983. *Guinea Likoni*. *Pastos y Forrajes*. 6:1
- HODGES, R.W. 1962. The genus *Ithome* in North America and north of Mexico. *Journal of Lepidopter Society*. 15:81

- HOMCHAN, J.; DATE, R.A. & ROUGHLEY, R.J. 1989. Responses to inoculation with root nodule bacteria by *Leucaena leucocephala* in soils in N.E. Thailand. *Tropical Grasslands*. 23:92
- HORNE, P.M.; CATCHPOOLE, D.W. & ELLA, A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes. In: Forages in Southeast Asian and South Pacific agriculture (Eds. Blair, G.J.; Ivory, D.A. and Evans, T.R.). ACIAR Proceedings No. 12. Indonesia. p. 164
- HUTTON, E.M. & BEATTIE, W.M. 1976. Yield characteristics in three bred lines of the legume *Leucaena leucocephala*. *Tropical Grasslands*. 10:187
- JEGOU, D.; WAELPUT, J.J. & BRUNSCHWIG, G. 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus sp.*) y amapola (*Malvaviscus arboreus*) en cabras lactantes. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (J.E. Benavides, Ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 1. p. 155
- JIMENEZ-MERINO, A.; CASIQUE, 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. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. *World Animal Review*. 31:13
- JONES, R.J.; JONES, R.M. & COOKSLEY, D.G. 1982. Agronomy of *Leucaena leucocephala*. CSIRO. Division of Tropical Crops and Pastures. Information Service Sheet. No. 41, 4 p.
- JORDAN, H. 1992. Importancia de las leguminosas en el trópico. En: Pastoreo orgánico y utilización de forrajes en la alimentación de rumiantes en el trópico. Conferencias. Universidad de Colima. Colima, México. p. 18
- JORDAN, 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. (Mimeo)
- LAHANE, B.N.; RELWANI, L.L.; RAINA, A.K. & GADEKAR, H.L. 1987. Initial evaluation of *Leucaena leucocephala* cultivars for fodder production. *Leucaena Research Reports*. 8:29
- LENNE, J.M. 1980. Camptomeris leaf spot on *Leucaena spp.* in Colombia. *Plant Disease*. 64:414
- LOPEZ, MIRTA. 1977. Nodulación y fijación de nitrógeno de leguminosas tropicales en Cuba. Resúmenes VI Reunión ALPA. La Habana, Cuba. Tomo I. p. 155
- LUCENA COSTA, N. de & CRUZ OLIVEIRA, J.R. de 1992. Effect of cutting height on the yield and protein content of *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*. 13:6
- LULANDALA, LUTHER L.L. 1981. Seed viability, germination and pretreatment of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Reports*. 2:59
- MACHADO, R.; MILERA, MILAGROS; MENENDEZ, J. & GARCIA-TRUJILLO, R. 1978. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* Lam de Wit.). *Pastos y Forrajes*. 1:321
- MACHADO, R. & NUÑEZ, C.A. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje. II. Variabilidad morfológica y rendimiento. *Pastos y Forrajes*. 17:107
- MARTINEZ, H.A. 1989. El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Serie Técnica. Boletín Técnico No. 19. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 79 p.
- MENENDEZ, J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y/o naturalizadas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ICA. La Habana, Cuba. 89 p.
- MENENDEZ, J.; SHATELOIN, TANIA; YEPES, I.; ROCHE, R. & NODARSE, MARIA TERESA. 1995. Colecta de especies con características forrajeras en la Ciénaga de Zapata. *Pastos y Forrajes*. 18:21
- 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.; REMY, V. & CABRERA, N. 1994. Empleo del banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 17:73
- MONTAGNINI, FLORENCIA; PREVETTI, LAUREL; THRUPP, LORI ANN; BEER, J.; BOREL, R.; BUDOWSKI, G.; ESPINOZA, L.; HEUVELDOP, J.; REICHE, C.; RUSSO, R.; SALAZAR, R.; ALFARO, MARIELOS; ROJAS, ISABEL; BERSTCH, FLORIA; FERNANDES, E.; GONZALEZ, M.; ALVIM, R.; SHAHEDUZZAMAN, Md. & NICHOLS, D. 1992. Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para Estudios Tropicales (OET). San José, Costa Rica. 622 p.
- MONZOTE, MARTA; SUAREZ, J.B. & FUNES, F. 1982. Determinaciones de digestibilidad de la *Leucaena leucocephala*. Informe interno. ICA. La Habana, Cuba
- 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
- NRC. 1984. *Leucaena: promising forage and tree crop for the tropics*. Second Edition. National Academy Press. Washington, D.C. 100 p.
- NAKAHARA, L.M. & FUNASAKI, G.Y. 1986. Natural enemies of the *Leucaena psyllid*, *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera:Psyllidae). *Leucaena Research Reports*. 7:9
- 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
- NORRIS, D.O. 1973. Seed pelleting to improve nodulation of tropical and subtropical legumes. 5. The contrasting response to lime pelleting of two *Rhizobium* strains on *Leucaena leucocephala*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 13:98
- 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. Piggitt and J.L. Brewbaker). Proceedings of a Workshop held in Bogor, Indonesia. ACIAR Proceedings. No. 57, p. 103
- OAKES, A.J. 1984. Scarification and germination of seed of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Tropical Agriculture (Trinidad)*. 61 (2): 125
- OLIVERA, E. & WEST, S.H. 1985. Aspects of germination of *Leucaena*. *Tropical Agriculture (Trinidad)*. 62:68
- OTAROLA, A.; MARTINEZ, H. & ORDOÑEZ, R. 1985. Manejo y producción de cercas vivas de *Gliricidia sepium* en el noroeste de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 23 p.
- PALCHAMY, A.; JAMBULINGAM, R.; VINAYA RAI, R.S. & SURENDRAM, C. 1990. Effect of population density on the growth of three Salvador type *Leucaena leucocephala* cultivars. *Leucaena Research Reports*. 11:58
- PARTRIDGE, I.J. & RANACOU, E. 1974. The effects of supplemental *Leucaena leucocephala* on steers grazing *Dichanthium caricosum* in Fiji. *Tropical Grasslands*. 8:107
- 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
- PERON, N. & TARRERO, R. 1982. Edad y peso a la pubertad en novillas Holstein, Cebú y ¾ Cebú x ¼ Holstein. *Revista Cubana de Reproducción Animal*. 8:31
- PEZO, D.A. 1991. La producción ganadera en un contexto agroforestal. *Rev. El Chasqui*. 25:1
- PEZO, D.A. 1992. Sistemas silvopastoriles. Interacción árbol-pastos. Conferencia Curso Internacional "Desarrollo de Sistemas Agroforestales". CATIE. Turrialba, Costa Rica. 16 p. (Mimeo)
- PIGGITT, 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 and J.L. Brewbaker). Proceedings of a Workshop held in Bogor, Indonesia. ACIAR Proceedings. No. 57, p. 241
- POUND, B. & MARTINEZ, L. 1985. *Leucaena*. Su cultivo y utilización. Overseas Develop. Adm. Londres, Inglaterra
- RANDEO, K.D. 1971. Studies on seed coat dormancy in *Leucaena glauca* Benth. *Japanese Journal of Ecology*. 21:14
- RODRIGUEZ, Z.; BENAVIDES, J.E.; CHAVES, C. & SANCHEZ, G. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) y suplementadas con fruto de plátano pelipita (*Musa* sp. cv. Pelipita). En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (J.E. Benavides, Ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 1. p. 295
- ROMERO, F.; CHANA, C.; MONTENEGRO, J.; SANCHEZ, L.A. & GUEVARA, G. 1991. Productividad de *G. sepium* y *E. berteriana* en cercas vivas manejadas bajo tres frecuencias de poda en la zona atlántica de Costa Rica. Agroforestería No. 6. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 4 p.
- ROSAS, H.; QUINTERO, S.O.; GOMEZ, J. & RODRIGUEZ, M. 1981. Milk production during the rainy and dry season with arboreal *Leucaena* in the central area of Panama. *Leucaena Research Reports*. 2:40
- RUIZ, T.E. & FEBLES, G. 1987. Establecimiento. En: *Leucaena*. Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (T.E. Ruiz y G. Febles, Eds.). EDICA. La Habana, Cuba. p. 77
- RUIZ, T.E. & FEBLES, G. 1989. Estudio sobre almacenamiento de semillas y época de siembra de *Leucaena leucocephala* en Cuba. Proc. XVI Int. Grassl. Congr., Nice. p. 557
- RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; BERNAL, G. & DIAZ, L.E. 1989. Estudio de la fecha de siembra de *Leucaena leucocephala* en Cuba. *Revista cubana de Ciencia agrícola*. 23:203
- RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; COBARRUBIA, P.; DIAZ, 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. & HERNANDEZ, C. 1987. Manejo. En: *Leucaena*. Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (T.E. Ruiz y G. Febles, Eds.). EDICA. La Habana, Cuba. p. 156
- RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; JORDAN, H.; CASTILLO, E. & FUNES, F. 1995. Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico. Resúmenes Seminario Científico Internacional XXX Aniversario ICA. La Habana, Cuba. p. 75
- RUIZ, T.; FEBLES, G.; JORDAN, H.; CASTILLO, E.; ZARRAGOITIA, R.; DIAZ, J.; CRESPO, G. & RAMIREZ, R. 1991. Tecnología de explotación de bancos de proteína de *Leucaena* para hembras en desarrollo y producción de leche y carne. En: Utilización de pastos y forrajes en la alimentación de rumiantes. Memorias. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México
- RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; SISTACHS, M.; BERNAL, G. & LEON, J.J. 1990. Prácticas para el control de malezas durante el establecimiento de *L. leucocephala* en Cuba. *Revista cubana de Ciencia agrícola*. 24:241
- SALAS, G. de las. 1987. El suelo bajo producción pastoril y agrosilvopastoril. En: Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Central. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. p. 265
- SEIFFERT, N.F. 1982. Low performance of *Leucaena* Peru type on Central Brazil oxisols. *Leucaena Research Reports*. 3:7
- SENRA, A.; RUIZ, T.; FUNES, F. & MUÑOZ, E. 1982. Sustitución de concentrado por forraje de leucaena para la producción de leche. Informe interno. Dpto. de Leche y Pastos. ICA. La Habana, Cuba. (Mimeo)
- SHELTON, H.M. & BREWBAKER, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala* - the most widely used forage tree legume. (Eds. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton). CAB International, UK. p. 15



- SIMON, L.; HERNANDEZ, I. & DUQUESNE, P. 1994. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbbeck* Benth. (algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. En: Resúmenes Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 38
- SIMON, L.; IGLESIAS, R.; CACERES, O. & DUQUESNE, P. 1994. Evaluación de la crianza de equinos en áreas de cítricos. En: Resúmenes Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 28
- SOMARRIBA, E. 1985a. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. I. Producción de fruta y potencial de dispersión de semillas. *Turrialba*. 35:289
- SOMARRIBA, E. 1985b. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. II. Consumo de fruta y dispersión de semillas. *Turrialba*. 35:329
- SOMARRIBA, E. & BEER, J. 1985. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. 3. Producción de leña. *Turrialba*. 35:333
- SUAREZ, S.; RUBIO, J.; FRANCO, C.; VERA, R.; PIZARRO, E. & AMEZQUITA, M.C. 1987. *Leucaena leucocephala*: producción y composición de leche y selección de ecotipos con animales en pastoreo. *Pasturas Tropicales*. 9:11
- TANG, M. 1986. Factores que afectan la simbiosis leguminosa-*Rhizobium*. *Pastos y Forrajes*. 9:193
- TANG, M. 1994. Efecto de la inoculación con rhizobium en el rendimiento de MS, contenido de nitrógeno y nodulación en *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes*. 17:143
- TANG, M.; TAMAYO, ESTELA & CASTRO, RAFAELA M. 1983. Determinación de cepas de *Rhizobium* eficientes en 4 cvs. de *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forrajes*. 6:31
- TORRES, F. 1983. *Agroforestry Systems*. 1:131
- TRINICK, M.J. 1968. Nodulation of tropical legumes. 1. Specificity in the *Rhizobium* symbiosis of *Leucaena leucocephala*. *Experimental Agriculture*. 4:243
- 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, NURY S & 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
- VALLEJO, M.A. & OVIEDO, F.J. 1994. Características botánicas, uso y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero de América Central. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (J.E. Benavides, Ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 2. p. 663
- 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. (J.E. Benavides, Ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 1. p. 393
- VILELA, E.; MATTOS, H.B. de & SILVEIRA, J.V. 1978. A densidade de sementeira na producao de materia seca de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Boletim de Indústria Animal*. 35:229
- WHEELER, R.A.; NORTON, B.W. & SHELTON, H.M. 1994. Condensed tannins in *Leucaena* species and hybrids and implications for nutritive value. In: *Leucaena - opportunities and limitations*. (Eds. H.M. Shelton, C.M. Piggin and J.L. Brewbaker). Proceedings of a Workshop held in Bogor, Indonesia. ACIAR Proceedings. No. 57, p. 112
- WIERSUM, K.F. 1987. Significance of social organization and cultural attitudes for agroforestry development. In: *Advances in agroforestry research*. (Beer, J.W.; Fassbender, H.W. and Heuvelink, J., Eds.). Proceedings of a Seminar. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 23

- ZAMORA, A. 1983. Crianza de novillas lecheras de reemplazo en pastos tropicales. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ISCAH. La Habana, Cuba
- ZARRAGOITIA, L.; ELIAS, A.; RUIZ, T.E.; PLAZA, J. & RODRIGUEZ, J. 1990. Utilización de la saccharina y la leucaena (*Leucaena leucocephala*) como suplemento a hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. *Revista cubana de Ciencia agrícola*. 24:43
- ZARRAGOITIA, L.; ELIAS, A.; RUIZ, T.E. & RODRIGUEZ, J. 1992. *Leucaena leucocephala* y un concentrado de Saccharina como suplemento para hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. *Revista cubana de Ciencia agrícola*. 26:263