

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE MATANZAS “CAMILO CIENFUEGOS”
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
“INDIO HATUEY”**

**Posibilidades de la *Leucaena leucocephala*
para la producción de leche en la provincia
de Las Tunas**

**Autor: *Jorge Luis Rivero Moreno*
*Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Las Tunas***

**Tutores: *Dra. Martha Monzote Fernández*
Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes
*La Habana***

***Dr. José Ramón Ayala Yera*
*Centro Universitario Las Tunas***

Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes

***Matanzas, Cuba*
*2007***

DEDICATORIA

A los sueños y memoria de mi noble madre.

A mí querido padre por su ejemplo y perseverancia.

A mis tres hijos, Margarita, Jorgito y Pedrito por su constante cariño.

A mí nietecito, Jorgitin por su cariño e inteligencia.

A Edilma, esposa y compañera de mi vida, por su apoyo espiritual, por entregarme amor, por transferirme optimismo para vencer las etapas difíciles hasta lograr propósitos nobles.

A todos mis compañeros y amigos que de una manera u otra me han brindado su ayuda y colaboración desinteresada.

AGRADECIMIENTOS

Al Comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz, por su lucha en favor del desarrollo de la ganadería en Cuba, por la creación de nuestra institución y por haber aportado reflexiones como: ...me di cuenta que la leche iba a salir del pasto, principalmente, me di cuenta que las superficies destinadas a pastos, con rendimientos normales, iban a producir mucha más leche que las superficies destinadas a granos, suponiendo rendimientos óptimos.

Fidel

A mis tutores: Dra. Martha Monzote Fernández y Dr., José Ramón Ayala Yera, por su profesionalidad en la tutoría para la elaboración, organización y análisis de este trabajo, por su dedicación constante en proveerme de las herramientas necesarias para el mejor desempeño de la investigación.

Al Dr. Luis Lamela López por sus indicaciones, sugerencias, capacitación y apoyo en la organización y análisis de los datos experimentales.

Al Comité Académico de la Maestría en Pastos y Forrajes, especialmente a la Dra. Marta Hernández y Dr. Anesio Mesa, por estimularme y guiarme en la terminación de la investigación propuesta.

A todos los técnicos y obreros de la Estación de Pastos y Forrajes de Las Tunas, que con sus esfuerzos contribuyeron a la conducción exitosa de las investigaciones que dieron base a los resultados de la tesis.

SINTESIS

Durante 3 años se evaluó el establecimiento, la producción de leche y persistencia en pastoreo de la asociación de leucaena-guinea likoni, en las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas. Las evaluaciones se condujeron en la microvaquería de la Estación de Pastos y en la finca “Las Américas” del municipio, Jesús Menéndez. Se evaluó la producción de 15 vacas mestiza (3/4Holstein x 1/4 Cebú) de segunda a quinta lactancia. El experimento se ejecutó en un suelo pardo grisáceo de baja fertilidad natural y pH ligeramente ácido de la Microvaquería 568. La rotación del pastoreo se hizo en 24 cuartones con 1 y 1,5 días de ocupación en lluvia y seca, respectivamente. Otro experimento se desarrolló en la finca Las Américas, sobre suelo pardo sin carbonato en el que se evaluó el establecimiento de leucaena, la producción de leche y la persistencia de la asociación con guinea en un área de 65 hectáreas, divididas en 18 potreros de 3,6 hectáreas como promedio, con tiempo de ocupación de 2 y 3 días, correspondientes a tiempos de reposo de 34 y 51, en el periodo lluvioso y poco lluvioso, respectivamente. En ninguna de las evaluaciones las vacas recibieron otra alimentación que no fuera la que generó la asociación leucaena-guinea y siempre dispusieron de agua de beber a voluntad. La producción de leche mostró incremento significativo y estabilidad entre los bimestres de parto. En la Microvaquería 568, en el bimestre mayo-junio la producción diaria de leche/vaca (6,9 kg), pero sin diferir del de septiembre-octubre (6,6 kg). El número de lactancia, la época y los años no difirieron, pero mostraron estabilidad productiva, sin depender de altos insumos como riego, fertilizantes químicos o alimentos balanceados. Al evaluar el establecimiento de la leucaena, en condiciones de producción, todos los cultivos acompañantes resultaron beneficiosos para el sistema, superiores a cuando se estableció solamente la leucaena. El garbanzo, frijol y vigna fueron los cultivos temporales más efectivos al reducir el tiempo de establecimiento y aumentar los niveles de altura y rendimiento en materia seca de la leucaena. La combinación leucaena/cultivos de ciclo corto favoreció la relación gasto-ingreso, sobre todo leucaena+ garbanzo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
1.1 Caracterización de la ganadería.....	7
1.2 Sistema de pastizales.....	9
1.3 Sistemas agroforestales	12
1.4 Características de las especies	16
1.5 Requerimientos edafoclimáticos.....	20
1.6 Generalidades agrotécnicas.....	22
1.7 Papel ecológico de las especies	24
1.8 Producción de biomasa y valor nutritivo	25
1.9 Producción de leche y carne	31
1.10 Influencia en el ambiente.....	33
CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE LA LEUCAENA EN CONDICIONES EXPERIMENTALES	36
Efecto de la asociación leucaena-guinea en la producción de leche en la Microvaquería 568	36
Ubicación del área experimental.....	36
Características climáticas de la zona	36
Precipitaciones	36
Descripción de la microvaquería y su manejo general.....	37
Especies se pastos y arbóreas	37
Siembra	37
Labores de cultivos	38
Mediciones	38
Procesamiento de los resultados	39
Evaluación económica	39
Resultados y discusión.....	40
Valoraciones económicas.....	47
CAPÍTULO 3. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN CONDICIONES DE PRODUCCIÓN.....	48
Descripción de la vaquería y su manejo.....	48
Especies de pastos y arbórea	48
Mediciones.....	49
Resultados.....	50
Consideraciones económicas.....	52
Discusión	53
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización química del suelo.	36
Tabla 2. Precipitaciones registradas en el área experimental durante el período de evaluación (mm/bimestre).....	37
Tabla 3. Composición química de guinea likoni y leucaena cv. Perú.	40
Tabla 4. Contenidos de P y Ca en Guinea likoni y Leucaena Perú según período del año.	41
Tabla 5. Disponibilidad de materia seca (t /ha/rotación).....	42
Tabla 6. Oferta de MS (kg MS/animal/día).	42
Tabla 7. Evolución de la composición botánica (%) en la asociación de la Microvaquería 568.	46
Tabla 8. Comportamiento en la calidad de la leche a través de los parámetros fundamentales (densidad, grado refractométrico, grasa, Tram (reductasa).	47
Tabla 9. Comportamiento de la actividad económica en la Microvaquería 568.	47
Tabla 10. Lluvias ocurridas durante el período evaluado en la finca “Las Américas” (mm/bimestre).	48
Tabla 11. Comportamiento de la producción de leche en la finca “Las Américas”, durante el período evaluado.	51
Tabla 12. Comportamiento de la reproducción en la Finca “Las Américas”.	51
Tabla 13. Evolución de la composición botánica (%) en la asociación finca “Las Américas”.	52
Tabla 14. Tiempo de establecimiento y rendimientos de la combinación leucaena-cultivo de ciclo corto.	52
Tabla 15. Gastos e Ingresos por hectárea en siembra y establecimiento de leucaena cuando se acompañó de cultivos de ciclo corto (\$).	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Efecto del bimestre de parto en la producción de leche.	43
Fig. 2. Producción de leche por lactancia.	44
Fig. 3. Producción de leche por época del año.....	45

INTRODUCCIÓN

Las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas, establecen serias limitaciones para la explotación ganadera, cuando no se emplean altos insumos, principalmente agua y fertilizantes. Sin embargo, esta vía es responsable de muchos aspectos del deterioro ambiental, de la necesidad de aumentar esos insumos perpetuamente y del riesgo de hacer la producción cada día más insostenible. Por lo tanto, el empleo de sistemas que armonicen con los procesos naturales, restauren equilibrios perdidos y promuevan otros nuevos, puede ser una opción eficaz para la explotación agropecuaria.

Los sistemas eco-compatibles se basan en principios dialécticos insoslayables, de manera que cada acción tenga en cuenta las características geográficas, edafoclimáticas, socioeconómicas etc. y no sea una intervención forzada. Muñoz, (2000) señala los principales indicadores de sostenibilidad y define las acciones para fortalecer los sistemas de producción de leche con los pastos.

La llamada Revolución Verde constituyó una corriente pragmática, que no sólo introdujo el caos en la esfera de la producción agrícola y pecuaria en las grandes propiedades, sino que se extendió a aquellas de capital más modesto. Esta expansión era obligada para intentar mantener la competencia. De este modo, se perdieron muchos de aquellos nichos eco-compatibles y dejaron de usarse las técnicas ancestrales en las que basaban sus procedimientos productivos. El caso particular de Cuba no es consecuencia de estrategias de mercado. Los productores cubanos asumen esa corriente por las necesidades de satisfacer la creciente demanda y los resultados impactantes de estas tecnologías intensifistas, les creó una psicología nueva que ahora resulta difícil de cambiar. No obstante, el movimiento creado para promover sistemas de explotación que permitan una mayor expresión de las potencialidades de la naturaleza y sus componentes, así como una explotación racional de los recursos naturales y locales, se está imponiendo paulatinamente, sustentado en buena medida por las limitaciones presentes en el período especial.

El rigor de las limitaciones de recursos ha sido, en general, mayor en Las Tunas a consecuencia de sus características de suelo y clima. Esta provincia dedica más de 200 mil has de pastizales para la ganadería (Subdelegación de Ganadería, Las Tunas, 2003), pero su baja productividad constituye un problema que es necesario solucionar para producir suficiente cantidad de leche y carne, destinada a una población en aumento y que desea vivir en armonía con la naturaleza.

En la actualidad, la fertilidad de los suelos decrece con la consiguiente reducción de las áreas de pastos cultivados, que son reemplazados por especies espontáneas de pastos y malezas, entre las que se destaca el marabú (*Dichrostachys cinerea*) que cubre el 47% del área agrícola de los pastizales (Subdelegación de Ganadería, Las Tunas, 2003). Esto ha originado serias consecuencias para la ganadería vacuna, al reducirse las áreas útiles de pastoreo y afectar el comportamiento animal y por consiguiente, la producción de leche y carne.

Las causas de este deterioro son múltiples (Lamela, Simón, Suárez y Pérez 2002), entre las que se destacan el pastoreo excesivo, la disminución de la fertilidad del suelo, el pobre papel que han desempeñado las leguminosas herbáceas en los pastizales, la invasión de malezas, las sequías, la erosión y los bajos porcentajes de arborización.

Se han empleado diversos métodos con el propósito de alcanzar altas producciones, a la vez que se protege el ambiente. De este modo, se han introducido con éxito los sistemas silvopastoriles, las plantaciones forestales con pastoreo de ganado, cercos vivos, barreras contra el viento, linderos arborizados y otros.

La inclusión de leguminosas arbustivas en los pastizales de gramíneas naturalizadas o cultivadas en diversas zonas del mundo y en el país (Benavides, 2003), ha creado expectativas alentadoras. A pesar de ello, en el año 2001 solo el 13% de las áreas ganaderas tenían alguna leguminosa (Padilla, Colon, Diaz y Curbelo, 2001). Este sistema puede contribuir eficazmente a la recuperación de la ganadería del territorio. En este sentido, *Leucaena leucocephala*, asociada a otras especies de alto valor biológico, puede constituir una base alimentaria en cantidad y calidad suficiente a corto plazo.

El empleo de sistemas que contemplen el uso de estas especies, particularmente la leucaena, puede ser una opción importante para mejorar los indicadores productivos y reproductivos de los animales y llevar la ganadería tunera a que constituya una fuente eficiente de alimentos y un factor esencial en la calidad de vida de la población.

El propósito de considerar las posibilidades de *Leucaena leucocephala* para la producción lechera en Las Tunas, obedece a conformar unos de los eslabones de la cadena que integrará los conocimientos técnicos con la producción ganadera y devolverá los árboles al potrero cubano.

Antecedentes

La producción de la leche en Cuba desde el triunfo de la Revolución hasta 1990, estuvo basada en sistemas de producción que contemplaban la utilización de concentrados elaborados con materias primas procedentes de otros países y el empleo de fertilizantes químicos. Ambos productos requerían de elevadas cifras de divisas para su adquisición, además de otros insumos.

Los sistemas de producción de leche estudiados en ese período demostraron que la producción individual de las vacas, cuando se disponía de riego y fertilizante, se encontraba entre 7 y 8 L/vaca/día y que la persistencia de las gramíneas era baja, ya que por término medio los pastos después de sembrados no duraban más de 3 ó 4 años, debido a que se utilizaban cargas superiores a las que les permitían los suelos de las unidades ganaderas.

Después del derrumbe del campo socialista se produjo un decrecimiento en las importaciones, exportaciones y el producto interno bruto, lo que generó una crisis en la ganadería. Para tratar de salir de esta posición tan desalentadora comenzó un proceso de reconvertir las tecnologías de explotación del ganado lechero. En ese momento había el conocimiento que cuando existían pastos naturales o mejorados no fertilizados la producción de leche podía ser de 6 L/vaca/día, cuando la carga no fuera superior a 1 vaca/ha. Sin embargo, las cargas existentes fueron superiores a 2 animales/ha y condujo a una caída en el rendimiento lácteo, una baja en la reproducción y una elevación en los índices de la mortalidad. En esas condiciones, los niveles de producción de leche que se obtienen a escala comercial raramente superan los 3 a 4 L/vaca/día, cuando se utilizan gramíneas en los pastizales y se emplean o no un bajo nivel de suplementación de piensos criollos de alrededor de 1 kg/vaca/día (Guevara, 1999).

En Cuba, la inclusión de leguminosas herbáceas en el pastizal ha demostrado que es posible obtener resultados superiores a los encontrados con solo gramíneas, pero la carga en el sistema nunca puede ser superior a 2 animales/ha, y en la mayoría de las investigaciones su población disminuye con la explotación del pastizal (Iglesias, Simón, Milera y Lamela, 1997)

Los estudios en sistemas sostenibles en el trópico recomiendan el silvopastoreo como una alternativa posible para los productores que dispongan de pocos recursos. En este sentido, las formas más estudiadas son: banco de proteína, asociación de árboles en toda el área de pastoreo, cercas vivas (Gutteridge y Shelton, 1994; Pezo e Ibrahim 1998).

Los bancos de proteínas fueron introducidos y evaluados desde la década de 1980 e inicialmente se fertilizaron las áreas de gramíneas que representaban el 70-80% del área de pastoreo y el resto estaba dedicado a las leguminosas (20-30%) y los resultados productivos en la producción de leche fueron de alrededor de 9 a 10 L/vaca/ día (Milera, Iglesias, Remy y Cabrerías, 1994). Posterior a 1998 comenzaron a existir serias limitaciones para adquirir los fertilizantes químicos y los pastizales, evidenciaron una disminución de los rendimientos de MS y deterioro, lo que redujo la producción láctea hasta valores entre 5 a 8 L/vaca/día. Además, un incremento de los animales vacíos debido al bajo contenido de PB de los pastos (Jones, 1993, Soler, Chacón, Arriola, Vall y Rodríguez, 1996; Lamela, Valdés y Fung, 1996)

Con la presencia de los árboles en toda el área de pastoreo se han obtenido mejores ganancias de pesos vivo y producción de leche bajo condiciones de investigación, que la alcanzada con el empleo del banco de proteína, cuyos valores potenciales se encuentran entre 450 a 600 g/animal/día y de 8 a 10 L/vaca/día (Hernández, Hernández, Carballos, Carnet, Mendoza y Rodríguez, 1992; Hernández Simón y Duquesne, 1996)

Dentro de los géneros de las familias de leguminosas arbóreas es quizás la leucaena en la que se cifran las mayores esperanzas para los productores. Ello se debe a su gran versatilidad, control de la erosión, reforestación, producción de madera y sus derivados, árbol de sombra, fertilizante orgánico y alimento para el ganado (Ruiz y Febles, 1987; Ruiz, Febles, Bernal y Díaz, 1993; Macedo, 1996).

El uso principal de la leucaena ha sido como forraje de alta calidad para la alimentación de rumiantes. Las hojas y tallos jóvenes son altamente palatables y los rendimientos de forrajes comestibles están en un rango de 3 a 30 toneladas de MS/ha/año, dependiendo de la fertilidad del suelo, distancia entre las hileras, la precipitación y la temperatura (Suárez, Rubio, Franco, Vera, Pizarro y Amezcuita, 1987; Vargas y Elvira, 1994; Shelton y Brewbaker, 1994; Jordán, Cino y Roque, 1995; Leng, 1997). Por esto, la leucaena es la principal especie arbórea que se utiliza en los sistemas silvopastoriles y representa más del 70% de la población leñosa de los pastizales.

Se ha encontrado respuesta con bajas poblaciones (200 a 312 árboles/ha) hasta densidades altas, cuyos valores alcanzan hasta 20 mil plantas/ha (Hernández, Alfonso y Duquesne, 1987; Desai, Desale, Khots y Patil, 1988; Jayaraman, Purushotman, Govindaswamy, 1988; Mishra, Shorman y Bernal, 1992; Solano, 1994). Con el incremento de la población hasta 15 mil plantas/ha de leucaena se logran aumentos en los rendimientos y en la disponibilidad de MS de la leguminosa (Palchamy, Jambuligan, Vinaya y Surendran, 1990).

Evaluaciones realizadas por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas han demostrado que *Leucaena leucocephala* cv. Perú y *Centrosema pubescens* cv. Villanueva, constituyen las leguminosas de mayor perspectivas para la ganadería tunera (Díaz y Aguilera, 1993). Esto se sustenta en los resultados de Díaz y Suárez (1995).

Los estudios de regionalización en Las Tunas (Paretas y González, 1990) indican que dentro de las especies promisorias se encuentran *Leucaena leucocephala*, *Centrosema pubescens*, *Brachiaria decumbens*, *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum*, las cuales han mostrado buen comportamiento en las diferentes zonas edafoclimáticas. Informan, además, aumentos notables en la ganancia de peso vivo con el empleo de la leucaena en condiciones de producción en que se explota la ganadería en la provincia.

La introducción y evaluación de leguminosas para el mejoramiento de los pastizales ha sido una tarea importante desarrollada por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de la provincia de Las Tunas. Con ello, se han obtenido resultados satisfactorios en la producción de leche y carne cuando se han empleado asociadas a gramíneas fertilizadas o no (Díaz y Suárez, 1995; Monzote, Rivero y Castro, 1995), en bancos de proteínas o como componentes de silvopastoreo (Díaz, Suárez y Aguilera, 1995). Además, una de las razones de lo promisorio que resultaría la explotación de las especies evaluadas es su alto potencial de producción de semillas (Funes, Yáñez y Zambrana, 1998; Oquendo, 2002).

Las condiciones edafoclimáticas adversas, la baja disponibilidad de insumos imponen limitaciones importantes para el comportamiento animal y por lo tanto, de la producción, entre ella la de leche en todas las zonas de la provincia.

Problema: *Necesidad de incrementar la producción de leche con sistemas de bajos insumos, apropiados a las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas.*

Hipótesis: *La introducción de leucaena asociada en un sistema de explotación, basado en relaciones de equilibrios naturales para la alimentación de la vaca lechera, permitirá un mejoramiento en los indicadores reproductivos y un aumento en la producción de leche, de manera sustentable y ecológicamente compatible con las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas.*

Objetivo general

- Evaluar las potencialidades de leucaena asociada para la producción de leche en las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas.

Objetivos específicos

1. Estudiar el comportamiento agronómico, la influencia en los indicadores reproductivos y el potencial de producción de leche de *Leucaena leucocephala* asociada a guinea en un sistema silvopastoril.
2. Conocer el efecto del sistema silvopastoril en la producción de leche.
3. Determinar los métodos de establecimiento en leucaena que reduzcan el tiempo de inmovilización y gastos del área de producción.
4. Determinar el comportamiento de la persistencia, disponibilidad y oferta de materia seca en la asociación leucaena-guinea likoni.

Originalidad y novedad científica

La evaluación de sistemas silvopastoriles, con la inclusión de leucaena y guinea likoni asociadas, contribuye a la elaboración de una tecnología de bajos insumos, coherentes con la autosuficiencia alimentaria para la ganadería en condiciones edafoclimáticas caracterizadas por suelos de baja fertilidad natural y vulnerabilidad climática debido a escasas e irregulares precipitaciones, asociadas a altas temperaturas y velocidad del viento que incrementan las pérdidas de agua y con ello el estrés hídrico.

- Por primera vez se evalúan los costos y beneficios en el establecimiento de la leucaena en Las Tunas.
- La investigación aportó además la fundamentación de las potencialidades y la factibilidad en la producción de leche, así como promoción para la generalización de la leucaena en la ganadería tunera.
- Se alcanza un equilibrio y una estabilidad productiva sin depender de altos insumos (riego, fertilizantes químicos o alimentos balanceados)
- Demuestra ser una importante alternativa para la producción sostenible de leche.
- Logra una mayor diversidad biológica con la finalidad de producir alimentos de origen animal.
- Ofrece opciones o posibilidades para que el productor, desde su perspectiva, pueda elegir las de mayor utilidad.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Caracterización de la ganadería

La ganadería ha sido considerada, durante muchas décadas, como la causante de conflictos ambientales, principalmente relacionados con la deforestación, la compactación, la erosión de los suelos y la pérdida de la biodiversidad. Tal estigma lo ha causado la ganadería, debido a las secuelas dejadas principalmente en las áreas áridas o en zonas de colonización y apertura de frontera agrícola circundante a los bosques húmedos tropicales (Gallo, 2007; Flores, 2007). Por el contrario, a pesar del estigma cargado por la ganadería, esta ha constituido una forma de subsistencia y alivio a la pobreza de amplios sectores marginados de la agricultura moderna. Se estima que la ganadería es la principal fuente de ingresos de 200 millones de familias de pequeños productores en Asia, África y América Latina y la única fuente de subsistencia de al menos 20 millones de familias pastoriles (Ibrahim y Mora, 2001). Dado que los recursos como el suelo y el agua son cada vez más escasos, el incremento en la producción tendrá que venir del mejoramiento en la productividad. La tierra adicional que se incorpora a la producción es, por lo general, de menor calidad y presenta mayores riesgos de degradación que la actualmente cultivada (Sherwood, 2003).

Se estima que una cuarta parte del total de la tierra del mundo se usa para el pastoreo del ganado, incluyendo los sistemas extensivos; otra quinta parte de la tierra arable se utiliza en el cultivo de cereales para la alimentación del ganado. Esto hace que en el mundo, la producción pecuaria sea la actividad que más tierra utiliza (Garcés, 2002).

Hacer agricultura ecológicamente equilibrada y en la mayor armonía posible con la naturaleza, es una necesidad actual y perspectiva de todas las sociedades humanas, con independencia de la zona geográfica y los recursos disponibles.

Aun cuando en la cultura agraria se ha arraigado el concepto de la especialización en ganaderos y agricultores, la necesidad de obtener mayor cantidad de productos útiles por área impone la reflexión, estudio y puesta en práctica de alternativas que satisfagan las exigencias de los agroecosistemas, entre ellos la crianza animal como un componente del agroecosistema.

Según Garcés (2002), dos terceras partes de la producción pecuaria mundial se realiza en los países “en desarrollo”. En ellos la mayoría de los agricultores practican una agricultura de propósitos múltiples, con métodos no intensivos de producción pecuaria. Los animales son muy importantes para su sustento, su cultura y su estatus social. Los pequeños agricultores

que combinan actividades agrícolas y pecuarias usan la tierra con relativa sostenibilidad: los residuos de las cosechas se constituyen en forraje para los animales, el estiércol., proporciona buen fertilizante y combustible, y el uso de la tracción animal reduce la necesidad de combustibles fósiles.

La ganadería vacuna en Cuba surge a finales del siglo XVI con la colonización española, en el occidente del país, caracterizada por su forma de explotación feudal o extensiva (0,22–0,33 animal por hectárea), grandes extensiones de tierra, fundamentalmente de pastos naturales, con muy baja relación de productividad (Instituto de Ciencia Animal, 1995).

A partir de 1959 se inició en Cuba un programa de desarrollo de la ganadería bovina con el mejoramiento del potencial genético del rebaño y el aseguramiento de una alimentación adecuada basada en los pastos, la aplicación de nuevas técnicas de manejo en el proceso de explotación, la creación de instalaciones, el mantenimiento de la salud animal a través de un adecuado servicio veterinario y el progreso de la industria láctea (Milera, Lamela, Hernández, Sánchez, Pentón y Soca, 2001). Añaden que en la década del 60 se crearon diferentes centros de investigación, los que contribuyeron a generar tecnologías para impulsar el desarrollo ganadero y que en el período entre 1970 y 1979 las investigaciones se caracterizaron por utilizar sistemas intensivos de producción con altos insumos, pues el país disponía de estos recursos; además, se conducía en las empresas ganaderas un programa de transformación de la cubierta vegetal para la siembra de gramíneas mejoradas que constituían la base alimentaria fundamental, ya sea en pastoreo o en áreas forrajeras.

En los años 1980-1989 los sistemas se caracterizaron principalmente por emplear fertilizaciones medias en el período lluvioso, sin la utilización del riego en el poco lluvioso. El empleo de alimentos voluminosos como el ensilaje, el forraje de gramíneas (incluyendo la caña de azúcar) y los subproductos, contribuyó a complementar la alimentación bovina (Milera *et al.*, 2001).

Yañez, Ruíz y Valdés (2001), consideran que ese período se caracterizó por un modelo de desarrollo especializado con elevados insumos, lo que ello fue posible por disponer de los financiamientos y el desarrollo e infraestructura científico y tecnológico, incluyendo la ejecución de un programa genético dirigido a la producción de leche, de modo que el consumo per cápita de leche se elevó de menos de 30 a 150 kg anuales y Cuba se situó en el segundo lugar en América Latina en el consumo de calorías y el cuarto en consumo de proteínas. A pesar de esto, señalan, el sistema no fue eficiente, por el estancamiento en el crecimiento de la masa, pobres indicadores en la edad y el peso de incorporación a la

reproducción, en los intervalos interpartales, la disminución del peso promedio de de sacrificio y las bajas producciones de leche y carne por hectárea.

Milera *et al.* (2001), entre otros autores, informan que desde principios de la Revolución hasta la última década del siglo pasado, ocurrieron acciones inversionistas en la transformación y creación de la infraestructura técnica y tecnológica de la ganadería coinciden en que los cambios en el sector a partir de 1990, como consecuencia de las limitaciones económicas, la carencia de insumos para el suelo y el animal entre otros factores, han provocado significativas reducciones en la actividad agrotécnica y en la oferta de alimentos, grandes extensiones de tierras están ocupadas por aroma-marabú, los pastos mejorados se han deprimido en calidad y cantidad y han aumentado las áreas de especies menos deseadas. La mortalidad y depauperación alcanzó el 18% de la masa vacuna del país en la primera mitad de esa década, especialmente en los rebaños de mayor potencial genético, donde las pérdidas de la masa variaron entre 38 y 23% en las 5 provincias de más impacto en la producción nacional de leche.

Tal situación obligó a ejecutar una reconversión tecnológica en el sistema ganadero, sustentada en un mayor trabajo agrícola, para alcanzar la autosuficiencia alimentaría a partir de los forrajes producidos en la propia unidad ganadera; para lo que se generalizaron tecnologías como la aplicación de los bancos de proteínas y el silvopastoreo, el fomento de la caña de azúcar y la formación de bancos de biomasa energética a partir de un clon de *Pennisetum purpureum* (king-grass CT-115, obtenido por cultivo de tejidos) con características adecuadas para el pastoreo y su explotación estacional (Yañez *et al.*, 2001).

1.2 Sistema de pastizales

Cuba tiene alrededor de 11 millones de hectáreas (6,7% de la superficie agrícola) y de ellas casi 3 millones se dedican a la ganadería (Planas y Guerra, 2000). La base alimentaría de la ganadería vacuna, ovina, caprina, bufalina y equina, son los pastos y forrajes, para satisfacer los requerimientos de energía y proteína de los animales, vía más factible desde el punto de vista económico (Iglesias, Simón, Milera y Lamela, 1997).

Los sistemas especializados en producir leche o carne de res en Cuba, dependían en más del 60% de alimentos ajenos a la unidad con un alto costo en divisa. Reducir tal grado de dependencia es un desafío actual y prospectivo e implica: (1) Hacer un uso más racional de la tierra en cada unidad, (2) Diversificar la producción vegetal en la ganadería, (3) Producir

más cantidad de alimentos, proteínas, vitaminas, minerales y energía por unidad de suelo disponible (Muñoz, 1998).

Hernández y Babbar (2001) plantean que en la actualidad existe una creciente preocupación por los recursos que se emplean en la producción de alimentos para la crianza animal, los que también pueden ser consumidos por los humanos. Por ejemplo, un tercio de todos los granos cosechados en el mundo se utilizan para alimentar el ganado, eso incluye el 73% del maíz, el 95% de los oleaginosos y el 93% de la harina de pescado; el 95% de la producción de soya en Estados Unidos, la Unión Europea importa el 70% de la proteína de alta calidad y emplea 1,75 millones de hectáreas para la producir alimentos para el ganado.

Las consideraciones anteriores se fundamentan en que una vaca lechera en sistema intensivo de producción puede consumir 4 700 kg de gramíneas y alrededor de 1 650 kg de concentrado por año; cada kilogramo de carne producido en Europa requiere 5 kg de proteína en el alimento animal, mientras que solo el 8% de la proteína vegetal utilizada por el ganado de carne se convierte en proteína animal. Según los mismos autores, es preocupante la baja conversión de estos alimentos en proteína animal. Como ejemplo, las 960 millones de toneladas de concentrados utilizados en 1994, considerados como comestibles para los seres humanos, solo produjeron 74 millones de toneladas de proteína animal; ello representa una pérdida de 60 al 90% de alimentos producidos.

A lo antes expuesto se añaden los riesgos actuales de la producción de etanol como combustible a partir de los granos, especialmente maíz (Castro, 2007) lo que puede implicar, además de una pronunciada escasez, una elevación de los precios de estos alimentos. Ante este dilema, Hernández y Babbar (2001), plantearon que parecen existir dos opciones: una es el desarrollo del sistema intensivo de producción ganadero con tecnología moderna (altos insumos agrícolas intensivos) o tomar ventaja de esta oportunidad para impulsar un modo alternativo de producción, basado en técnicas beneficiosas para el medio ambiente, que lleve finalmente a sistemas de producción de “Ganado Orgánico”.

En las condiciones actuales, un sistema de producción sostenible resulta el único camino lógico a seguir en nuestra ganadería, al menos en su línea central de desarrollo. Sobre los sistemas integrados Ganadería-Agricultura, validados por resultados de diferentes autores (Ramos, Pereda, Monzote, Cervantes y Muñoz, 2001; Cervantes, Pereda, y Santiesteban, 2001; Estévez, Rodríguez, Martínez y Vega, 2003; Hernández, Martínez, Ávila, Rodríguez, Cancio y Hernández, 2003), entre otros y la de Fernández, Paretas, Arteaga, González, Soldevilla, Rodríguez, Oquendo y Hernández (2001) sobre la diversificación de la Producción

Pecuaria-Agrícola-Forestal (PAF), que al incluir el componente forestal forma parte de los sistemas silvopastoriles.

Estos sistemas u otros que tienden a la sostenibilidad y al empleo de bajos insumos, independientemente de que incluyan los bancos de proteína o las áreas forrajeras entre otros componentes, necesariamente deben ser integrados por multiasociaciones de gramíneas y leguminosas nativas y/o mejoradas, bajo los principios planteados por Paretas y González (1990) de que en la producción ganadera basada en los pastos y los forrajes, el sujeto más importante desde el punto de vista biológico, económico y social, es el resultado de una combinación equilibrada de todos los factores que intervienen en el complejo “Suelo-Planta-Animal-Hombre” y que podemos definir como un ecosistema de pasto.

Desde los primeros años de la Revolución se definió por el Estado que la base alimentaría de la ganadería, debería ser los pastos. Para ello se emprendió un amplio programa de transformación de los pastizales, para lo cual se sembraron principalmente las gramíneas *Digitaria decumbens* (pangola), *Panicum maximum* (guinea), *Cynodon dactylon* (bermuda), *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), *Pennisetum purpureum* (king grass) y en menor escala las leguminosas *Neonotonia wightii* (glicine), *Leucaena leucocephala* (leucaena) y otras especies (Funes-Monzote y Monzote, 2000).

Milera y col. (2001), planteó que en la asociación de gramíneas y leguminosas sin riego ni fertilizantes, es posible el uso de altas cargas instantáneas (150-200 UGM/ha) si se dispone de suficientes potreros que permitan el reposo necesario para que las especies se recuperen de las desfoliaciones y se emplea un manejo flexible de la rotación en forma racional. En estas condiciones se observó un incremento de las leguminosas rastreras en la frecuencia de distribución en los potreros y en su población, se logró una alta descarga de excretas y un incremento de la biota edáfica, pero fue necesaria la suplementación en el período poco lluvioso con alimentos voluminosos.

Senra (2002), considera que el factor más importante para garantizar la recuperación lechera es satisfacer los requerimientos para cumplir los índices de sostenibilidad del sistema de explotación. En las actuales condiciones de carencia de fertilizantes químicos y de riego, se impone la aplicación de principios que disminuyan o eliminen los problemas de la falta de estos recursos y posibiliten la mejora y utilización eficiente de los pastos mediante un manejo eficiente que incluye la adecuación del tiempo de reposo, de ocupación y la presión de pastoreo; el equilibrio de nutrientes, principalmente del N y la posibilidad del uso estratégico de fertilizantes químicos para corregir carencias específicas en el suelo, el uso estratégico de

potreros mediante la siembra de cultivos de ciclo biológico largo en la época de lluvia como el king grass CT-115, el cual se puede consumir por los animales directamente del potrero en la época de seca o la segregación de potreros para facilitar su recuperación y permitir el semillamiento y crecimiento de las plántulas.

1.3 Sistemas agroforestales

Los bosques y los árboles están estrechamente vinculados con la agricultura; contribuyen a mantener el rendimiento de los cultivos al ayudar a la conservación del suelo y del agua, garantizar la estabilidad ambiental al mitigar el efecto de las irregularidades climáticas, las tormentas y los vientos; reducen la erosión del suelo y regulan los caudales de los ríos. Estos devuelven la fertilidad al suelo en la agricultura migratoria y al moderar los vientos y elevar la humedad del suelo, aumentan los rendimientos agrícolas en las zonas áridas y semiáridas. Además, aportan una parte notable del forraje para el ganado.

Una agricultura estable, en sus aspectos agrícolas y ganaderos, es la piedra angular del desarrollo nacional en la mayoría de los países tropicales. Sin embargo, la pugna incesante por obtener nuevas tierras de cultivo ha llegado a ser la principal causa de destrucción del bosque tropical (FAO, 1998). Los bosques están desapareciendo con una rapidez sin precedente (FAO (1994) debido al rápido crecimiento demográfico, especialmente en los países en desarrollo. La tasa estimada de destrucción de los bosques de la zona tropical en la década 1981-1990 fue de 15 millones de hectáreas anuales. Castro (1992) califica este proceso destructivo del medio como posiblemente el peligro a largo plazo más grave que enfrenta toda la especie humana en su conjunto y muy en particular el aún llamado Tercer Mundo. Señalaba además que cada año se pierden en el mundo más de 20 millones de hectáreas de tierras agrícolas por la erosión de los suelos, Los desiertos se expanden a razón de 6 millones de hectáreas/año en que unos 3 500 millones de hectáreas productivas, están siendo afectadas por la desertificación y cita cifras de la FAO que indican que la deforestación en las zonas tropicales ha aumentado de 11,3 millones de hectáreas anuales en 1980 a 17 millones en 1990.

Toral y Machado (2002) señalan que en 1996, las pérdidas de selva fluctuaron entre 7,6 y 10 millones de hectáreas y degradado además unos 10 millones de hectáreas de suelo. Esto contraviene la carta mundial de suelo que en el principio número 1 declara que los sistemas de tierras y aguas, así como el reino vegetal y animal asociados con ellos son los principales recursos y que su uso no debería provocar una degradación o destrucción, porque la

existencia del hombre depende de su constante productividad; y en el principio 10 que con el fin de lograr una utilización óptima de las tierras es importante evaluar los recursos de tierras de los países en función de su idoneidad a diferentes niveles de insumos para distintos tipos de aprovechamiento, incluida la agricultura, el pastoreo y la silvicultura.

Numerosos autores de una forma u otra coinciden en que bajo el término de “técnicas agroforestales”, “agrosilvicultura” o “agroforestería” se entiende el conjunto de técnicas de manejo de tierras que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería, o una combinación de ambos. Esta asociación puede ser simultánea o escalonada en tiempo y en espacio y tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio del rendimiento sostenido (Altieri, 1995; Kolmans y Vázquez, 2000).

En Cuba, las áreas ganaderas han sufrido una drástica reducción de sus arboledas por efecto de la tala, la quema y el empleo de postes de cemento o madera seca en sus cercados, lo que redujo sensiblemente las áreas de sombra natural y las cercas de postes vivos, así como las posibles fuentes de alimento para el ganado. Una alternativa podría ser la creación de sistemas agroforestales o la agroforestería, ya que esta estrategia involucra el uso de los árboles y/o arbustos con cultivos y/o animales en la misma unidad de terreno (Toral y Machado, 2002).

Con la presencia del árbol y del arbusto se pretende optimizar el uso del suelo en forma vertical y horizontal, procurando un manejo de las sucesiones en la unidad agropecuaria, similar al que se observa en la naturaleza y en la cual las especies vegetales ocupan un espacio no solo de terreno, sino también aéreo en función de las características de la planta, de los requerimientos de luz, nutrientes, del tipo y profundidad de enraizamiento, etc. (Kolmans y Vázquez, 1999).

Según Hoskins, (1990), las actividades forestales tienen que desempeñar un gran e insustituible papel en los esfuerzos por mejorar la seguridad alimentaria, la que por definición, existe cuando todo el mundo, en todo momento tiene acceso física y económicamente al alimento. Plantea que hace tanto tiempo que los árboles forman parte de la estrategia adoptada por la gente del campo para asegurar su alimentación, que resulta curioso e inquietante la frecuencia con que no se tiene en cuenta esa relación al planificar actividades forestales y más aún la consideración de que la actividad agrícola y forestal son antagónicas.

Los árboles y los bosques contribuyen a la alimentación de varias maneras al proveer de muchos productos comestibles; también contribuyen indirectamente a la alimentación al estabilizar el medio que favorece a la agricultura. Todo eso significa que en realidad hay sistemas para que los bosques produzcan alimentos sostenidamente.

Los sistemas agroforestales de Cuba, tanto tradicionales como innovadores, han estado encaminados, principalmente, a permitir actividades agropecuarias en condiciones de alta fragilidad y limitaciones productivas; simultáneamente intentar lograr una gestión económica más eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural (Renda, Calzadilla, Jiménez y Sánchez, 1997). Agregan que desde 1748, se difundieron las plantaciones cafetaleras por todas las zonas montañosas de Cuba, la actividad agroforestal más antigua y de mayor extensión (no obstante, Federico Engels, advierte a finales del siglo XVIII, los riesgos de deterioro de los suelos cafetaleros cubanos por quedar desprotegidos, (Ayala, comunicación personal).

Renda *et al.* (1997) también señalan que en las áreas de pastizales, con topografía llana o de lomas y colinas, tradicionalmente se ha permitido la presencia de árboles forestales y frutales, con la finalidad principal de proporcionar sombra, pero además proveen alimentos a los animales y protegen a los suelos de la erosión, disminuyen las acciones de los vientos y contribuyen a la conservación de la humedad. Argumentan que a partir de 1991, cuando se produjo una fuerte contracción de la economía cubana y una reducción sustancial de la disponibilidad de recursos, se ha estimulado la aplicación de la agroforestería, junto con la introducción de nuevas técnicas como cultivos intercalados, rotación de cultivos, aplicación de biofertilizantes, abonos de origen orgánico y otras muchas. En la actualidad, en la difusión y aplicación de los sistemas agroforestales se tiene presente el sector campesino que tiene un peso importante en la economía agropecuaria del país.

Los sistemas silvopastoriles constituyen un componente de los sistemas agroforestales y según la definición de Montagnini (1992), es la combinación de especies forestales o frutales con animales. En estos sistemas se pueden distinguir la asociación de árboles con pastos y el pastoreo en plantaciones forestales y frutales.

El patrimonio forestal de Cuba asciende a unas 3,19 millones de hectáreas, 75% corresponde a bosques naturales y plantaciones. Los bosques naturales constituyen la mayor superficie de este patrimonio, que unidos a las plantaciones, alcanzan 2,40 millones

de hectáreas cubiertas de bosques, equivalente al 21% del territorio nacional (Báez e Ivonne, 1998).

Como consecuencia del programa de desarrollo económico forestal hasta el año 2015, el país elevará su cubierta de bosques hasta cerca del 27% de su territorio y las plantaciones sobrepasarán el millón de hectáreas (Plasencia, 1998). De este modo, aumentará considerablemente el potencial para la implementación de las técnicas agroforestales, y en especial, el silvopastoreo, utilidad que brinda en la alimentación y abrigo a diferentes especies de animales domésticos y de la fauna silvestre.

En 1981 se iniciaron investigaciones silvopastoriles en la Sierra Maestra, cuyos objetivos básicos eran buscar alternativas a los métodos de pastoreo tradicionales, reducir la masa ganadera bovina e incrementar la población de ganado menor, en particular la ovina, y elevar la producción de alimentos de origen animal; todo esto combinado con la producción forestal y bajo los principios de sostenibilidad. Rodríguez (1996) evaluó en un sistema silvopastoril con *Pinus caribaea* y ganado bovino el comportamiento de la plantación, de los pastos y los animales y la disminución del peligro de incendios. Considera importante el manejo adecuado de los animales y los árboles para la armonía y sostenibilidad del sistema. Por otra parte, Simón y Esperance, (1997) encontraron en el silvopastoreo una alternativa para mejorar la eficiencia de uso de la tierra en los cítricos. Demostraron que en plantaciones de cítricos una carga de 1,5 con el uso de riego y 1 animal adulto/ha en seco más las crías hasta de un año de edad, fue suficiente para lograr el equilibrio en que se beneficiaron mutuamente la producción de cítricos y la crianza de equinos.

El “potrero arborizado” es una técnica silvopastoril multiestrato en la que una capa superficial de hierbas (pastos) es cubierta en alrededor de 50% por un techo de arbustos o de árboles o de sus combinaciones (Mejias, comunicación personal, 2007).

A nivel nacional, la ganadería en Cuba dispone de algo más de 2 millones de hectáreas, en las que durante largo tiempo viene orientándose la reforestación. Sin embargo avanzan las sabanas, las gramíneas naturales de poco valor y las plantas leñosas que se multiplican por vía natural, así como la erosión (51% de las áreas fuerte y media) y la desertificación (23% del área) (Paretas, Acosta, López y Serrano, 2001).

Muchos eventos y trabajos han abordado el tema de los sistemas silvopastoriles en Cuba, pero las acciones y resultados más claros y tangibles se han logrado por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” con la tecnología de silvopastoreo con *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbeck*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana*,

desarrollada por Simón (1997). En los últimos 12 años en esa institución han permitido llegar a un nuevo concepto de pastizal, el cual se basa en una multiasociación de plantas herbáceas y arbóreas en toda el área de pastoreo, capaces de proveer a los animales un alimento superior en cantidad y calidad. A este pastizal se le denomina en Cuba Silvopastoreo, el cual constituye una de las variantes de los sistemas agroforestales que ha demostrado ser una variante importante para el desarrollo de la producción animal en Cuba y otros países de América Latina, desde el punto de vista económico, ecológico y social (Martín, Milera, Simón, Hernández, Hernández, Iglesias y González, 2000) y bajo esa concepción se ha estudiado por: Hernández (1998); Hernández, Carballo y Reyes (1999); Pentón (1999); Hernández, Simón y Duquesne (2001); Sánchez, Lamela y López (2001); López, Lamela, Sánchez y Díaz (2002); Sánchez, Lamela y López (2002) entre otros, muchos aspectos del mejoramiento de los suelos, la productividad de las gramíneas y las leguminosas, los sistemas multiasociados, la composición botánica; el comportamiento de especies arbóreas en asociación con pastos; el comportamiento productivo de los animales y de la comunidad vegetal, donde se han logrado resultados positivos en la disponibilidad de biomasa y materia seca, el valor asociativo, la potencialidad con relación al pasto en monocultivo, la condición corporal de los animales y las condiciones comerciales de explotación, además de otros muchos indicadores productivos, de manejo, rendimiento, etc. El modelo trazado por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" se apoya básicamente en el empleo de leguminosas arbóreas capaces de producir alimento para el ganado y mejorar las condiciones de suelo, entre otras características. Existe otro gran número de especies arbóreas o arbustivas de las que se pueden obtener otras producciones o lograr otras funciones, los denominados árboles de uso múltiple o multipropósito (AMP). Según Paretas *et al.* (2001), la arborización de la finca con AMP brindará más y mejores alimentos y bienestar a los animales, lo que favorece la sustentabilidad de los sistemas de producción bovina. Proponen 52 especies de AMP para ecosistema ganaderos de acuerdo con los tipos de suelos, factores limitantes, manejo y otros.

1.4 Características de las especies

Leguminosas

Las leguminosas constituyen una familia muy numerosa, la que agrupa plantas anuales y perennes, herbáceas y rastreras, muchas de ellas muy útiles en el sector pecuario por sus

propiedades alimentarias, medicinales y otros muchos aspectos positivos en el mejoramiento del ambiente. Esta familia está compuesta por géneros, dentro de los cuales *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina fusca*, *Albizia lebbbeck*, *Trichanthera gigantea* (Gómez, Murgueitio, Molina y Molina, 1995; Ruiz y Febles, 1987), entre las arbóreas más importantes y *Centrosema pubescens*, *Neonotonia wightii*, *Stylosanthes guianensis*, *Teramnus labialis* y *Pueraria phaseoloides*, entre las herbáceas.

Las leguminosas han sido utilizadas por el hombre desde la más remota antigüedad; se han encontrado pruebas que muestran que comienzan a emplearse a partir de la última década del imperio romano (Cubero, Suso y Zulther, 1981), una vez que se conocieron sus principales bondades como alimento, medicina y ornato, y sus posibilidades de uso como forraje, forestales, abonos verdes, cultivos de cobertura, entre otros (Bernal y Jiménez, 1990), aun cuando no son del todo conocidas en cuanto a su potencial en la agricultura y la ganadería (Binder, 1997). Las leguminosas son una de las familias botánicas más importantes desde el punto de vista económico, no solo por su capacidad para mejorar la producción animal, sino también por el gran potencial que tienen sus especies para contribuir a la sostenibilidad de los sistemas integrados de producción agropecuaria, ya que previenen la erosión, controlan la maleza, contribuyen al aumento de la fertilidad del suelo y son fuentes de productos naturales con alto valor biocida y terapéutico, tanto para los animales como para el hombre (Bernal y Jiménez, 1990; Da Silva, Bernardo y Parente, 1998).

Otra de las principales bondades de las especies de esta familia lo constituye su capacidad eficiente de fijación del nitrógeno atmosférico al suelo, que ayude al mejoramiento de este. La única vía racional para introducir el nitrógeno molecular al suelo y que esté disponible para las plantas, es la fijación biológica del nitrógeno a través de la asociación simbiótica de las leguminosas con las bacterias del género *Rhizobium* y algunos otros microorganismos, los cuales son capaces de infectar las raíces de la planta, crear nódulos y a partir de ellos fijar el nitrógeno atmosférico al suelo en forma asimilable por las plantas (Binder, 1997).

***Leucaena leucocephala*.** Es originaria de Latinoamérica, presumiblemente México, pero ya se encuentra formando parte de la flora de diversas regiones del trópico y subtrópico y muy extendida en Cuba. Fue inicialmente nombrada *Mimosa leucocephala* por Lamark (1783), pero renombrada por de Wit en 1961 con el de *Leucaena leucocephala* (Skerman y col., 1991), nombre que aún mantiene. El género está compuesto por 10 especies y numerosas variedades o ecotipos (Ruíz y Febles, 1987). Estos autores mencionan la prospección realizada por Menéndez (1982) que indica la preferencia de esta especie por los suelos

Ferralsítico Pardo-rojizo, Pardo sin Carbonato, Ferralítico Rojo, aunque se le ha encontrado incluso en suelos costeros y escabrosos.

Esta planta posee las características comunes de las leguminosas (capacidad de fijación del nitrógeno atmosférico a través de la acción simbiótica con las bacterias específicas, entre otras) y de las arbóreas (altura, estructura ramificada y leñosa, etc.). Las características botánicas están bien reseñadas por Ruíz y Febles (1987) y sólo merecen resaltarse algunas de ellas. Su talla puede llegar a los 20 m de altura pero normalmente es menor, sobre todo cuando se maneja con animales en pastoreo y altas densidades por hectáreas. La leucaena posee un sistema radical muy profundo, lo que le permite un buen comportamiento en condiciones de grandes sequías. Las raíces laterales crecen en los estratos más cercanos a la superficie del suelo y son las portadoras de nódulos grandes, de formas circulares, con numerosos lóbulos. Estas raíces secundarias, las que disminuyen en plantas adultas, a veces portan micorrizas, importante factor en la nutrición por su capacidad para solubilizar y así poner a disposición de la planta fuentes de fósforo antes insolubles. La ausencia de espinas la distingue de algunas leguminosas arbóreas como *Acacia*, *Prosopis*, *Dichrostachys* y *Pithecellobium*, principalmente. Otro rango distintivo no frecuente en la mayoría de las arbóreas tropicales es su elevada capacidad de auto fertilización y poliploidía, así como otros caracteres importantes (Brewbaker. 1987, 1998)

Ruíz y Febles (1987) también señalan la influencia de la luz, que según Brewbaker (1982) estimula la antesis, la que se demora en días nublados. Otra particularidad relativamente distintiva es la frecuente presencia de una glándula orbicular (Humphreys, 1993). Se han distinguido 3 tipos de leucaena por su hábito de crecimiento, tamaño y uso (Gray, 1967; mencionado por Ruíz y Febles, 1987) Estos son:

Tipo Hawai: Está compuesto por el 80% de las líneas en la población mundial. Son pequeños arbustos de unos 5 m de altura, rendimiento bajo en comparación con los otros tipos. No obstante, por su resistencia a la sequía puede emplearse en condiciones de difícil laboreo en suelos escarpados y pedregosos (NAS, 1977).

Tipo Salvador: Abunda en los bosques de América Central. Algunas de sus variedades son excesivamente altas, por lo que producen mucho más biomasa que el tipo Hawai, aunque el porte limita la cosecha del forraje.

Tipo Perú: Alcanza alturas intermedias entre los dos anteriores. Tiene además la ventaja de su ramificación basal profusa, con follaje de buena calidad que le otorga un alto valor en la alimentación animal.

La variedad Cunningham es producto del cruzamiento del Perú con la línea CPI-18228. Según Ruiz y Febles (1987) se han logrado líneas que demuestran un importante comportamiento frente a las condiciones de acidez de los suelos, así como híbridos con menores contenidos de mimosina. La reducción de la mimosina puede ser un aspecto importante en la utilización de la leucaena, pero principalmente en aquellas zonas donde no existieran bacterias que provocaran su degradación ruminal. Su contenido varía con el tipo de variedad (Escobar, Alfonso y Ramírez, 1989), el que es menor en CNIA-250, Perú, PP. 111-155 y cunnimgham (5,3-5,6%) comparados con otras 10 variedades.

Las valiosas cualidades adaptativas, tolerancia a diversas condiciones naturales adversas, rendimiento forrajero y calidad nutricional, hacen de la leucaena una especie muy importante para la alimentación animal. Esta leguminosa, conjuntamente con otras arbóreas (Gómez y col., 1995), son componentes esenciales de los sistemas de explotación sustentables en la ganadería.

Gramíneas (Poaceas)

Esta es la familia más explotada en la alimentación animal. Ello está dado por su rápido crecimiento y capacidad de producción de fitomasa. Agrupa especies con diferentes hábitos de crecimiento (erecto o rastreras). Con frecuencia, las erectas (*Pennisetum* spp., por ejemplo) se emplean principalmente como forraje de corte; las rastreras, para pastoreo directo. No obstante, estas tendencias no excluyen en absoluto que una misma especie se utilice para uno u otro propósito. Las gramíneas tienen otros destinos de explotación, en los que se incluyen la producción de azúcar (*Saccharum officinarum*) y granos (*Sorghum* y *Zea mays*).

Como características distintivas, poseen tallos compuestos de nudos y entrenudos, con lígula en la base de las hojas. Las hojas son alargadas, paralelinervias, con una vaina basal que envuelve a los tallos. Las ciperáceas son plantas muy parecidas por la forma de las hojas, pero estas carecen de lígula y la inflorescencia tiene forma diferente.

El sistema radical carece de raíz principal o pivotante, en forma fasciculada, que crece más o menos de forma horizontal una vez que ha profundizado en el suelo. Por su parte, la

inflorescencia es muy variable según la especie, pero todas se ajustan a un patrón común: su formación apical. Ellas pueden ser en forma de espiga, panícula o panoja.

Otras características de las gramíneas son la ausencia de ramificación y poseer la capacidad de emitir hijos basales. Las yemas laterales, a veces desarrolladas, podrían tomarse como “ramificaciones”, pero es solo la estimulación al crecimiento razones fisiológicas. Estas emisiones vegetativas ocurren cuando cesa o se atenúa la dominancia apical, acción inhibitoria que ejerce el meristemo de la zona de crecimiento del ápice sobre las yemas situadas en estratos inferiores del tallo. Esta inhibición debida a acciones hormonales, cesa cuando se suprime la yema apical o ella es sustituida por la inflorescencia. Sus frutos son en cariopsis.

Los géneros más importantes desde el punto de vista ganadero son: *Chloris*, *Sorghum*, *Saccharum*, *Zea*, *Cynodon*, *Pennisetum*, *Brachiaria*, *Paspalum*, *Bothriochloa* y *Panicum*.

Panicum. Este género es originario del África tropical y subtropical, pero está muy difundido en otras zonas geográficas. El género *Panicum* tiene como especie más importante el *Panicum maximum* (Jack). Según Hernández y Lamela (1982) esta especie agrupa numerosas variedades de utilidad en la alimentación animal, entre las que se incluyen el *Panicum maximum*, cv. Común, Uganda, CIAT-129, Tanzania, Mombasa y Likoni.

La guinea likoni posee las características generales de la especie, pero en diversas condiciones edafoclimáticas, agrotécnicas y de manejo ha demostrado una buena adaptación, crecimiento rápido, estabilidad y persistencia, así como un relativamente elevado valor nutritivo.

1.5 Requerimientos edafoclimáticos

Leucaena

Según Ruíz y Febles (1987); los que mencionan a numerosos autores, la temperatura, la radiación solar y las precipitaciones influyen en la adaptabilidad y el rendimiento de la leucaena. Desde el punto de vista climático, indican que crece mejor en zonas de temperaturas entre 22 y 30°C. Aunque algunos no ponen límites a temperaturas más altas, se consideran no adecuadas las inferiores a 15,5°C (Skerman *et al.*, 1991).

Según estos autores, esta especie se adapta bien a diferentes tipos de suelos, incluso los considerados poco apropiados para otros cultivos. No obstante, crecen mejor en suelos de buen drenaje, con pH de 5-8, se comporta mal en suelos pobres en Ca, con pH inferiores su

crecimiento es lento (Skerman y col., 1991). Independientemente del tipo de suelo, requiere que éste posea Ca, P, S, B y Mo. El contenido de Ca en la MS puede variar de 1,4-1,7%. Responde a las aplicaciones de P y es la leguminosa más eficiente en acumular N en el follaje por la aplicación de fósforo.

Al parecer, la influencia de la altitud no es causal de su comportamiento, sino de la temperatura asociada a esa situación geográfica.

Los requerimientos de niveles de precipitación son muy variados, en dependencia de la zona geográfica. Skerman y col. (1991) señalan que en 750 mm o más de lluvia la leucaena puede crecer bien. En Colombia recomiendan hasta 1800 e incluso si es menor de 1 000 mm anual se considera útil aplicar un riego. No obstante, y en general, 220 mm parece ser tan bajo que provoca un crecimiento débil. Por otra parte, persiste en situaciones de sequía aunque puede defoliarse y no tolera inundaciones. Independientemente de la cantidad de precipitación, su distribución a lo largo del año es muy importante. El estrés de humedad reduce el rendimiento de biomasa, a pesar de considerarse como una planta resistente a la sequía, fundamentado por resultados en diferentes regiones con niveles de lluvia muy reducidos. Estos autores aclaran que las variaciones en el rendimiento y el crecimiento estacional están relacionadas con las temperaturas diurnas y nocturnas y con la intensidad y duración de la radiación solar. Por lado, en condiciones climáticas no tropicales como las de Argentina ha mostrado buen comportamiento (Martín, Valdora, Martínez y Nicosea, 2000) lo que indica su capacidad de adaptación.

La época del año, como expresión estacional del clima de una zona, influye fuertemente en el crecimiento y en sus diversos procesos fisiológicos. Numerosos autores señalan que esta especie posee crecimiento vigoroso durante la época de lluvias, como respuesta a la alta disponibilidad de humedad y temperaturas adecuadas.

Guinea

En general, las especies del género *Panicum* se adaptan a diversos tipos de suelos. Según Brizuela y Ramírez (1994) la cv. Likoni puede crecer en suelos arcillosos, pesados, ligeros, alcalinos y arenosos, aunque en los alcalinos y arenosos su vigor es muy afectado (Hernández y Cáceres, 1987).

Se encuentra en zonas entre los 1 000 y 1 800 mm de precipitación en los trópicos y subtrópicos. No tolera bien las intensas sequías pues la escasez de agua limita incluso la utilización de nutrientes aplicados. Así, Especk (1989) no encontró respuesta a aplicaciones

hasta de 200 kg N/ha/época cuando la guinea cv. Australiana creció en seco. A pesar de ello, su comportamiento puede ser superior al de otras variedades. Ricardo y Vázquez (1978) informan que en época de seca ella produjo 13% más materia seca y mayor porcentaje de hojas que otras especies gramíneas evaluadas.

1.6 Generalidades agrotécnicas

Los requerimientos agrotécnicos de ambas familias difieren considerablemente en algunos aspectos. Estas diferencias están dadas por características fisiológicas, anatómico-estructurales y otras particularidades.

Las leguminosas poseen el sendero fotosintético C-3, una de las razones por las cuales su crecimiento es más lento, con una menor velocidad de acumulación de MS. En cambio, en las gramíneas tropicales es C-4 (Esperance, Migdalia, comunicación personal) lo que las hace distintas a las de zonas templadas.

Con mucha frecuencia, las gramíneas son más dependientes de la duración del día y demuestran una reacción fotoperiódica más acentuada, lo que provoca una disminución del ritmo de crecimiento en esas condiciones.

Las leguminosas establecen relaciones de simbiosis con bacterias fijadoras de N, las que le aportan cantidades variables de este elemento y con ello reducen las necesidades de aplicarlo (Tang, 1996). Esto no se contradice con las posibilidades de las gramíneas de obtenerlos también, a través de otras bacterias de vida libre como *Azotobacter*, pero cuyo proceso es distinto.

Las leguminosas poseen ramificaciones y en algunas especies alcanzan tallas que es necesario regular para poderlas explotar. El manejo de la poda (Francisco y Simón, 1998; Hernández, Benavides, Pérez y Simón, 2000) es un factor muy importante en la explotación de la leucaena. También, en dependencia de la especie, el tamaño y forma de distribución de las raíces en el suelo provocan diferencias en cuanto a las necesidades de agua y de nutrimentos.

Las leguminosas, por sus exigencias en algunos nutrimentos, especialmente P y en ocasiones microelementos, principalmente los asociados a la eficiencia en la fijación simbiótica del N, requieren disponer de estos elementos aportados a través de cualquier

procedimiento o fuente. En cambio, las gramíneas, sin que estos elementos como el P, Ca, etc., dejen de ser necesarios, son mucho más exigentes en N.

El control de las especies espontáneas, indeseables dentro del sistema de explotación, también tiene sus peculiaridades. Estas especies son muy perjudiciales para las leguminosas, sobre todo en momentos tempranos del establecimiento, efecto que es menor en las gramíneas por su crecimiento más rápido.

El control de plagas también es diferencial en algunos sentidos y depende de condiciones nutricionales y del estado general de la planta. Los altos tenores de N en la planta, la mayor parte en forma de compuestos proteicos y polipéptidos, pueden provocar el ataque de las plagas si la planta, cuando por determinado estrés fisiológico o nutricional, muestra dificultades para realizar la proteosíntesis o mediante un proceso de proteolisis los desdobla en sus unidades componentes. Según Chaboussou (citado por Funes, 1980) esta condición ejerce un serio atractivo para los insectos, los que sólo pueden alimentarse de sustancias solubles más simples que las proteínas. La presencia de compuestos como flavonoides, lactonas, taninos, tricarpenos, etc., presentes en muchas leguminosas, principalmente arbóreas, puede constituir una barrera contra los insectos. Otras especies como el Nim (*Azadirachta indica*) puede tener efecto antiparasitario en terneros (Ayala y col., 2000)

Las gramíneas, en cambio, son menos ricas en nitrógeno, y por ello en proteína y en general carecen de sustancias repelentes para los insectos. Por lo tanto, una medida agrotécnica cuidadosa debe asegurar que en su follaje no ocurran concentraciones elevadas de formas nitrogenadas. Ciertamente, hay algunos géneros y especies de gramíneas (los sorgos, por ejemplo) que pueden contener ácido cianhídrico y este es un factor regulador de las plagas, pero son pocas las especies que la poseen y además los programas genéticos y de selección se han encaminado a reducir su presencia. De esta manera, la agrotecnia a emplear debe tener en cuenta el comportamiento biológico de la especie, las condiciones edafoclimáticas, el sistema de explotación y la preservación de los equilibrios naturales en particular y del ambiente en general.

Establecimiento

Leucaena

Los requerimientos agrotécnicos de la leucaena, para diferentes condiciones climáticas y edafoclimáticas, han sido estudiados en el mundo tropical y subtropical. En Cuba, ha sido objeto de atención por diversas instituciones científicas (Instituto de Ciencia Animal (ICA),

Instituto de Investigaciones en Pastos Forrajes (IIPF) y de manera destacada por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”) entre otras.

Fertilización

Aun cuando *Leucaena leucocephala* es capaz de nodular y fijar elevadas cantidades de N, en algunas condiciones y especialmente en los momentos iniciales del crecimiento, ha sido efectiva la aplicación de ligeras cantidades de este elemento. No obstante, Ruíz y Febles, (1987) se refieren a consideraciones diferentes de diversos autores, que no justifican su empleo. Sin embargo, destacan una mayor respuesta al Ca y P respecto a los demás elementos esenciales (Pound y Martínez, 1985; mencionados por Ruíz y Febles, 1987). Advierten la necesidad de una adecuada infección por micorrizas (Huang, Smith y Yost, 1985; citados por Ruíz y Febles, 1987) para contribuir a la satisfacción en fósforo. Aclaran que las necesidades de N, P y otros elementos, disminuyen o desaparecen cuando la planta queda establecida, porque pueden satisfacerse con la fijación simbiótica, el reciclaje y la extracción de nutrientes procedentes de zonas profundas del perfil del suelo.

1.7 Papel ecológico de las especies

Cualquier comunidad vegetal se forma y persiste de acuerdo con el tipo de relación que establezca con el medio ambiente. La integración de ella depende de relaciones compatibles que se establezcan entre las especies en las que sus requerimientos no provoquen interferencias, no operen mecanismos antagónicos y el medio les permita su persistencia y desarrollo (Ayala y diplomantes, 1996a,b; 1997a,b).

La comunidad vegetal en formación establece sus “leyes y regulaciones” para formar parte de ella. Estas regulaciones operan mediante el mecanismo biológico llamado alelopatía. Este mecanismo actúa cuando una especie introducida es susceptible a determinadas secreciones radicales o sustancias liberadas en la descomposición del material aéreo de otra. Estas sustancias pueden inhibir la germinación o el crecimiento de la especie invasora de ese nicho ecológico. Ayala, Pérez y Miranda (1995). Ayala y diplomantes, (1996 a,b; 1997a,b) en experimentos para trabajos de diploma de Ingeniero Agrónomo, Centro Universitario de Las Tunas, han encontrado efectos alelopáticos de diferentes especies en la germinación del sorgo y de esta especie, la canavalia y del girasol en la germinación y crecimiento inicial del maíz. Hay también evidencias, aún no demostradas experimentalmente en el país, que indican posible efectos alelopáticos de la guinea (Ayala, datos sin publicar) y

de la leucaena sobre algunas especies, a pesar de que esta última es poco competitiva con las malezas.

La relación flora-ambiente incluye los efectos beneficiosos de las especies al entorno, principalmente al suelo y su actividad biológica. La incorporación de la materia orgánica, producto de la senescencia de las hojas y del aporte por renovación del sistema radical, promueve la activación microbiológica y de la mesofauna del suelo, las que a su vez degradan la materia orgánica y colaboran en la mineralización de los nutrientes contenidos en la biomasa transformada, lo que constituye aporte.

La diversidad vegetal en el sistema, también permitirá la creación de barreras ecológicas para las plagas, como consecuencia de obstaculizar la dispersión de los agentes dañinos, el aumento de la cantidad y la diversidad de la fauna, muchos de los cuales actúan como biorreguladores del incremento de las poblaciones de insectos.

Al lograrse una mayor ocupación y cobertura, protege al suelo de la erosión y de la pérdida de humedad, así como de la lixiviación y arrastre de los nutrientes del suelo. Además, los profundos sistemas radicales de las leguminosas, principalmente arbóreas y arbustivas, enriquecen de nutrientes los suelos por trasladarlos desde los estratos inferiores, a los que no alcanzan otras especies de menor extensión radical. Esta misma condición de raíces profundas, favorece la infiltración, mejora el drenaje y reduce la posible erosión hídrica que podría ocurrir si la cobertura no fuera suficiente para evitarla.

La presencia de árboles y arbustos también contribuye a la economía del agua del suelo, a través de la reducción de la evapotranspiración por disminución de la incidencia directa de la radiación solar, además de servir de barrera contra el viento para disminuir la transpiración.

1.8 Producción de biomasa y valor nutritivo

La producción de biomasa y el valor nutritivo, son dos indicadores decisivos en la explotación comercial de cualquier especie. Ambos renglones están muy influenciados por el tipo de especie, las condiciones edafoclimáticas, agrotécnicas, el manejo y las atenciones que se empleen, la existencia de plagas y enfermedades y en fin, la satisfacción de los requerimientos necesarios para que se logre la expresión genética de su productividad y valor biológico como alimento.

La opción del empleo de especies arbóreas, responde a las bajas producciones de biomasa en los meses de seca, debido a la estacionalidad de los rendimientos de las gramíneas. Ese comportamiento estacional, se debe a respuestas fisiológicas al estrés de humedad por las

escasas precipitaciones y por el fotoperíodo, el que provoca la reducción o cesación del crecimiento vegetativo. Durante el proceso de floración el crecimiento vegetativo se detiene, controlado por efectos hormonales.

En regiones con regímenes hídricos deficientes los árboles forrajeros pueden ser capaces de producir cantidades apreciables de MS de elevada calidad. Para ello, una alternativa es el establecimiento de programas de podas en *Leucaena leucocephala*, por aportar cantidades notables de biomasa (Hernández, Benavides, Pérez y Simón, 2000) que complementarían la dieta en los meses de menor oferta.

La explotación de leucaena, en la mayoría de los casos, se realiza asociada a otras especies de leguminosas rastreras y con gramíneas, en forma de bancos de proteína o en sistemas silvopastoriles, más o menos típicos. Esta modalidad puede incrementar la productividad del sistema como lo demostraron Gómez, Fernández, Benítez, Espinosa y Vieito, (2000) al incluir diversas leguminosas herbáceas, guinea likoni y leucaena.

En general, la inclusión de leguminosas arbóreas y arbustivas, aportan más forraje en la época de seca que el pasto y es más sostenida la producción que en la gramínea sin fertilizantes industriales (Benavides, 2003; Murgueitio, 2003). Hernández, Simón y Benavides (2000), han informado producciones de biomasa superiores a la de la guinea likoni en monocultivo, cuando se empleó una asociación con especies arbóreas, principalmente leucaena. Estiman que esta leguminosa fue capaz de aportar más de 15 t MS/ha.

La asociación de leucaena con guinea y pasto estrella, ofrecieron una alta disponibilidad de MS, todo el año (López, Lamela, Sánchez y Díaz, 2002), lo que permitió un mejor comportamiento animal. Resultados también satisfactorios, con el empleo de leucaena asociada a guinea likoni, han obtenido Jordán, Traba, Ruíz y Febles, (1998). Es factible el establecimiento de asociaciones múltiples gramíneas/leguminosas para mejorar los pastizales (Gómez y col., 2002). Encontraron que las asociaciones de leucaena con guinea likoni y teramnus semilla clara se comportaron de manera similar a cuando el teramnus se sustituyó por *C. pubescens* cv. CIAT-438 en la asociación, pero ambas resultaron superiores a las asociaciones donde la leguminosa rastrera fue Siratro, o solo se asoció leucaena con guinea. Gómez (1998) informó que la asociación de mezclas de leguminosas herbáceas y guinea con leucaena tuvo un comportamiento similar a la asociación con gliricidia, pero ambas fueron mejores que la asociación con albizia.

El comportamiento de la leucaena en rendimientos puede ser superior a otras arbóreas en la época de seca. Soler, Chacón y Valle (1998) informan que gliricidia tuvo un rendimiento en biomasa superior a leucaena en la época de lluvias, pero en la de seca, rindió 71% menos.

Las multiasociaciones también han mostrado su influencia positiva. Hernández, Carballo, Reyes y Mendoza (1998), en un sistema que incluía leucaena cv. Cunningham, con varias leguminosa herbáceas y *Panicum maximum* cv. Likoni y SIH-127, además de las especies espontáneas presentes, explotadas con 3 regímenes de intensificación de la explotación, arrojaron rendimientos de biomasa superiores, que redujeron el déficit estacional, ya que en la época de seca alcanzó casi el 37 y 41% según el nivel de explotación. Gómez, Espinosa y Guevara (2002) han señalado el aporte positivo de las leguminosas herbáceas.

Con la inclusión de leucaena en el pastizal (Miranda, Ponce, Fonseca, Sánchez, Ramírez y Miranda, 2000) se elevó la disponibilidad de MS en el sistema. La leucaena en sistema silvopastoril, en condiciones comerciales, ha permitido disponibilidades de 4,3 y 3,2 t/ha/rotación en la época de lluvia y seca, respectivamente (Funes, 1994).

El nivel de producción de biomasa está asociado al tipo de planta dentro de una misma especie. Lazo, Ruíz, Febles, Zarragoitia, Bernal y Díaz (1994), al comparar 3 variedades de leucaena asociadas a Bermuda 68, pastoreada con terneras, la cv. Perú mostró un mayor crecimiento y rendimiento que la Vietnam V-360 y CIAT-349421. Hernández y Seguí (1998) señalan que las introducciones del CIAT evaluadas crecieron más rápido, pero en general tuvieron ramas más pequeñas y mayor altura y número de ramas que Perú, Cunningham y CNIA-250.

La leucaena también ha sido la más persistente y de mayor producción que *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo, *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro y *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara, en pastoreo con rotación simulada, en los suelos arenosos de Las Tunas (Rivero, Fernández y Diez, 1989). Una cualidad también positiva de la leucaena es su capacidad de rebrote, según comprobó Wencomo (2002) al comparar varias accesiones.

Valor nutritivo

Leucaena

Los indicadores del valor nutritivo, los contenidos de proteína, fibra y minerales, así como la digestibilidad, no siempre bastan para la caracterización de la utilidad alimentaria de un forraje. Para ello deben tenerse presentes también la palatabilidad (que determina el nivel de

consumo) y la presencia de metabolitos secundarios. Estos compuestos se encuentran con mayor frecuencia en las plantas arbóreas, incluidas las leguminosas, las que pueden resultar tóxicas.

Entre los principales compuestos, más o menos tóxicos, se encuentran los tricarpenos, esteroides, taninos, lactonas, flavonoides, polifenoles, mimosina (en la leucaena) entre las leguminosas y taninos (en los granos) y ácido cianhídrico (principalmente en el follaje) en los sorgos dentro de las gramíneas. Pedraza, García y Pacheco, (1997) encontraron influencia de la edad del rebrote y diferencias entre las hojas y el follaje integral de leucaena, en la presencia de compuestos como triterpenos, esteroides, taninos, fenoles, flavonoides, quininas y saponinas, extraídas diferencialmente en la fracción etérica, alcohólica o acuosa.

Chongo, la O, Delgado, Scull, Santos y Galindo, (1998) han señalado niveles mayores de polifenoles en leucaena que en *Enterolobium cyclocarpum*, mientras *Sapindus saponaria* y *Gliricidia sepium* mostraron valores mucho más bajos. No obstante, la alta degradabilidad ruminal hace factible el uso de estas especies en los rumiantes. Esto es posible por la degradación que sufren en el rumen por acción de bacterias especializadas. Así, Galindo, Gerkeen, Elías, Aranda, Piedra, Chongo y Delgado, (1995) aislaron bacterias nativas capaces de degradar la mimosina, el 2,3 dihidroxipiridona y 3,4 hidroxí-4 (1H) piridona a nivel de rumen. Según estos autores, la cepa ICA-L13 degrada el 70% de la mimosina y el 3,4 DHP, pero no el 2,3 DHP, mientras que la ICA L-14 tiene la especificidad contraria.

Al parecer, la población bacteriana ruminal varía según las ofertas de leucaena. Galindo, Castillo, Aldama, Marrero, García y Martínez (1998), encontraron una mayor población de bacterias celulolíticas en animales que pastaron en leucaena en toda el área de pastoreo. Los protozoos también aumentaron Sin embargo, las bacterias viables totales no se modificaron.

Resultados en igual sentido obtuvieron Martínez, Suárez, Galindo y Aldama (1998), los que observaron una disminución de las bacterias viables totales cuando junto al pasto estrella, se incluyó *Brosimum alicastrum*, pero aún más en la leucaena, comparado con el pasto estrella como dieta única. Igual tendencia mostraron las proteolíticas. En cambio, las celulolíticas solo fueron afectadas por *B. alicastrum*. Aunque no se afectó la actividad de las proteasas y celulasas ruminales, la población de bacterias proteolíticas disminuyó con estas leguminosas. Ello sugiere la existencia de factores negativos a estos grupos.

Los resultados de Galindo y col. (1995) acerca de la acción degradativa de estas bacterias autóctonas cubanas aisladas, indican que los riesgos por efectos biógenos y de interferencia

en el metabolismo de la glándula tiroides en dietas altas en leucaena se reducen y la presencia de este compuesto no es una limitación tan importante como antes se consideraba. La presencia de la mimosina ya preocupaba desde hacía tiempo. Por ello, en Australia y Hawai se ha procurado, por vía genética, reducir sus niveles. Según Funes (1980) se ha utilizado el cruzamiento con *Leucaena pulverulenta* por su bajo contenido en mimosina. Además del beneficio que le otorgan las bacterias que degradan la mimosina y sus metabolitos tóxicos, la leucaena posee un elevado potencial nutritivo. Los altos contenidos de PB desde 26,2% (Galindo y col., 1998) e incluso su valor increíblemente alto hasta de 35,8% en PB y bajo de 12.4 en fibra bruta (Farinas, 1951; mencionado por Skerman y col., 1991), así como valores inferiores, pero igualmente altos en 8 ecotipos (La O, Chongo, Fortes, Scull y Ruíz, 2003), demuestran su importancia como fuente proteica. A ello se une la elevada digestibilidad de la materia orgánica y de la proteína (Cáceres y González, 1998; Benavides, 2003).

Pinto, Ramírez, Kú y Ortega (2002) determinaron que la leucaena tuvo mayor porcentaje de proteína bruta, menor fibra, moderada digestibilidad de la MS y MO pero relativamente alta la de la proteína en comparación con otras 5 especies. La degradabilidad de la MS fue alta. Incluso su riqueza en vitamina A es superior a la alfalfa (Skerman y col., 1991).

También Jordán, Reyes, Roque y Rivero (1994) han encontrado valores superiores de la leucaena en PB, muy superior en cenizas, Ca y mayor degradabilidad pero algo menor en P en época de seca y muy inferior en la de lluvia que la guinea.

Un aspecto que influye en la composición química es la edad. Pedraza y col. (1997) señalan que la PB tendió a disminuir y la FB a aumentar a medidas que fue mayor la edad del rebrote de leucaena. Además, influye la época de cosecha (Funes, 1980), en todos los casos con digestibilidad elevada. Según Iglesias (2003) el silvopastoreo permitió un porcentaje dos veces mayor de PB y mayor energía metabolizable que el sistema convencional de pastoreo en ambas épocas del año.

Hernández y Sánchez (1998); Hernández y col. (2000) informan que la inclusión de los árboles ha tendido a mejorar la calidad del forraje de guinea. Verdecia y Falco (2003) en sistemas de pedestales con algunas leguminosas rastreras, leucaena y guinea, las leguminosas, principalmente la leucaena, aportaron 2 veces más N, PB y minerales, aunque ligeramente inferior en P respecto a guinea sola. Resultados similares han informado Funes, (1994); Jordán, Reyes, Roque y Rivero (1994); Lamela y col. (1998) con el empleo de bancos

de proteína. El mejoramiento de los s indicadores del valor nutritivo ha sido informado por Rivero, Fernández y Diez (1989); Cáceres y González (1998).

La inclusión de árboles ha dado resultados tales, que a veces ha hecho innecesaria la suplementación con concentrados para la producción de leche y carne (Urbano y col., 2000). En la explotación de ovinos tampoco ha sido necesario el empleo de concentrados ni bloques multinutricionales (Combellas, 2000).

Independientemente del valor propio de la leucaena como alimento, así como la de su participación en la dieta con gramíneas, la sombra que proyecta sobre el pasto base de gramínea, contribuye al mejoramiento nutritivo de este. Esto puede ser por disminuir el contenido de FB y aumentar el de PB (Pentón, 2000), aspecto desde antes estudiado por Pentón y col. (1998), principalmente con albizia, como fuente de variación de la composición botánica y la calidad del pastizal. Cuando el nivel de sombra fue 40,5% el contenido de PB y Ca de la guinea fue mayor en comparación con el nivel de sombra de solo 0,32%. También Hernández y Sánchez (1998) señalan el mejoramiento de la guinea en PB cuando se ha incluido los árboles en el sistema.

Panicum maximum

La guinea es una de las gramíneas de pastos de mejor comportamiento productivo y valor nutritivo, sobre todo cuando crece en las condiciones más favorables. Esas condiciones pueden ser incluso en asociación con especies arbóreas y arbustivas. Ella no necesariamente tiene que afectar el establecimiento de la leucaena (Padilla, Colom, Díaz, Cino y Curbelo, 2000). Otros investigadores (Gómez y col., 2000), han señalado que la guinea likoni se ha asociado bien y ha mejorado el pastizal asociado con leguminosas arbórea y rastrera y en este sentido, según Acosta (1998), la guinea se ha destacado respecto a otras gramíneas.

El modo de incrementar los valores proteicos e incluso la digestibilidad, puede ser a través de la fertilización nitrogenada, con todos los inconvenientes que esta opción puede tener cuando se hace de manera irracional. Además, la respuesta a esa fertilización es muy dependiente, entre otras cosas, del nivel de humedad del suelo en cualquier época y por ello la exigencia del riego en la de seca. Así, Especk (1989) no encontró respuesta al N a niveles hasta 200 kg/ha/época en condiciones de secano y en general, los niveles de PB no difirieron respecto al testigo. No obstante, Paretas, Herrera y Vázquez (1978) indican buenas respuestas por parte de la guinea. También Cáceres, Santana y Delgado (1989) señalan el enriquecimiento

en PB de la guinea likoni con la fertilización con N y un aumento en su digestibilidad, pero no en el contenido de energía metabolizable.

Una característica importante de la guinea likoni es su alto porcentaje en hojas (Ricardo y Vázquez, 1978) indicador que incrementa su valor nutritivo. Esta variedad se ha destacado en varias localidades (Hernández, Menéndez, Machado y Gerardo, 1976), al compararla con varios híbridos en los que mostró valores similares a los demás, aun cuando la calidad en SIH-95 y SIH-92 fue superior, pero este comportamiento dependió de la época del año (Seguí, Blanco y Machado, 1998).

1.9 Producción de leche y carne

La utilidad de las especies, incluidas en esta tesis, en la explotación ganadera, está bien documentada en la bibliografía tropical y subtropical.

Elevadas ganancias de peso vivo obtenidas con el uso de las especies arbóreas y arbustivas, principalmente leucaena, asociada o no con gramíneas, particularmente la guinea, especialmente likoni y con la presencia o no de leguminosas rastreras, entre ellas el centrosema en multiasociaciones, ha sido informada por numerosos autores (Skerman y col., 1991; Díaz y Suárez, 1995; Valdés, Díaz y Ayala, 1996; Machado y Seguí, 1997; Hernández, Soca, Simón, Aguilar y Francisco, 1998; Iglesias, 2003; Hernández, 2000; mencionado por Iglesias, 2003), entre otros. Los niveles adecuados de ganancia de peso vivo pueden reducir la edad de incorporación a la reproducción, como encontró Iglesias (1995) en un sistema silvopastoril de leucaena y guinea likoni.

La producción de leche también se ha visto favorecida con el empleo de sistemas silvopastoriles basados en especies arbóreas y arbustivas (leucaena entre ellas) y de gramíneas (guinea y otras). Iglesias (2003) ha obtenido con este sistema hasta 3 000 kg/ha/año y más de 2 800/lactancia por vaca. Según Milera, Lamela, Hernández, Hernández, Sánchez, Pentón y Soca (2001) los sistemas multiasociados con altas densidades de leucaena y elevados proporciones de herbáceas permanentes, poseen un potencial de producción de leche superior a 10 kg/vaca/día y soportan cargas de 2,2 animales/ha (Sánchez y Díaz, 2002). Resultados similares han logrado Lamela, Matías, Fung y Valdés, (1998); López, Lamela, Verdecia y Falco, (2003). Jordán y col. (1998), informan de una producción/ha casi doble, mientras el costo unitario se redujo a casi la mitad con estos sistemas.

El efecto del concentrado fue reducido con la incorporación de árboles al pastizal (Reinoso, 2000; Urbano, Dávila y Moreno, 2000). La leucaena, incluso con pasto natural, el que es de menor rendimiento y calidad, ha logrado producciones superiores a 8 L/vaca/día (Machado, Seguí, 1997), con un comportamiento notable en la época de seca.

La guinea, por su carácter hojoso puede favorecer su disponibilidad real. García, Pérez, García y Basulto (1978) indican que los animales tuvieron que emplear menos tiempo de pastoreo, para satisfacer sus necesidades de forraje, cuando pastaron en guinea, respecto a otras tres especies de gramíneas.

Un factor que reduce la calidad de oferta es el tiempo de estancia en los cuarterones. Tres días resultó el tiempo límite (Hernández, Carballo y García, 1995) para reducir su calidad. Ahora, en condiciones de altos insumos, la guinea es capaz de mantener elevadas cargas (Serrano, Montero, Jaquinet y Agra, 1978), la que se comportó en general mejor que la bermuda de costa.

Un atributo importante de la guinea likoni es su tolerancia a la sombra, lo que permite su amplia utilización en los sistemas silvopastoriles (Guevara, Curbelo, Canino, Rodríguez y Guevara, 1996; Pentón, 2000) e incluso mejorar su calidad (Pentón, Blanco y Soca, 1998). Este hecho también ha sido observado por Ruíz, Febles, Jordán, Castillo y Díaz (1998) en el pasto estrella, el que ha incrementado su nivel de proteína. Esa capacidad asociativa también ha sido señalada por Díaz y Suárez (1995) con la que ha habido una adecuada utilización (Díaz y Aguilera, 1995) de la asociación.

Hernández y col. (1998) señalaron que la multiasociación de leucaena con diversas especies de leguminosas rastreras, guinea likoni y SIH-127, además de otras leguminosas y gramíneas espontáneas, sometidas a diferentes intensidades de explotación (bajo hasta alta), permitió producciones similares en ambas épocas y sin diferencias entre una y otra explotación. El buen comportamiento productivo de la leucaena y de la asociación, también es favorecido por los altos niveles de consumo, el que resultó similar en ambas épocas, así como entre la asociación y el monocultivo de guinea (Morales y col., 2000). Otros resultados importantes señalan Jordán, Cino y Roque (1995), sostienen que económicamente es factible el empleo de la leucaena en bancos de proteína para la producción de carne.

Serrano, Montero, Jaquinet y Agra (1978) han asegurado, que en las condiciones experimentales con que trabajaron (altas dosis de NPK y riego), la guinea puede mantener una carga de 4 vacas/ha en la época de lluvias y 3.5 en la de seca y producir 9-10 kg de leche/vaca/día con vacas Holstein de alto potencial. Comparativamente, la bermuda cruzada,

aunque mantuvo niveles estables de producción, estos fueron relativamente bajos. En la época de lluvias la guinea fue muy superior en las cargas de 3 ó 4 animales/ha y en el acumulado anual. Estos resultados pueden estar relacionados también con el menor gasto energético en la actividad de procurar alimentos. García y col. (1978) informan un menor tiempo dedicado al pastoreo en la guinea, en comparación con el dedicado en la pangola, el rhodes y la bermuda de costa, para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales.

1.10 Influencia en el ambiente

La influencia ambiental de las especies arbóreas, arbustivas y en general de todas aquellas que forman parte de sistemas silvopastoriles, es muy amplia y variada. Su impacto no se reduce a los efectos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad nutritiva de las plantas, sino que se extiende a las modificaciones microclimáticas, de las condiciones del suelo, así como en la biodiversidad animal y vegetal del lugar donde se establecen. La biodiversidad y el ordenamiento territorial pueden hacer coincidir los beneficios económicos y los ambientales (Murgueitio, 2003) factores atractivos para introducirlos en la práctica.

En primer lugar, y no por ser la función más importante, las leguminosas son capaces de fijar biológicamente el N atmosférico en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*. Este es un modo de transferir N desde las leguminosas hacia las gramíneas que crecen en su cercanía. En general, Henzell (1970) reconoce dos vías: a través de las excreciones de los animales y la transferencia subterránea. Aclara que el ganado excreta la mayor parte del N que ingiere, pero la distribución en el pasto es poco uniforme y las pérdidas por acción del intemperismo, hace a esta una vía poco eficiente. La transferencia subterránea ocurre principalmente por descomposición del material vegetal, vía principal en *C. pubescens* y *D. intortum*. Esto hace que la presencia de leguminosas en el pastizal pueda incrementar la concentración de N en las gramíneas asociadas, como ha señalado Moore (1962; citado por Henzell, 1979).

La sombra que las arbóreas puedan proyectar sobre el área en que crecen puede favorecer diversos aspectos. Uno de ellos es atenuar la fuerte irradiación solar incidente, lo que es más perjudicial si el suelo está descubierto, responsable de la elevación de la tasa de evaporación de la humedad de los suelos, lo que provoca grietas más o menos profundas que

incrementan estas pérdidas. Con ello se reduce la vida en el suelo y aumentan los riesgos de erosión.

Las condiciones de sombra pueden influir en el porcentaje del material muerto y la hojarasca y ser mayores que en las áreas soleadas. Rodríguez, Crespo y Fraga (2001), han encontrado que la hojarasca se duplicó en las áreas sombreadas y quizás ello haya favorecido a que casi se duplicara el número de organismos del suelo, más del doble su biomasa, disminuyera la temperatura, al tiempo que aumentaba el contenido de humedad y de materia orgánica del suelo. Además, se produjo un importante retorno de nutrimentos, principalmente N, Ca y K. Por su parte, Noval, Hernández, Cairo y Quiñones (2001), han observado que la presencia de árboles y el tiempo transcurrido desde su siembra han influido positivamente en la permeabilidad del agua, en la estructura del suelo, el límite inferior de plasticidad y en los agregados estables en la capa superior (0-10 cm) del suelo.

Crespo y Pérez (1999) señalan que según Thomas y Asakawa (1993), algunas leguminosas herbáceas pueden retornar hasta 11,64 g de N; 0,48 g de P; 2,26 de K; 2,97 de Ca; 0,85 de Mg/m² en 8 meses. También señalan trabajos de Humphreys (1993) en los que se informan la magnitud de estos aportes por parte de la hojarasca. Kan y col. (1986; mencionados por Crespo y col., 2002) aseguran que la leucaena en el pastizal mejora las propiedades físicas y químicas del suelo y según Velasco y col. (1999; mencionados por Ibrahim y Mora, 2003) las especies arbóreas mejoran la disponibilidad de P en el suelo.

Sánchez, Hernández y Simón (1998) exponen que los Olichaeta fueron más abundantes en cualquiera de los sistemas silvopastoriles empleados, pero casi los únicos en silvopastoreos con pasto estrella en suelo Pardo con Carbonato. En los suelos Ferralíticos Rojos, independientemente del sistema, las poblaciones fueron similares y los Coleópteros muy abundantes en silvopastoreo, los que además se encontraron con bastante frecuencia en guinea sin árboles en este mismo suelo. No obstante, la mayor diversidad se encontró en ese suelo con silvopastoreo con pasto estrella.

Crespo y Pérez (1999) también se refieren a investigaciones de Olsen (1963) el que propuso un método para estimar la tasa de descomposición de la hojarasca. Según este modelo, $Y(t) = (t_0)e^{-kt}$, donde x_0 es la masa inicialmente en el tiempo 0 y $Y(t)$ es la hojarasca que quedan en el tiempo t .

La temperatura y las precipitaciones son los componentes climáticos que más influyen en la descomposición de la hojarasca por el efecto de la actividad bacteriana. Quizás por esta razón y según Sandhu y col. (1990), hay una mayor acumulación de hojarasca en los meses secos. Nilson y col. (1995) sostienen que un incremento en la transpiración y las precipitaciones aumenta el reciclaje de nutrientes de manera más rápida.

Este mejoramiento en las condiciones de mayor disponibilidad de alimentos, mayor humedad y menor temperatura, favorecen el aumento poblacional de la fauna edáfica. Sánchez, Milera y Sánchez (2000) encontraron una densidad de más de 81 lombrices/m² y de 23 g/m² de su biomasa, más abundante en los estratos superiores, principalmente oligochaeta. Rodríguez, Crespo, Castillo y Fraga (2000) también señalan aumentos en la biomasa de la macrofauna del suelo con el aumento de la participación de la leucaena en el pastizal.

Otro aspecto ambiental de los sistemas silvopastoriles es la presencia de plagas y enfermedades. Valenciaga y Mora (1997 y 1998) señalan que la diversificación del agroecosistema con mayor número de especies de plantas aumenta la actividad de los biorreguladores y por lo tanto una menor presencia de insectos plagas, tanto para la leucaena como para los cultivos temporales.

Probablemente la reducción de las plagas esté también relacionada con el efecto de barrera ecológica que ejerzan las especies, que no son dañadas por los insectos plagas de otras. Por otro lado, si se concuerda con que un sistema ecológico más balanceado promueve el establecimiento de mayores y mejores equilibrios, estas condiciones mejorarían la nutrición y metabolismo de las plantas, las que al estar más equilibradas serán más resistentes (Chaboussou, mencionado por Funes, 1980).

El parasitismo gastrointestinal se redujo en sistemas silvopastoriles (Soca, Simón, Aguilar y Francisco, 1998), independientemente de la época, a pesar de que en la lluviosa hay mayor riesgo y condiciones de que ocurran mayores niveles de infestación (Ayala y col., 2000; García-Baratute y col., 2000). Por otro lado, muchas plantas comunes en los campos poseen sustancias que pudieran tener propiedades medicinales que actúan contra los parásitos y repelan a algunas clases de insectos.

CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE LA LEUCAENA EN CONDICIONES EXPERIMENTALES

Efecto de la asociación leucaena-guinea en la producción de leche en la Microvaquería 568

Ubicación del área experimental

La evaluación se realizó en áreas de la Estación de Pastos y Forrajes de Las Tunas, ubicada geográficamente en los 20° 54' de latitud Norte y los 76° 55' de longitud Este, a una altitud de 50 msnm.

Caracterización del suelo. El suelo donde se llevó a cabo la investigación presenta una topografía ligeramente ondulada y clasifica como pardo grisáceo arenoso (Academia de Ciencia, 1979) con un pH ligeramente ácido y contenidos de P₂O₅, K₂O y MO bajos (tabla 1).

Tabla 1. Caracterización química del suelo.

Indicadores	Valores
N total (%)	0,271
pH	5,8
MO (%)	2,41
P ₂ O ₅ (mg/100g)	2,01
K ₂ O (mg/100g)	4,2
Ca (%)	6,02

El estudio se realizó durante dos años, en la microvaquería 568, perteneciente a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas, localizada en la carretera Tunas-Bayamo Km. 1.5, provincia Las Tunas, Cuba.

Características climáticas de la zona

Se caracteriza por poseer una temperatura media anual de 27°C, con una media de 24°C y 30°C en invierno y verano, respectivamente. La precipitación media anual fue de 1 115 mm, con un promedio de 900-1 000 mm en el período lluvioso y de 150-200 mm en el período poco lluvioso (Juan, Díez y Vargas, 1978) (Academia de ciencias de Cuba, 1979).

Precipitaciones

Estas se midieron diariamente a través de un pluviómetro ubicado en áreas experimentales de la Estación de Pastos de Las Tunas (tabla 2).

Tabla 2. Precipitaciones registradas en el área experimental durante el período de evaluación (mm/bimestre).

Bimestre	1999	2000	2001	2002
Enero-febrero	54(4)	104(2)	79(3)	16(1)
Marzo-abril	87(2)	105(4)	84(6)	-- (0)
Mayo-junio	425(12)	337(12)	297(13)	315(12)
Julio-agosto	112(8)	340(15)	395(11)	122(9)
Septiembre-octubre	189(6)	368(15)	575(15)	185(7)
Noviembre-diciembre	124(6)	120(2)	40(1)	311(4)
Total	991(38)	1374(50)	1470(49)	944(33)

() Número de días con lluvias

Descripción de la microvaquería y su manejo general

El sistema de pastoreo rotacional diseñado en la Microvaquería 568 cuenta con un área total de 15 hectáreas, que permitió en esta oportunidad una carga de 1 vaca/ha en el primer y segundo año de evaluación, compuestas por 24 cuartones de aproximadamente 0,50 hectárea, todos con una asociación de guinea likoni + *Leucaena leucocephala* cv. Perú. Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día, 4:00 a.m. y 1:30 p.m., de forma manual.

En la Microvaquería predominaban vacas mestizas (Holstein x Cebú) de varias lactancias. Durante el período experimental se mantuvieron 15 vacas en el área hasta 240 días de lactancia promedio, remplazándolas por las que tuvieran menos de 60 días de lactancia.

Especies de pastos y arbóreas

Las especies de pastos cultivadas predominantes fueron *Panicum maximum* cv. likoni y *Leucaena leucocephala* cv. Perú con una densidad media de 13 780 plantas por hectáreas. La leucaena fue sembrada en octubre del 1999 y se comenzó a pastar en octubre del 2000, cuando la altura media de las plantas fue superior a los 2,30 metros, quedando establecido el sistema para el inicio de la etapa experimental. El tiempo de ocupación de los cuartones fue de 1 día en el período lluvioso y de 1,5 en el período poco lluvioso, con lo que se garantizó al sistema un reposo de 23 días en lluvia y 34,5 en seca.

Siembra

La leucaena se sembró a golpe (20 a 30 cm entre plantas) en doble hileras contiguas a metro entre sí, separadas por franjas de guinea likoni a 4 m. Las semillas de leucaena fueron

cosechadas el propio año y se escarificaron con agua a temperatura ambiente, siguiendo el procedimiento de cambiar el agua cada seis horas desde el día anterior a la siembra. Las semillas de leucaena fueron inoculadas con la cepa ICA-4033 y se usó una dosis de 12 kg/ha.

Labores de cultivos

Hasta los cuatro meses de sembrada a la leucaena, se les practicaron labores con implementos de tracción animal y deshierbe con machete y azadón para el control de las especies indeseables. Durante la evaluación se mantuvo el control de las especies leñosas más agresivas, fundamentalmente marabú (*Dichrostachys cinerea*).

Mediciones

La disponibilidad de pastos (gramínea) se estimó por el método de Haydock y Shaw, (1975; modificado por Senra, Venereo y Galindo, 1979), siempre antes de la entrada de las vacas a los cuartones seleccionados. La de leucaena se determinó en los cuartones prefijados para medir la disponibilidad. Se desfolió la parte consumible (hojas y tallos no lignificados) de 10 plantas patrones que fueran representativa del área, identificándose por el grado de disponibilidad que poseían en un rango de 1 a 10 (de menor a mayor producción de masa verde), luego se tomaron observaciones visuales al azar en 20 m de cada doble hileras y los datos se cotejaron con el valor del patrón correspondiente.

La determinación de la materia seca, relación hoja-tallo y material muerto se realizó cada vez que se tomó la disponibilidad, utilizando el método descrito por Van Soest (1964). Una vez lograda la materia seca se separaron las diferentes fracciones (hojas, tallos y material muerto) para determinar los porcentajes de cada una.

Composición botánica del pastizal (gramíneas). Se realizó bimestral en los mismos cuartones prefijados para determinar la disponibilidad, empleándose el método de los pasos (frecuencia de ocurrencia).

Densidad de la leucaena. La población de plantas de leucaena se calculó al inicio y final de la evaluación en 2 surcos en una distancia de 30 m en cuartones seleccionados.

Análisis de laboratorio. Luego de efectuar cada muestreo se enviaron muestras representativas de pasto al laboratorio para determinar la composición química del alimento.

Los indicadores medidos fueron: materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), calcio (Ca) y fósforo (P), según las técnicas descritas por AOAC (1965).

Producción de leche. se calculó mediante pesajes mensuales al 100% de los animales en ordeño durante 2 años consecutivos. Además, se analizaron la influencia del bimestre de parto y el de producción, la época del año, el número de lactancia y el año en el comportamiento productivo de vacas mestizas (Holstein x Cebú) de diferentes lactancias. A partir de los registros de la microvaquería, se calculó la producción por hectárea, la carga global de la vaquería y la duración de la lactancia. Los porcentajes de grasa se tomaron de los análisis periódicos individuales de las vacas realizados por el laboratorio de calidad de la ECIL.

Procesamiento de los resultados

La producción de leche de las vacas se procesó a través de un modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia (Menchaca, 1978), que se basa en la representación algebraica de esta ($Y_n = a n^b e^{-cn}$), según Wood (1969). Se empleó para el análisis de las observaciones el paquete estadístico elaborado por el Instituto de Ciencia Animal.

Para el análisis de la producción de leche se empleó el modelo:

$$Y = a + b \log n + cn + p_j + d_k + g_l + e_{ijkl}$$

Donde:

$$Y_{ijkl} = \log Y_{ijkl}$$

$a = \log A$, constante común a todas las observaciones

bc = parámetros de la curva de lactancia según la representación algebraica de Wood (1969)

n = n ésimo día de lactancia correspondientes a la observación Y_{ijkl} ésima

$p_j = \log p_j$, efecto de j – ésimo bimestre de parto

$d_k = \log d_k$, efecto k - ésimo bimestre de producción

$g_l = \log g_l$, efecto de l – ésimo año

$h_m = \log h_m$, efecto de m – ésima época del año

e_{ijklm} = error experimental

Evaluación económica

Para la realización de las consideraciones económicas se recogió la información de la microvaquería y se manejaron los siguientes indicadores:

❖ Gastos totales = Salario + Insumos + Servicios

- ❖ Flujo de caja = Ingresos totales - Gatos totales
- ❖ Costo kg de leche = Gastos totales/ volumen de producción
- ❖ El precio del kg de leche según la calidad determinada en el laboratorio (ECIL)
- ❖ Valor del ternero al destete
- ❖ Relación beneficio-costos

Resultados y discusión

Los porcentajes de proteína bruta y fibra bruta fueron estadísticamente similares en ambas épocas dentro de una misma especie de planta pero en la leucaena fue significativamente mayor ($P < 0,001$) la proteína y menor la fibra que en la guinea (tabla 3).

Tabla 3. Composición química de guinea likoni y leucaena cv. Perú.

Indicador (%)	Guinea Likoni		Leucaena Perú	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Proteína bruta	10 ^b	9 ^b	28 ^a	26 ^a
Fibra bruta	32 ^a	30 ^a	18 ^b	16 ^b

a,b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,001$ (Duncan, 1955)

El valor alimenticio de la leucaena se expresó en un contenido casi 3 veces mayor de proteína y casi 2 veces menor en fibra que la gramínea. También se destacó que los valores entre épocas fueron muy similares, lo que indica que hubo muy poca variación.

La leucaena presentó un alto contenido de proteína bruta, lo que concuerda con los valores informados por Gutiérrez, Delgado, Oramas y Cairo (2000), Sánchez (2007), entre otros investigadores. Por su parte, los valores encontrados en la guinea asociada corresponden a cifras normales para las gramíneas, incluso semejantes a los informados por Pereira, Lamela y Ripoll (1990) cuando se emplean fertilizantes nitrogenados. Esta respuesta en el contenido de proteína puede atribuirse a la inclusión de la leucaena en el sistema por su virtud de suministrar N por vía simbiótica, como señala Sánchez (2007) basándose en resultados de Hernández (1998) y Reinoso (2000), consideraciones que corroboran resultados de Hernández *et al.* (1987); Ruiz *et al.* (1998); Hernández *et al.* (2000) y Hernández *et al.* (2001) respecto al aumento de la composición proteica en las especies gramíneas cuando están presentes especies leguminosas arbóreas.

En trabajo desarrollado por Ayala (1995) en la UBPC Fernández Lincea, los contenidos de proteína y algunos minerales en pastizales de gramíneas fueron muy superiores en período

poco lluvioso, lo que no concuerda con el comportamiento de estos indicadores. Sin embargo, esta diferencia de comportamiento entre uno y otro experimento puede atribuirse a que se ejecutaron en suelos distintos y especies diferentes, pero también es posible la influencia del componente arbóreo presente en este trabajo, factor ausente en el mencionado trabajo de Ayala. Este criterio quizás encuentre fundamento en lo señalado por los diversos autores ya señalados acerca del efecto beneficioso de los árboles en las especies vecinas. La composición en fósforo y calcio no tuvo significación estadística entre especie ni entre época (tabla 4), aunque en leucaena los valores tendieron a ser mayores, sobre todo en calcio.

Tabla 4. Contenidos de P y Ca en Guinea likoni y Leucaena Perú según período del año.

Elementos (%)	Guinea Likoni		Leucaena Perú	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Fósforo	0,14	0,13	0,19	0,16
Calcio	0,8	0,6	1,3	1,2

Sánchez (2007) encontró tenores de Ca (0,9 y 1,4%) y de P (0,14 y 0,19%) en la gramínea y leucaena para las épocas de lluvia y seca. Hay algunas coincidencias numéricas con los encontrados en esta investigación, aunque en algunos casos fueron superiores, lo que puede atribuirse a la mayor calidad de los suelos y las condiciones climáticas más favorables en la región donde la autora desarrolló la evaluación. Ayala (1995), realizó un diagnóstico en varias zonas del centro de Las Tunas y encontró deficiencias indicadas por los valores sanguíneos subnormales en Ca en el 77% y de P en el 58% de los bovinos muestreados, lo que evidencia la baja calidad de los suelos predominantes en esta región.

Los tenores de Ca y P encontrados resultan bajos para cubrir los requerimientos del animal, sobre todo cuando la oferta de alimentos fuera limitada, lo que afortunadamente no fue así. Este criterio coincide con lo señalado por Sánchez (2007), a pesar de que Shelton y Brewbaker (1994) y Anon (2000a) estiman que son cifras frecuentes en estas especies. Por esta razón, Sánchez (2007) recomienda la suplementación con P por la influencia metabólica y reproductiva de este elemento en las vacas.

La disponibilidad de materia seca (tabla 5) fue muy similar en los dos años evaluados. Sin embargo, los valores tendieron a ser superiores, aunque sin diferir estadísticamente, en guinea ambos años.

La ausencia de diferencias entre años puede ser una respuesta a la uniformidad en las condiciones climáticas y de manejo, por una parte, y a la relativa superioridad en

disponibilidad del componente gramíneo por la diferencia en los métodos de estimación, en que en la leucaena los valores pueden subestimarse debido a su forma de crecimiento y cobertura del área.

Tabla 5. Disponibilidad de materia seca (t /ha/rotación).

Especie	Año 1		Año 2	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Guinea likoni	3,50	2,50	3,90	2,60
Leucaena	1,20	1,00	1,30	0,95
Total	4,7	3,50	5,20	3,55

Las diferencias antes señaladas también están presentes en la oferta diaria de MS (tabla 6), la que también fue superior en la gramínea, además bastante estable entre épocas, aspecto muy importante para el comportamiento animal. También debe señalarse que esa oferta fue suficiente para cubrir los requerimientos.

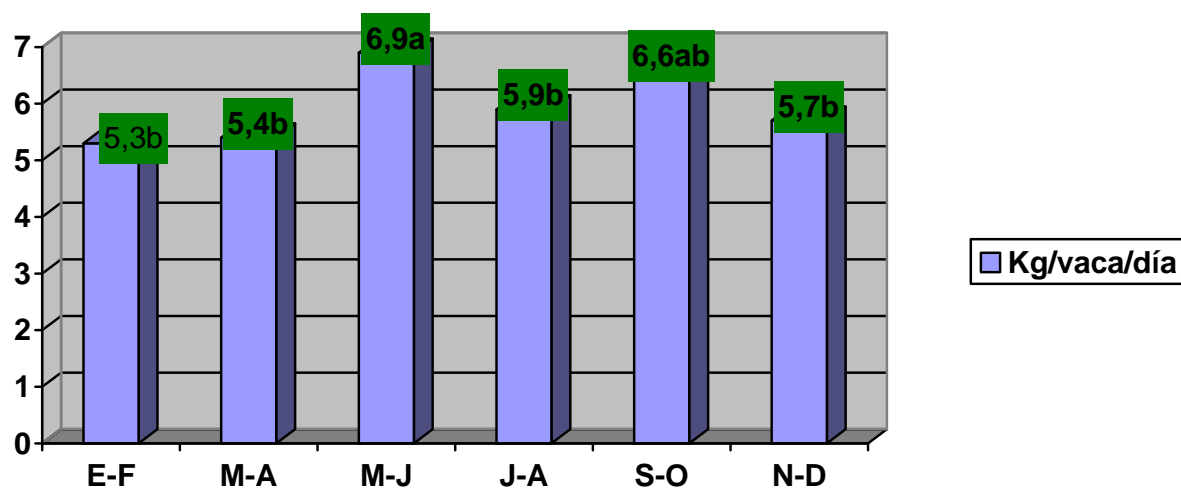
Tabla 6. Oferta de MS (kg MS/animal/día).

Año	Época	Guinea likoni	Leucaena Perú	Total
1	Lluvia	29,91	10,25	40,16
	Seca	32,05	12,82	44,87
2	Lluvia	33,33	11,11	44,44
	Seca	33,33	12,17	45,50

El bimestre de parto tuvo un efecto significativo en la producción de leche/vaca/día (fig. 1). En este indicador, el bimestre mayo-junio promovió una mayor producción, sin diferir de septiembre-octubre, el que a su vez fue estadísticamente similar a los demás bimestres, incluyendo enero-febrero y marzo-abril, que fueron los de peor producción respecto de mayo-junio.

Aunque hay concordancia en la poca influencia del bimestre de parto, pues solamente uno de ellos difirió de los demás en la investigación de Sánchez (2007), como ocurrió en este experimento, hubo diferencias en el bimestre dentro del año. Así, Sánchez (2007) encontró que el bimestre de parto julio-agosto influyó negativamente en la producción de leche, mientras los demás no difirieron entre sí. En cambio, en esta investigación el bimestre mayo-

junio fue el más favorable, sin diferir de septiembre-octubre, el que fue estadísticamente similar a los demás.



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

Fig. 1. Efecto del bimestre de parto en la producción de leche.

La ausencia de coincidencia en la influencia del tipo de bimestre puede estar dada por ser regiones con condiciones climáticas diferentes. Mientras la zona en que Sánchez (2007) desarrolló sus investigaciones tiene un régimen de lluvias de 1 300 mm, con una distribución de 1 000-1 200 mm en la época lluviosa y 200-400 en la poca lluviosa; prevalecen temperaturas de 21 y 27°C en invierno y verano, en las condiciones experimentales en Las Tunas (Diez y Vargas, 1978; Academia de Ciencias de Cuba, 1979) la precipitación es de solamente 1 115 mm, su distribución anual de 900-1 000 y 150-200 mm, temperaturas de 24°C y 30°C en invierno y verano, respectivamente, diferencias que provocan que los bimestres no tengan igual comportamiento y por tanto difiera la respuesta animal.

Otro argumento es que a finales de junio y gran parte de julio, en esta región se reduce fuertemente la precipitación, comportándose de manera similar que los meses de escasas lluvias. Como respuesta inversa se comportó el bimestre de producción julio-agosto, el que permitió una mayor producción de leche (Sánchez, 2007), el que difirió de todos los demás bimestres, especialmente de aquellos de final y principio de año, momentos extremadamente poco lluviosos en Las Tunas, mientras que la temperatura no constituye ninguna limitación para el crecimiento de los pastos, exceptuando los efectos lumínicos en la estacionalidad del rendimiento.

La tendencia a una mayor producción de leche de los bimestres mayo-junio y septiembre-octubre están en correspondencia con la mayor pluviometría que ocurre en esos períodos por la influencia del verano y de la temporada ciclónica.

El número de lactancia no influyó en la producción diaria de leche por vaca (fig. 2), aun cuando las vacas de 1 lactancia tendieron a una menor producción. Numéricamente, las cifras son prácticamente idénticas en las demás lactancias.

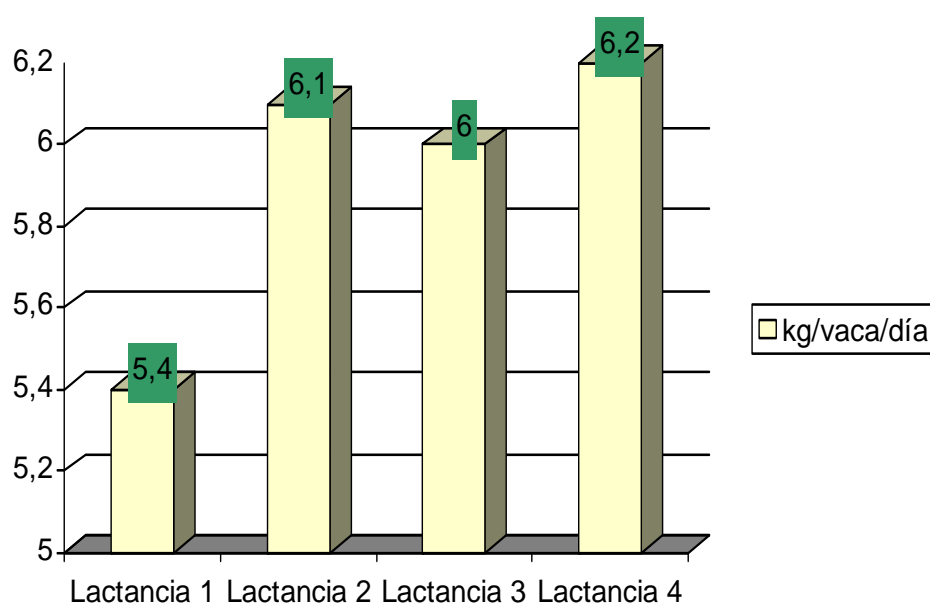


Fig. 2. Producción de leche por lactancia.

Esto no concuerda con los resultados de Sánchez (2007) quien encontró un incremento significativo de la producción en la medida en que aumentó a 4 ó 5 el número de lactancias. También hay que considerar que no se observa correspondencia con el efecto informado del número de lactancias, aunque sí podría estar influida por efectos climáticos (Schmidt, 1974), entre otros, los cuales pueden afectar procesos fisiológicos involucrados en la producción de leche y el estado general del animal. Rekik, Gara, Hamoud y Hammami (2003) también sostienen que el aumento del número de lactancias es favorable para la producción de leche, hasta observarse un máximo en la tercera, en comparación con los animales de sola una primera lactancia. Conclusiones similares han encontrado Sakaguchi, Suzuki, Sasamoto, Takahashi, Nishiura y Aoki (2005) en vacas Holstein.

A pesar de que las diferencias no llegaron a ser significativas, en el período lluvioso la producción de leche/vaca/día tendió a ser relativamente mayor (fig. 3). Esta ausencia de diferencias es comprensible si se tiene en cuenta que la oferta diaria de alimentos entre época fue alta en todas las épocas, por lo que las carencias no deben haberse expresado.

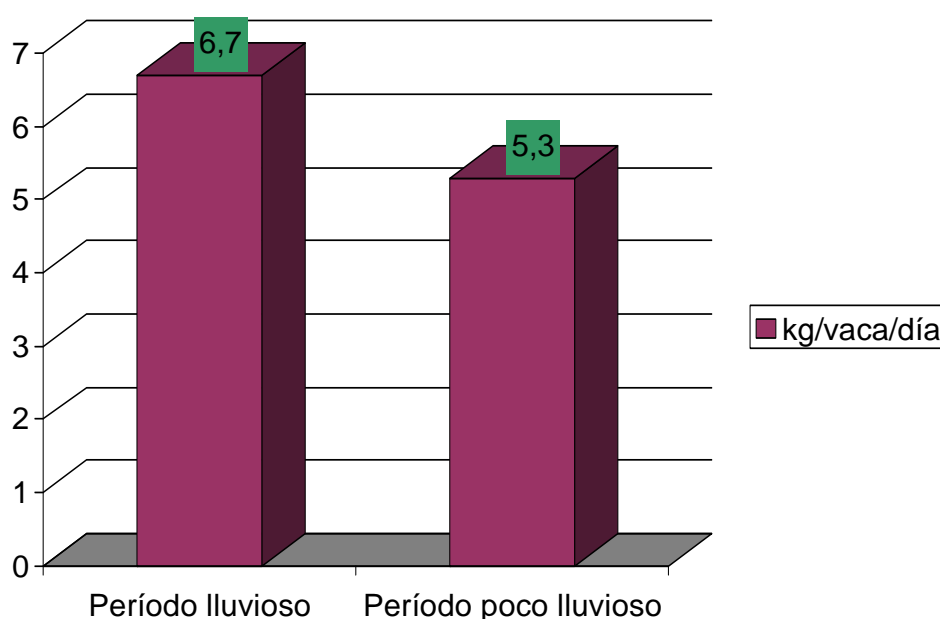


Fig. 3. Producción de leche por época del año.

Tampoco Hernández (2005) y Sánchez (2007) encontraron influencia de la época del año en la producción de leche por vaca bajo condiciones silvopastoriles, aunque esta última autora sostiene que en el período lluvioso hay mayores rendimientos de materia seca, por lo tanto, una mayor oferta que posibilita incrementar la capacidad de selección de los animales y se basa en informes de Ørskov (2002) para argumentar una mayor velocidad de degradación de los forrajes, aumento de la velocidad de pasaje de los alimentos y del consumo voluntario.

El efecto de año no fue significativo en la producción de leche, aun cuando el segundo año tendió a ser superior (6,1 kg/vaca/día) que el primero (5,7). La ausencia de diferencia en producción de leche entre años puede estar dada en que no hubo influencia entre épocas en la producción de leche y sobre todo, a que la oferta fue estable y alta, por añadidura, en todo momento.

Al parecer la influencia de la presencia arbórea fue tan beneficiosa que limitó los efectos del muy mal comportamiento climático del año 2002, principalmente en los bimestres hasta abril,

pero compensado con precipitaciones mucho más abundantes en mayo y septiembre octubre, precisamente los bimestres más destacados en la producción de leche.

La composición botánica en las gramíneas (tabla 7) no tuvo una variación sustancial, pues los valores de aumento o disminución por especies fueron muy pequeños, incluso el comportamiento puede hasta considerarse positivo al aumentar la presencia de guinea y leguminosas herbáceas a expensas de los pastos naturales y las malezas. En cambio, la leucaena mostró una disminución de un 8% en población. Esta disminución en la presencia de leucaena podría considerarse una contradicción con los resultados superiores de producción de leche del segundo año, pero al parecer sólo ocurrió un reajuste poblacional sin consecuencias productivas.

Los niveles de cargas empleadas pueden considerarse moderados para el sistema, por lo que no debía esperarse efectos que deterioraran la comunidad vegetal. Esta situación, además de la presencia de leucaena que sirviera de tutor, quizás permitió el enriquecimiento de las leguminosas volubles espontáneas aparecidas en el sistema.

Tabla 7. Evolución de la composición botánica (%) en la asociación de la Microvaquería 568.

Especie	Inicial	Final	Diferencia
Guinea likoni	88	93	+5
Pastos naturales	4	2	-2
Leguminosas herbáceas	2	5	+3
Malezas	4	-	-4
Despoblación			
Franja con leucaena	Inicial	Final	Diferencia
Leucaena (plantas/ha)	13 780	12 678	-1 102 (8%)

La tabla 8 refleja los valores de calidad en la leche producida, a través de los parámetros fundamentales establecidos por la ECIL, donde se muestra el comportamiento por bimestre. El sistema permitió excelente estabilidad en los parámetros que se exigen para evaluar una leche de calidad reconocida. La mejor densidad se logró en los bimestres de Julio a Diciembre, aunque ninguno de los bimestres presentó baja densidad por lo que el sistema logró leche de calidad contribuyendo a los ingresos por bonificación (0.90-1.05 pesos) por litro de leche producido y enviado a la industria (ECIL).

Tabla 8. Comportamiento en la calidad de la leche a través de los parámetros fundamentales (densidad, grado refractométrico, grasa, Tram (reductasa).

Bimestre	Densidad	Grado R.	Grasa %	Tram. Reductasa
Enero-febrero	1,02930	37,04	4,3	6,00
Marzo-abril	1,02910	37,19	4,9	5,30
Mayo-junio	1,02850	36,89	4,1	6,00
Julio-agosto	1,03000	38,93	3,5	6,00
Septiembre-octubre	1,03100	38,86	4,5	5,30
Noviembre-diciembre	1,03030	38,20	4,4	5,30
\bar{X}	1,02970	37,85	4,2	5.30

Valoraciones económicas

En la valoración económica hecha al sistema, donde se aplica la tecnología del silvopastoreo, se aprecian resultados que reflejan los gastos incurridos durante el periodo evaluado, sobre el salario, materiales y servicios recibidos en el proceso de establecimiento y manejo del sistema. Los gastos en que incurrió el sistema tuvieron como propósito producir ingresos a mediano plazo. Los ingresos fundamentales se produjeron por la venta de leche a la industria (ECIL) y venta de terneros, los demás ingresos se produjeron a partir de una producción añadida que incluyó leña y semillas (tabla 9).

Tabla 9. Comportamiento de la actividad económica en la Microvaquería 568.

Años	Gastos salarios \$	Gastos insumos	Ingresos totales \$	Costo/peso producido	Gasto salario/\$ producido
1	15 123	1 015	20 150	0.80	0.75
2	13 977	5 063	28 610	0.66	0.48

En todos los años el costo del peso producido estuvo por debajo del valor invertido y el gasto de salario para producir un peso fue adecuado en el segundo año, al gastar 0,48\$, lo que demuestra la rentabilidad del sistema a muy corto plazo y la viabilidad para disminuir las dependencias externas del concentrado y de los fertilizantes químicos, perfilándose como un sistema tecnológico de bajos insumos en la producción animal con efectos positivos en la economía del ganadero y el medio ambiente.

CAPÍTULO 3. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN CONDICIONES DE PRODUCCIÓN

La evaluación se realizó en la vaquería “Las Américas”, perteneciente a la UBPC “José Manuel Rodríguez” del municipio Jesús Menéndez, localizado en la zona norte de la provincia de las Tunas.

El suelo sobre el cual se estableció el sistema silvopastoril clasifica como Pardo sin Carbonato, con un relieve ligeramente ondulado. La temperatura media es de 27°C con una media de 24°C y 30°C en invierno y verano, respectivamente. La precipitación media anual es de 1 067,5 mm (media de 54 años), con un rango de 600-950 en el período lluvioso y 200-300 en el poco lluvioso (Registro histórico, 1952; MINAZ, Chaparra, Municipio Jesús Menéndez, 2006). Los valores de precipitación del período se ofrecen en la tabla 10.

Tabla 10. Lluvias ocurridas durante el período evaluado en la finca “Las Américas” (mm/bimestre).

Bimestre	1999	2000	2001	2002
Enero-febrero	97	60	119	42
Marzo-abril	32	84	91	43
Mayo-junio	269	120	214	222
Julio-agosto	163	237	293	196
Septiembre-octubre	326	363	450	211
Noviembre-diciembre	307	269	71	143
Total	1 194	1 133	1 238	857

Descripción de la vaquería y su manejo

El sistema de silvopastoreo diseñado en la vaquería “Las Américas”, contó con un área total de 65 hás que permitió cargas de 1,0 y 1,2 vacas/ha en el primer y segundo año, respectivamente. La vaquería contaba con 18 cuartones de 3,6 ha como promedio, todos en una asociación de leucaena en doble hileras separadas por franjas de 4 m con guinea likoni. Las vacas se ordeñaron a mano 2 veces al día, a las 4:00 a.m. y 1:30 p.m. En la composición racial predominaba el mestizaje (Holstein x Cebú) con rango de 4-6 lactancias.

Especies de pastos y arbórea

La gramínea básica fue *Panicum maximum* cv. likoni y como leguminosa arbórea, leucaena cv. Perú, con una densidad promedio de 17 200 plantas/ha al inicio de la explotación. La leucaena se sembró en el período septiembre-diciembre/99 y se comenzó a pastar en diciembre 2000, cuando el promedio de altura de las plantas era superior a 2 m.

El tiempo de ocupación de los cuarterones fue de 2 días en el período lluvioso y 3 en el poco lluvioso, con lo que se garantizó un reposo de 34 días en lluvia y 51 en seca.

Siembra, establecimiento, manejo agronómico

La preparación del suelo se realizó por el método convencional. En esta oportunidad toda la surca se realizó a una distancia de 50 cm mediante la tracción animal con bueyes e implementos apropiados para tal propósito.

Durante la siembra y establecimiento de la leucaena y la guinea se introdujeron cultivos de ciclo corto, con dosis de 9, 27, 25, 8 y 11 kg/ha de garbanzo, frijol, vigna, sorgo y maíz, respectivamente.

Durante los 5 primeros meses de establecimiento y durante la explotación del área se realizaron labores manuales con azadón y mediante la tracción animal con bueyes para el control de plantas indeseables características de la zona.

Se aplicó el concepto de silvopastoreo dejando crecer algunas plantas de leucaena, guásima y *Pythecelobium* en forma bien distribuidas y dirigidas para lograr un efecto de sombreado parcial.

Mediciones

En el establecimiento de leucaena se midió la altura de las plantas, con una regla de madera graduada en cm, a 12 plantas de leucaena prefijadas por cultivo acompañante seleccionado, en diferentes hileras del área en evaluación.

El rendimiento de materia verde de leucaena se determinó a los 12 meses en el área según cultivo acompañante. Se cortaron las plantas prefijadas por hileras, de las que se pesaron los tallos comestibles y hojas; posteriormente se determinó el % de MS en estufa con lo que se determinó el rendimiento en base seca (t/ha). En el caso de los cultivos acompañante se determinó el rendimiento de grano mediante la cosecha de toda el área (kg/ha)

Densidad de la leucaena. La población se calculó al inicio y final de la evaluación en 2 surcos en una distancia de 30 m en los potreros seleccionados y prefijados para esta medición.

Producción de leche. Se determinó mensualmente mediante el pesaje de leche al 100% de las vacas en ordeño durante dos años consecutivos, para determinar la producción por vaca en ordeño y producción anual.

En los animales se determinó también el período interpartal, nacimientos, el peso del ternero al nacer y el porcentaje de vacas vacías. Para todos los cálculos se tuvieron en cuenta los registros de la finca y de la UBPC.

Elementos de gastos e ingresos. Los gastos de establecimiento de cada combinación se calcularon por los controles de la UBPC a todas las labores practicadas a los cultivos, asumiendo salarios de 15.00 pesos/hombre/día, el precio del diesel de \$0.55 pesos/litro y los precios locales de la semilla según demanda de la especie seleccionada. Además de los gastos comunes descritos, se consideraron otros gastos en función de la actividad. Los ingresos se calculan a través del precio de venta local y los rendimientos de granos cuantificados por el grupo de producción de la UBPC “José Manuel Rodríguez”.

En los animales se determinó el período interpartal, nacimientos, el peso del ternero al nacer, la producción de leche. Para todos los cálculos se tuvieron en cuenta los registros de la finca y de la UBPC.

Resultados

Todos los indicadores evaluados relacionados con la producción lechera fueron superiores en el segundo año de explotación (tabla 11), lo que indica que el sistema no solo se mantuvo estable, sino que mejoró. La evolución de algunos de los indicadores se ofrece en la tabla 12. El hecho de ser mayor el número de vacas totales y en ordeño, la producción por vaca y por área, así como mantener el doble ordeño en el bimestre febrero-abril, el más crítico del período poco lluvioso, lo corrobora. Este período fue extremadamente seco y puede considerarse que la presencia beneficiosa de la leucaena pudo mantener los niveles adecuados de leche por el papel desempeñado en la oferta y calidad alimentaria.

Los resultados están en plena correspondencia con lo señalado por García-Trujillo (1983), el que señaló que cuando se trabaja con pastos naturales o cultivados no fertilizados, la carga no debe exceder de 1 a 2 animales/ha, con una producción por vaca esperada entre 6 y 7 L y que se puede alcanzar 1 300-2 700 L/ha/año. El comportamiento mostrado en este trabajo en la finca “Las Américas” está en correspondencia con esos criterios.

Estas condiciones de explotación y manejo permitieron que la evolución de la composición botánica fuera positiva (tabla 13). De este modo, el porcentaje de guinea, y las leguminosas herbáceas aumentó, mientras disminuyó y hasta desaparecieron algunas especies poco beneficiosas o perjudiciales para el sistema.

Tabla 11. Comportamiento de la producción de leche en la finca “Las Américas”, durante el período evaluado.

Indicador	Año 2001	Año 2002
Leche L/año (total)	66 795	106 726
Vacas totales (HBPR)	65	78
% Vacas en ordeño	46	55
Vacas en ordeño	30	43
L/vaca en ordeño/día	6,1	6,8
L/vacas totales	1 027	1 368
L/ha/año	1 027	1 641
L/lactancia	1 464	1 632
Cargas (vacas/ha)	1,0	1,2

Tabla 12. Comportamiento de la reproducción en la Finca “Las Américas”.

Indicadores	Antecedentes	Año 2001	Año 2002
Vacas totales (HBPR)	150	65	78
Nacimientos	72	39	56
Peso del ternero al nacer (kg)	29	31	33
Natalidad (%)	48	60	72
Intervalo parto-parto (meses)	19	17	14
Mortalidad de terneros (%)	10	0	2
Vacas vacías (%)	30	18	10

Por su parte, el tiempo de establecimiento fue mayor, pero la altura de la leucaena no se afectó, e incluso en general fue mayor, cuando estuvo acompañada por otros cultivos temporales de ciclo corto, sobre todo por garbanzo, frijol o vigna (tabla 14).

Los tiempos para el establecimiento de la leucaena están dentro del rango señalado por Ruiz y Febles (1987) para inicial la explotación con animales. El acortamiento de los períodos de establecimiento de la leucaena por la inclusión de los cultivos de ciclo corto indica que no hubo antagonismo entre las especies por efectos alelopáticos o competencias. Ese acortamiento se debe además a la atención cultural recibida para beneficiar los cultivos, lo que a su vez benefició a la leucaena.

Tabla 13. Evolución de la composición botánica (%) en la asociación finca “Las Américas”.

Especie	Inicial	Final	Diferencia
Guinea likoni	80	92	+4
Pastos naturalizados	4	2	-2
Leguminosas herbáceas	2	6	+4
Malezas	4	-	-4
Despoblación	10	-	-10
Franja con leucaena	Inicial	Final	Diferencia
Leucaena (No. plantas/ha)	17 200	16 400	- 860(5%)

Tabla 14. Tiempo de establecimiento y rendimientos de la combinación leucaena-cultivo de ciclo corto.

Cultivo	Tiempo de establecimiento o (días)	Altura (cm)	Rendimiento t/ha/año	Rendimiento grano (kg)
Leucaena sola	275	203	1,84	92*
Leucaena+garbanzo	189	229	2,93	1 003
Leucaena + frijol	195	215	2,75	627
Leucaena + vigna	195	215	2,75	465
Leucaena + sorgo	220	210	2,03	1 250
Leucaena + maíz	225	206	1,90	805

*Semilla de leucaena

Consideraciones económicas

Los gastos en el establecimiento de leucaena cuando se combinó con los cultivos de ciclo corto (tabla 15) resultaron menores a cuando la leucaena no fue asociada a uno de estos. De esta misma manera los ingresos se comportaron superiores.

Los gastos en la preparación del suelo, cuando se incluyó algún cultivo temporal fueron iguales que los invertidos para establecer la leucaena sola. Por lo tanto, estos cultivos no ocasionaron gastos adicionales, mientras que contribuyeron a la formación de un valor de la producción adicional y una contribución a los resultados económicos. Entonces, es una respuesta a los criterios reales acerca de que el establecimiento de los sistemas silvopastoriles implican importantes gastos para el productor emitidos por Soto, Guevara, Estévez y Guevara (2006). Es cierto de que estos gastos, unidos al tiempo que permanece la tierra sin explotación, en muchas ocasiones trae como consecuencia que se produzca cierto

rechazo por parte de los productores y muchas veces, debido a la especialización de la producción, su mentalidad sea mayormente monoprodutiva.

Tabla 15. Gastos e Ingresos por hectárea en siembra y establecimiento de leucaena cuando se acompañó de cultivos de ciclo corto (\$).

Cultivo	Preparación de suelo	Semillas	Labores agrotécnicas	Gastos totales	Ingresos \$
Leucaena sola	71,55	50,00	365,00	486,55	460,00*
Leucaena+garbanzo	71,55	45,00	350,00	466,55	5 015,00
Leucaena+frijol	71,55	58,86	350,00	480,51	2 508,00
Leucaena +vigna	71,55	37,50	350,00	459,05	1 162,50
Leucaena + sorgo	71,55	15,36	295,00	381,91	2 400,00
Leucaena + maíz	71,55	23,98	295,00	390,53	1 750,00

Valor de la semilla de leucaena

Shelton (2001) y Mullen y Soller (1998; citados por Soto y col., 2006) señalan que uno de los problemas más importantes para el correcto aprovechamiento de las leguminosas tropicales es la necesidad de lograr su establecimiento exitoso de las áreas comerciales. La leucaena no es una excepción, por lo cual han sido cuantiosos los esfuerzos de investigadores, productores y extensionistas para enfrentar las dificultades agrotécnicas y de adaptación de la especie a los factores de suelo, nutrición, luz y plagas. En este sentido, Simón (2000) considera que las labores para contrarrestar la competencia vegetativa, constituye uno de los problemas más difíciles de solucionar en Cuba para establecer la leucaena.

Una forma de eludir los costos del establecimiento de la leucaena debido a la invasión de especies espontáneas puede ser el intercalamiento de cultivos de ciclo corto, útiles para el hombre y los animales, como los granos y los forrajes, además crear fuentes de ingresos para cubrir la inversión del establecimiento y un factor de estímulo para mantener las áreas limpias (Guevara y Guevara, 2003).

Discusión

Los elevados valores de persistencia, e incluso de mejoramiento de los porcentajes de la guinea, la aparición de leguminosas espontáneas y la disminución de especies no útiles para la alimentación del animal, es una demostración de que el sistema se mantuvo estable,

equilibrado. Semejante comportamiento encontró Sánchez (2007) en su evaluación de un sistema silvopastoril en Matanzas.

Este comportamiento de la comunidad vegetal bajo explotación al parecer no fue alterado por el manejo impuesto, en el que se condujo con cargas moderadas, así como tiempos de ocupación y reposos apropiados para las condiciones en que se desarrolló el experimento.

Un argumento más a favor del adecuado manejo y estabilidad del sistema es la alta palatabilidad de la hierba guinea y la selectividad en el consumo que hace el animal por ella (García-Trujillo, Pérez-Infante, García y Basulto, 1980; Iglesias, 2003; Iglesias, Matías y Pérez, 2003; Medina, Lamela y García, 2005). Un factor importante fue el empleo de una carga racional, la que impidió una sobre explotación del pastizal, lo que incluso favoreció la aparición de leguminosas herbáceas no sembradas, especies que tienden a desaparecer como consecuencia de cargas mayores de 1 UGM/ha (Lamela, García-Trujillo, Rodríguez y Fung; 1995). La espontaneidad de estas leguminosas en el sistema también ha sido señalada por Sánchez (2007) y su permanencia pudiera atribuirse al papel de tutor desempeñado por los árboles asociados (Simón, 1998).

La pérdida de las plantas invasoras también es un elemento demostrativo del manejo adecuado, propiciado además por el empleo de los sistemas silvopastoriles (Iglesias; 2003) y Lamela *et al.* (1999). Los rendimientos aceptables en leche durante todo el año, sin que se manifestara la influencia de la época en zonas donde el régimen de lluvias es muy errático, escaso y poco uniforme su distribución, es una indicación de que la disponibilidad y oferta fueron suficientes para satisfacer las necesidades alimentarias de los animales más allá del mantenimiento. No sólo la cantidad de alimento ofrecida, sino además la calidad de la dieta pudieron ser los responsables de este comportamiento.

Los resultados de esta investigación concuerdan con los obtenidos por diversos investigadores en evaluaciones de los sistemas silvopastoriles. Sánchez (2007) informa estabilidad estacional en los rendimientos de MS de la leucaena, mientras que la disponibilidad de la gramínea no solo fue estable, sino incluso superior a los logrados por Alonso, Ruiz, Febles, Jordán y Achang (2005). Además, también hay correspondencia con la influencia positiva en la calidad nutricional, por la inclusión de la leucaena, encontrada por esta autora y la informada por Iglesias (1996), Gutiérrez, Delgado, Oramas y Cairo (2000),

así como el mejoramiento de la gramínea acompañante Hernández *et al.* (1987); Ruiz *et al.* (1998); Hernández *et al.* (2000) y Hernández *et al.* (2001 con valores incluso similares a los logrados por Pereira, Lamela y Ripoll (1990) pero con el empleo de fertilizaciones relativamente altas de N.

La conjunción de las diferentes especies en el sistema, así como la uniformidad climática en cuanto a temperatura a través del año, en una región en que el invierno es casi imperceptible, quizás haya contribuido a que no influyera la estacionalidad productiva de los pastos como factor fisiológico que altera la tasa de crecimiento y rendimiento de los pastos y su repercusión en la leche señalado por Pezo (1997).

La producción de leche por vaca fue alrededor de 1 litro menor al obtenido por Reinoso (2000), con animales racialmente superiores a los empleados en este trabajo y suplementación con concentrados, menores a los logrados por Sánchez (2007) y Anon (1985) con una suplementación aún superior en este último caso y en condiciones geográficas más ventajosas.

El aumento del porcentaje de vacas en ordeño pudo ser un elemento que interviniera positivamente en el incremento en la producción de leche total, pues según Menéndez, Caunedo y Fernández (2004) por cada 1% de aumento de vacas en ordeño, la producción total mensual, por ha y diaria incrementaron en 138,3; 2,16 y 4,54 kg, respectivamente.

En la ganadería hay indicadores muy importantes que deben ser considerados. El intervalo entre partos, vacas vacías, la mortalidad y el peso de los terneros al nacer son indicadores que contribuyen al aumento y consolidación de la masa o atentan contra ella. El aumento sostenido del peso al nacer, la disminución en ambos años hasta 5 meses menos el intervalo entre partos, la reducción de los porcentajes de vacas vacías y la tendencia a la disminución de la mortalidad, fueron elementos que evidencian una mejoría en la explotación.

Los resultados económicos, con la elevación de los ingresos, están sustentados por un aumento no solo de la producción, sino también de los precios debido a una mayor calidad de la leche, en sus diferentes indicadores. En ello influyeron los ingresos debidos a las producciones adicionales de los cultivos temporales que permitieron un saldo positivo respecto a los gastos totales. No obstante, salvando las diferencias en extensión, número de animales en explotación, etc. los costos por valor producido fueron mayores a los alcanzados

por Sánchez (2007). El mejoramiento de este indicador en el segundo año, aunque superior en algunos centavos, se acerca al valor encontrado por Guevara (1999), pero no hubo saldo negativo entre los egresos e ingresos obtenido por este autor. La necesidad de emplear recursos en el control de las malezas el primer año y la adquisición de medios en el segundo, provocaron un incremento en los gastos, los que en otras condiciones y momentos pudieran haberse evitado. Cabe esperarse que estas relaciones entre los costos y los resultados económicos generales puedan mejorar en concordancia con la estabilidad del sistema y hacerse innecesaria algunas de las inversiones y gastos incurridos para iniciar la explotación. Coincidente con varios autores, las gramíneas desempeñan un importante papel en la producción, disponibilidad y oferta de alimentos cuando se emplean cargas, métodos de manejo y de explotación adecuados a las condiciones edafoclimáticas en sistemas silvopastoriles. El hecho de lograrse producciones satisfactorias sin el empleo de insumos externos, hacen más económica, sustentable y racional la explotación ganadera. En ello debe destacarse el impacto de los árboles, sobre todo leguminosas, por su aporte en cantidad y calidad de la dieta como elemento esencial para el animal y en su contribución a la diversidad y mejoramiento ambiental.

CONCLUSIONES

- *Leucaena leucocephala* es una especie con características apropiadas para su explotación en la producción lechera bajo las condiciones edafoclimáticas caracterizadas por suelos pobres y régimen pluviométrico inestable de Las Tunas.
- La leucaena es una especie arbórea adecuada para la explotación ganadera como componente en los sistemas silvopastoriles, por sus resultados productivos, beneficios ambientales y sus efectos favorables en la economía ganadera de Las Tunas.
- La leucaena en la producción de leche, en condiciones de bajos insumos, permitió la sostenibilidad del sistema por reducirse y hasta hacerse innecesaria la utilización de concentrados, fertilizantes químicos, riegos y plaguicidas.
- La población de leucaena no impidió y hasta favoreció el crecimiento y persistencia de leguminosas volubles como *Teramnus*, *Galactia*, *Macroptilium* y *Centrosema*.
- La leucaena y los cultivos temporales durante el establecimiento, y la guinea como gramínea acompañante durante la fase de explotación, no mostraron antagonismos, sino más bien sinergias desde el punto de vista productivo y económico, expresada en producciones hasta de 1 600 L/ha/año de leche con bajos insumos.
- La carga hasta 1,2 vaca/ha no afectó la persistencia de los componentes, mientras permitía el establecimiento de otras especies útiles para la alimentación animal.

RECOMENDACIONES

- Durante el establecimiento de la leucaena, introducir cultivos de ciclo corto tales como garbanzo, frijol, vigna, sorgo, maíz para resarcir la inversión, minimizar el tiempo de inmovilización del área y crear una fuente adicional de alimentos para los humanos o los animales.
- En las condiciones edafoclimáticas de Las Tunas o similares, emplear la asociación leucaena-guinea como sistema silvopastoril, con vacas de mediano potencial lechero.
- El aporte de fósforo y calcio puede llegar a ser necesario en suelos similares a los empleados en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía-ACC. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. p. VI. 1.1
- Acosta, Zoe. 1998. Contribución al estudio de leguminosas arbóreas y arbustivas para su uso en sistemas silvopastoriles En: III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería. 25-27 Nov. 1998. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 14
- Alonso, D. 2001. Aspectos fitosanitarios acerca de las plagas insectiles de los árboles forrajeros. Pastos y Forrajes 24:1.
- Alonso, J.; Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H. & Achang, G. 2005. Evolución de la producción de biomasa en los componentes de un sistema silvopastoril leucaena-guinea. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, Tomo 39, No. 3, p.367
- Altieri, M.A. 1995. Agroecología: Creando sinergias para una agricultura sostenible. Grupo de trabajo para el desarrollo sostenible de la agricultura y los recursos naturales. Cuaderno de trabajo No. 1.
- Anon. 1985. Y se hizo con pequeños agricultores. Genética de Matanzas 1970-1985. p. 115
- Anon. 2000b. Resumen de indicadores productivos y reproductivos. Proyecto Mambí de Cuba. MINAGRI. Ciudad de La Habana, Cuba
- Ayala, J.R. Cruz, Ana M. & Miranda, Zaida. 1995. Nota técnica. Influencia de algunas especies en la germinación del sorgo. **Rev. cubana Cienc. Agríc.**
- Ayala, J.R. & Diplomantes. 1996. 1997: Efecto alelopático de sorgo y canavalia en el maíz. Grupo de diplomas en opción al título de Ing. Agrónomo. Centro Universitario de Las Tunas.
- Ayala, J.R.; Cutiño, J.F.; Febrero, I. & Sánchez, Elba. 2000. Estudio de enfermedades carenciales y parasitarias en bovinos. I. Prospección zonal. **Rev. Innovación Tecnológica** (Electrónica). Las Tunas.
- Ayala, J.R.; Cutiño, J.F.; Febrero, I. & Sánchez, Elba. 2000. Estudio de enfermedades carenciales y parasitarias en bovinos. I Aspectos epizootiológicos. **Rev. Innovación Tecnológica** (Electrónica). Las Tunas.

- Báez, R. & Diago, Ivonne. 1998. El patrimonio forestal de Cuba. Su importancia económica, ecológica y social. **Rev. Forestal**. 1(0):17-22
- Bernal, H.Y. & Jiménez, L.C. 1990. Haba Criolla. *Canavalia ensiformis* (L) De Candolle. SECAB. Bogotá, Colombia. 139 p.
- Benavides, J.E. 2003. Árboles y arbustos: Una alternativa para la sostenibilidad en la ganadería. En: Memoria Taller Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente 10-12 marzo. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Pág. 157
- Binder, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. PASOLAC. Estela. 191 p.
- Brewbaker, J.L. 1987. *Leucaena*. A multipurpose tree genus for tropical agroforestry. In: Agroforestry. A decade of development. (Eds. H.A. Stephen and P.K. Nair). International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya. p. 281
- Brewbaker, J.L. 1998. *Leucaena leucocephala*. Un árbol versátil fijador de nitrógeno. FACT. Net. Arbenson, USA
- Brizuela, E. & Ramírez. O.S. 1994. Influencia de algunas fuentes de materia orgánica, fertilización mineral y zeolita en el rendimiento forrajero de la guinea likoni en suelo Pardo Grisáceo de Las Tunas. Trabajo Diploma Ing. Agrónomo. Facultad Universitaria V.I. Lenin. Las Tunas.
- Cáceres, O.; Santana H. & Delgado, R. 1989. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos. **Pastos y Forrajes**. 12:189
- Cáceres, O. & González, O. 1998. Potencial alimenticio de los árboles y arbustos forrajeros tropicales para los ovinos. En: Memorias III. Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería”. 25-27 noviembre. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 50
- Castillo, E.; Ruíz, T.; Crespo, G.; Galindo, Juana; Chongo, Bertha & Hernández, J.L. 1998. Efecto de la suplementación con caña con urea en machos bovinos que pastan en áreas de pastos naturales asociados totalmente con *Leucaena*. Memorias III Taller Internacional Silvopastoril los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 Nov. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 222
- Castro, F. 1992. Conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (CNUMAD) “Cumbre de la Tierra de Río”

- Castro, F. 2007. La internacionalización del genocidio. Año 49 de la Revolución cubana. Periódico Granma, 4 de abril. 8 p.
- Cervantes, Migdalia; Pereda, J. & Santiesteban, O. 2001. Producción integrada agrícola/pecuaria bajo frutales en la región central de Camagüey. "SIGA 2001". 61 p.
- Chacón, E; Soler, P.; Camacaro, Selina; Baldizan, A.E; & Virgüez, G. 2000. Estrategia para la introducción, adopción y uso de leguminosas arbustivas para la producción con rumiantes en fincas comerciales de Venezuela. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles en la Ganadería Tropical". 29 Nov-1 Dic. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey" Matanzas. Pág. 257
- Chongo, Bertha; La O, O.; Delgado, Denia; Scull, Idania; Santos Yusleidis & Galindo, Juana. 1998. Polifenoles totales y degradación ruminal *in situ* del nitrógeno en árboles forrajeros promisorios para la alimentación del ganado. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería". 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 67
- Combella, Josefina de. 2000. Evaluación de la Leucaena y de la Gliricidia como bancos de proteína para suplementar ovinos. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". 29 de Nov. - 1 Dic. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Tomo 2. FAO. Pág. 262
- Crespo, G. & Pérez, Ana A. 1999. Significación de la hojarasca en el reciclaje de los nutrientes en los pastizales permanentes. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 33:349
- Combe, J. & Gewald, N.J. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba. Costa Rica. 378 p.
- Kolmans, E. & Vázquez, D. 2000. Manual de Agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. 150 p.
- Cubero, J.; Suso, M. & Zulther, Z. 1981. Primitive and moderns forms of *Vicia faba* P – FL (London); (29): 145 p.
- Da Silva, B.P.; Bernardo, R.R. & Parente, J.P.A. 1998. New rotenoid glucoside, 6-Deoxyclitoriacetal 11- O –beta – D- Glucopyranoside, from de root of *Clitoria*

- Desai, S.N.; Desale, J.C.; Khot, R.E.; Patil, S.K. 1988. Evaluation of biomass production of *Eucalyptus* hybrid and *L. leucocephala* under various planting densities. **Leucaena Research Report**. 9:48
- Díaz, T. & Aguilera, R. 1993. Mezcla de *Leucaena leucocephala* cv. Perú y *Centrosema pubescens* cv. Villanueva como banco de proteína en gramíneas no fertilizadas. VII Exposición. BTJ Las Tunas
- Díaz, T. & Suárez, L. 1995. Comparación del *Centrosema pubescens* cv. Villanueva con gramíneas fertilizadas y sin fertilizar. Resúmenes Primer Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. FITOGEN 95. 6-8 de Noviembre. Sancti Spiritus. Pág. 15
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple f test. **Biometrics**. 11:1
- Escobar, A.; Alfonso, H. & Ramírez, R. 1989. ¿Es potencialmente tóxica la planta de *L. leucocephala*? **ACPA**. 1:20
- Especk, R. 1989. Respuesta de la guinea australiana a 3 niveles de nitrógeno bajo condiciones de riego y secano en suelo arenoso de Las Tunas. Trabajo de Diploma Ing. Agrónomo. Instituto Superior Ciencias Agropecuarias de Bayamo
- Estévez, R.; Rodríguez, E.; Martínez, H.L. & Vega, Susana. 2003. Estudio de caso: Finca Loma Arriba. Resúmenes. V Encuentro de Agricultura Orgánica. Palacio de Convenciones de La Habana. 57 p.
- FAO. 1994. El desafío de la ordenación forestal sostenible. Perspectivas de la silvicultura mundial. Roma. 122 p.
- FAO. 1998. Ecología y fitogeografía de los eucaliptos. El Eucalipto. Impacto Ambiental, Tecnología y Beneficios. México, D.F. 21-22
- Fernández, D.; Paretas, J.J.; Artega, A.; González, A.; Soldevilla, F.G.; Rodríguez, E.; Oquendo, G. & Hernández, J.M. 2001 Diversificación de la producción pecuaria-agrícola-forestal. PAF. Memorias. I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. "SIGA 2001". Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Cuba
- Flores, A. 2007. Influencia de la explotación ganadera en el ambiente. Tema de doctorado en Ciencias del Ambiente, PEAUT, Universidad Nacional de Ingeniería Nicaragua

- Fontes, Dayamí; Hernández, Nieves; Cruz, Deysi & González, J.J. 1998. Comportamiento agronómico de leguminosas nativas colectadas en áreas de frutales con potencialidades forrajeras para sistemas silvopastoriles. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería”. 25-27 de Noviembre. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 213
- Fontes, Dayamí; Mazorra, C.; Rosa de la, Ana E.; Hernández, M.; Cubillas, Nieves & Tapia, Liliaysis. 2000. Potencialidades del *Teramnus labialis* cv. Semilla Oscura como cobertura en sistema integrado de áreas de cítrico. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF “Indio Hatuey” Matanzas. Pág. 275
- Francisco, Ana G. & Simón, L. 1998. Manejo del nivel de poda en un banco de proteína de *Leucaena leucocephala* CNIA-250. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 119
- Funes, F. 1980. *Leucaena*. Una nueva posibilidad para la alimentación ganadera en Cuba. ***Agropecuaria Popular***. 1(3):19-32
- Funes, F. 1994. La *Leucaena* en los sistemas silvopastoriles del mundo. Su papel actual en Cuba. Resúmenes I Taller Internacional “Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 77
- Funes, F.; Yañez, S. & Zambrana, Teresita. 1998. Semillas de pastos y Forrajes “Métodos, prácticos para su producción sostenible”. Habana, Cuba. p. 76- 126
- Funes-Monzote, F. & Monzote, Martha. 2000. Results on Integrated Crop-Livestock-Forestry Systems with agroecological bases for the development of the Cuban Agriculture. 13th IFOAM International Scientific Conference. Basel, Switzerland
- Galindo, Juana; Geerken, C.M.; Elías, A.; Aranda, Niurka; Piedra, Regla; Chongo, Bertha & Delgado, Denia. 1995. Bacterias que degradan la mimosina, el 2-3 dilindroxipiridona y 3-4 hidroxipiridona. ***Rev. cubana Cienc. agric.*** 2:53
- Galindo, Juana; Castillo, E.; Aldama, Ana I.; Marrero, Yolanda; García, C. & Martínez. 1998. Efecto del pastoreo de *Leucaena leucocephala* asociada en toda el área con gramíneas en la población microbiana ruminal. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril.

- Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 237
- Gallo, J. 2007. Evaluación Ambiental Estratégica para Planes y Programas de la Ganadería. Tema de Doctorado en Ciencias del Ambiente. PEAUT, Universidad Nacional, Nicaragua
- Garcés, L. 2002. La "Revolución Pecuaria" y su impacto en los pequeños productores. **Rev. de Agroecología**. 18(1):7-9
- García, R.; Pérez, F.; García, F. & Basulto, R. 1978. Velocidad de consumo de algunos pastos tropicales. En: Primer Seminario Científico Técnico. Estación Central de Pastos y Forrajes. 18-20 de mayo de 1978. Las Tunas. Pág. 80
- García-Trujillo, R.; Pérez-Infante, F.; García, F. & Basulto, R. 1980. Velocidad de consumo de algunos pastos tropicales. **Pastos y Forrajes**. 2:297
- García-Trujillo, R. 1983. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. En: Los Pastos en Cuba. Tomo II. Utilización. Editorial EDICA. La Habana, Cuba
- Gómez, María E.; Rodríguez, Lylian; Murgueitio, E.; Ríos, Clara I.; Molina, C.H.; Molina, E. & Molina, J.P. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Cali. pp. 129
- Gómez, I. 1998 Establecimiento de leguminosas arbustivas en multiasociación con otras especies de pastos en suelos vertisoles. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 208
- Gómez, I.; Fernández, J.L.; Benítez, D.E.; Espinosa, R. & Vieito, E. 2000. Establecimiento de *Panicum maximum* cv. Likoni solo y asociado a leguminosas herbáceas en las condiciones del Valle del Cauto. **Pastos y Forrajes**. 23:213
- Gómez, I.; Espinosa, R. & Guevara, O. 2002. Producción de semillas de leucaena cv. Ipil-Ipil en áreas de pastoreo de la premontaña Sierra Maestra. **Pastos y Forrajes**. 25:281
- González, A.; Monzote, Marta & Fernández, J. 2000 Producción agrícola sostenible en un sistema de integración ganadería-agricultura. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 279

- Guevara, R.; Curbelo, L.; Canina, T.; Rodríguez, Nieves & Guevara, G. 1996. Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y calidad del pastizal. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 55
- Guevara, V.R. 1999. Contribución al estudio del pastoreo racional con bajos insumos en vaquerías comerciales. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez"
- Guevara, R. & Guevara, G. 2003. Eficiencia de los sistemas de producción bovina a pastoreo. Conferencias. Maestría en Producción Animal Sostenible. CEDEPA-Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba. 25 p.
- Gutiérrez, Odilia; Delgado, Denia; Oramas, A. & Cairo, J. 2000. Consumo y selección animal de vacas en pastoreo de gramíneas con o sin bancos de proteína. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 119
- Gutteridge, R.C. & Shelton, H.M. 1994. Forage tree in tropical agriculture.
- Hauser, S. 1993. Distribution and activity of earthworm and contribution to nutrient recycling in alley. Cropping. **Biolog Fertilizer Soil**. 15:16
- Hernández, Marta; Menéndez, J.; Machado, R. & Gerardo, J. 1976 Introducción de especies. En: Memorias 1975-76. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 31
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. **Pastos y Forrajes**. 10:246
- Hernández, D.; Hernández, I.; Hernández, C.A.; Carballo, Mirta; Carnet, R.; Mendoza, C. & Rodríguez 1992. Ceba de bovinos con *Andropogon gayanus* CIAT-621 complementado con un banco de proteína de *L. leucocephala* y *N. wightii*. **Pastos y Forrajes**. 15:153
- Hernández, D., Carballo, Mirta & García, R. 1995. Efecto del tiempo de estancia en guinea likoni pastoreada con vacas lecheras. I. Horas de pastoreo. **Pastos y Forrajes**. 18:163
- Hernández, I.; Simón, L. & Duquesne, P. 1996. Evaluación del comportamiento de tres leguminosas asociadas con *Panicum maximum* cv. Likoni en la ceba de toro. Taller Internacional "Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera". Resúmenes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Reyes, F. & Mendoza, C. 1998. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 214
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; González, Antonia; Sánchez, Tania; Reyes, F. & Castrellón, J. 1998. Análisis microestológico de las dietas seleccionadas para vacas en un silvopastoreo multiasociado. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería". 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 73
- Hernández, Marta & Sánchez, Saray. 1998. Aporte del follaje arbóreo en la producción de biomasa de guinea y en la fertilidad del suelo. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas Pág.130.
- Hernández, L. & Seguí, Esperanza. 1998. Evaluación de *Leucaena* spp. en fase de establecimiento. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 88
- Hernández, Marta. 1998. El uso de los árboles como mejoradores de los suelos y de la productividad de las gramíneas forrajeras. **Pastos y Forrajes**. 21:283
- Hernández, D.; Carballo, Mirta & Reyes, F. 1999. Establecimiento de un sistema silvopastoril multiasociado. **Pastos y Forrajes**. 22:123
- Hernández, I.; Simón, L. & Benavides, J. 2000 Utilización de *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbek* y *Bauhinia purpurea* en sistemas silvopastoriles. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 284
- Hernández, M. & Chamorro, D. 2000 Evaluación de *Leucaena leucocephala* bajo pastoreo en un sistema de bovinos doble propósito en el Magdalena medio Colombiano. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 290

- Hernández, I.; Benavides, J.E.; Pérez, E. & Simón, L. 2000 Efecto de podas combinadas en la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* durante el período seco en Cuba. **Pastos y Forrajes**. 23:39
- Hernández, I. & Babbar, Liana. 2001. Sistemas de producción animal y el cuidado de ambiente: Situación actual y oportunidades: **Pastos y Forrajes**. 24:281
- Hernández, I.; Simón, L. & Duquesne, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbeck*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pastos bajo condiciones de pastoreo. **Pastos y Forrajes**. 24:241
- Hernández, María E.; Martínez, H.L.; Ávila, U.; Rodríguez.; Cancio, T. & Hernández, H. 2003. Análisis de sostenibilidad en la finca agroecológica "La Bienvenida". Resúmenes. V Encuentro de Agricultura Orgánica. Palacio de Convenciones de la Habana. 59 p.
- Hoskins, M. 1990. Las actividades forestales y la alimentación. **UNASYLVA**. 41:3-13
- Humphreys, L.R. 1993. Grazing on the environment. In: Tropical Pasture Utilization. Cambridge Univ. Press. Cambridge. pp. 26
- Ibrahim, M. & Mora, J. 2001. Ganadería. Medio ambiente y Desarrollo en América Latina. I Simposio Internacional sobre Ganadería
- Ibrahim, M. & Mora, J. 2003. Criterios y herramientas para la promoción de una ganadería eco-amigable en el trópico americano. En: Memoria Taller Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente 10-12 marzo. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Pág. 23.
- Iglesias, J.M. 1995. Evaluación de un sistema sostenible de producción pecuaria basado en la utilización de árboles en los potreros. En: Programa y Resúmenes II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. 17-19 de mayo. La Habana. Pág. 96
- Iglesias, J.M.; Simón, L.; Milera Milagros & Lamela, L. 1997. Sistemas de producción bovina a base de pastos y forrajes. **Pastos y Forrajes**. 1:73
- Iglesias, J.M. 2003. Experiencia práctica del silvopastoreo en condiciones de producción Memorias Taller Internacional "Ganadería, Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente". IIPF. 10-12 marzo de 2003. La Habana. Pág.175.
- Iglesias, J.M. 2003. Los sistemas silvopastoriles una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis presentada en opción al grado

- científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 110 p.
- Iglesias, J.M.; Matías, C. & Pérez, A. 2003. Cría de hembras bovinas en desarrollo en condiciones de silvopastoreo. **Pasto y Forrajes**. 26:35
- Instituto de Ciencia Animal. 1995. Avances de la ganadería en Cuba. La Habana. 243 p.
- Jayaraman, S.; Purushotman, S. & Govindaswamy. 1988. Optimum planting geometric for production of *Leucaena* fodder in South India. **Leucaena Research Report**. 9:50
- Jones, R.M. & Hargreaves, J.N.G. 1979. Improvements to the wright rank method for measuring botanical composition. **Grass and Forage Science**. 34:181-189
- Jones, R.M. 1993. The role of *Leucaena* in improving the productivity of grazing cattle. In: Forage tree legumes in tropical. Ed. Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M. The University of Queensland, Australia
- Jordán, H.; Reyes, L.; Roque, A.M & Rivero, J.L. 1994 Legume supplementation to dry Couis. I Pre-calving feeding system with non- irrigated leucaena and fertilized and irrigated guinea likoni. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 28:35
- Jordán, H.; Cino, Delia M. & Roque, A. 1995 Una nota técnica sobre el comportamiento de la vaca lechera en banco de proteína de *Leucaena leucocephala* durante el período seco. **Rev. cubana. Cienc. agríc.** 29:19
- Jordán, H.; Traba, Juana D., Ruíz, T. & Febles, G. 1998 Utilización de las leguminosas para cubrir el déficit de biomasa en la seca con vacas Holstein en pastoreo. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería. 25-27 Noviembre de 1998. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 230
- Juan, R.; Diez J. & Vargas, S. 1978. Característica de suelo y clima de la Subestación de Pastos de Las Tunas. I Seminario Científico Técnico. Las Tunas
- Kolmans, E. & Vázquez, D. 2000. La Integración del árbol y del arbusto en la actividad agropecuaria y los sistemas agroforestales. Manual de agricultura ecológica. 2da edición. Grupo Agricultura Orgánica de la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF) La Habana. 146 pp.
- Lajonchere, G.; Milera, Milagros & Francisco, Geraldine 1998. Caracterización de la flora arbórea y arbustiva para el desarrollo apícola en la EEPF "Indio Hatuey". En: Memorias

- III Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería”. 25-27 de Noviembre. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 29
- Lamela, L.; García-Trujillo, R.; Rodríguez, I. & Fung, Carmen. 1995. Efecto del banco de proteína de *Neonotonia wightii* en dos sistemas para la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. 18:95
- Lamela, L., Valdés, R. & Fung, Carmen. 1996. Comportamiento del banco de proteína para la producción de leche resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 14
- Lamela, L.; Matías, C.; Fung, Carmen & Valdés, R. 1998 Efecto del banco de proteína en la producción de leche. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería”. 25-27 de Noviembre. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. p. 228
- Lamela, L.; Matías, C. & Gómez, A. 1999. Producción en un sistema con banco de proteína. **Pastos y Forrajes**. 22:339
- La O, O.; Chongo, Bertha; Fortes, Dayleni; Scull, Idania & Ruíz, T.E. 2003. Características químicas de diferentes ecotipos de *Leucaena leucocephala*, según la época del año. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 37:193
- Lazo, J.; Ruíz, T.E.; Febles, G.; Zarragoitia, L.; Bernal, G. & Díaz, L.E. 1994. Crecimiento comparativo de tres variedades de leucaena asociadas con bermuda 68 bajo pastoreo de terneras. **Rev. cubana Cien. agríc.** 28:349
- Leng, R.A. 1997. Tree foliage in ruminant nutritional. FAO Animal production and health paper, 139. Roma, Italia
- López, O.; Lamela, L.; Sánchez, Tania & Díaz, Magalys. 2002 Efecto del sistema silvopastoril en el comportamiento productivo de vacas Mambí en una finca comercial. **Pastos y Forrajes**. 25:195.
- Macedo, R. 1996. Evaluación del programa de tecnología de banco de proteína (*Leucaena leucocephala*) en el Estado de Colima. Taller Internacional “Los árboles en los sistemas de producción ganadera”. Resúmenes. p. 83
- Machado, R. & Esperanza, Seguí: 1997. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. **Pastos y Forrajes**. 20:1

- Machín, L.M.; Valenciaga, Nurys; Vázquez, T.E.; Mora, C. & Noda, Aida. 2000. Disposición espacial y temporal de la *Heteropsilla cubana* Crawford en un área de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en pastoreo. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 306
- Martín, G.O.; Valdora, E.E.; Martínez, L. & Nicosia, M.G. 2000 Contribución forrajera de *Leucaena leucocephala* (Lamark) de Wib como componente de un sistema silvopastoril para rumiantes menores. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 303
- Martínez, P.; Suárez, M.; Galindo, Juana & Aldama, Ana I. 1998. Efecto de *Brosimum alicastrum* y *Leucaena leucocephala* en la población microbiana ruminal y su actividad. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág. 64
- Medina, María G.; Lamela, L. & García, D.E. 2005 .Comportamiento del estrato herbáceo en una asociación de *Morus alba* con *Panicum maximum*. **Pastos y Forrajes**. 28:291
- Menchaca, M.A. 1978. Modelo multiplicativo. Efecto de curva de lactancia controlado para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ISCAH. La Habana, Cuba
- Menéndez, J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y naturalizadas en Cuba. Tesis en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias. ISCAH. La Habana, Cuba. 88 p.
- Menéndez, A.; Caunedo, J. & Fernández, M. 2004. Relación entre el porcentaje de vacas en ordeño y la producción láctea total del rebaño. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. 38:361
- Mesa, Dianelis; Romero, Aida & Cruz, Ana M. 2002. Estudio de diferentes concentraciones de bencilaminopurina (BAP) en la micropropagación *in vitro* de la *Leucaena leucocephala* cv. Perú. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 36:271
- Milera, Milagros; Iglesias, J.; Remy, V. & Cabreras, M. 1994. Empleo del banco de proteína de *L. leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. 17:7

- Milera, Milagros; Reyes, F.; Iglesias, J.; González, T. & Fernández, E. 2000. Establecimiento de árboles con intercalamiento de leguminosas temporales. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 310
- Milera, Milagros; Lamela, L.; Hernández, D.; Hernández, Marta, Sánchez, Saray; Pentón, Gertrudis & Soca, Mildrey. 2001. Sistema intensivo con bajos insumos para la producción de leche bovina. **Pastos y Forrajes**. 24:49
- Miranda, O.; Ponce, I.; Fonseca, N.; Sánchez, J.; Ramírez, R. & Miranda, M. 2000. Uso de *Leucaena leucocephala* en la alimentación del ovino Pelibuey. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 313
- Mishra, U.K.; Shorman, A.; Verma, K.S. 1992. Effect of population density on the growth of three Salvador type *Leucaena leucocephala* cultivars. Report 13:34
- Montagnini, Florencia. 1992. Clasificación de los sistemas agroforestales. En: Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. 2da Edición. IICA. San José, Costa Rica. p. 58
- Monzote, Martha; Rivero, J.L. & Castro, M. 1995. Centrosema nativo cv. Villanueva asociado con *Chloris gayana* para la producción animal. Primer Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos Nativos. Fitogen 95. 6-8 de Noviembre de 1995. Sancti Spiritus. Pág. 16
- Morales, A.; Ramírez, L. & Ku, J.C. 2000. Consumo, composición de la dieta y producción de leche en un sistema silvopastoril de sucesión natural. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 316
- Muñoz, E. 1998. Requerimientos alimentarios en la ganadería. Tecnologías para la producción de leche y carne. Tomo III. Manual AGRO-RED. p. 27-30
- Murgueitio, E. 2003. Sistema agroforestal para la producción ganadera en Colombia. En: Memorias Taller Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible. 10-12 marzo. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Pág. 144

- NAS. 1997. *Leucaena* Promising forage and tree Crops of Tropics. Washington Nat. Acad. Sci.
- Noval, E.; Hernández, Marta; Cairo, P. & Quiñones, R. 2001. Propiedades físicas de un suelo Pardo con Carbonato bajo sistema silvopastoril. En: Primer Simposio Internacional sobre ganadería agroecológica. SIGA 2001. 6-8 Diciembre IIPF. La Habana. Pág. 56
- Oquendo, G. 2002. Tecnologías para fomento y explotación de pastos y forrajes. Manual. 112 p.
- Ørskov, E.R. 2002. Trail 4.1. Development of the *in vitro* gas production technique. Trail 4. *In vitro* gas production. In: Trails and trails in livestock research. IFRU, Macaulay Land Use Research Institute. p. 82
- Padilla, C.; Colom, Suyen; Díaz, María F., Cino, Delia, M. & Curbelo, F. 2001. Efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* y *Zea mayz* en el establecimiento de *Leucaena* cv. Perú y *Panicum maximum* cv. Likoni. **Rev. cubana Cienc. agric.** 35:167
- Palchamy A.; Jambuligan, R.; Vinaya, Rai, R.S. & Surendran, C. 1990. Effect of population density on the growth of three Salvador type *Leucaena leucocephala* cultivars. **Leucaena Research Report**. 11:58
- Paretas, J.J.; Herrera, J. & Vázquez, C.M. 1978. Evaluación de pastos en corte y pastoreo. II. Guinea y Green panic. Primer Seminario Científico Técnico. EEPF Las Tunas. 18-20 de Mayo. Pág. 12
- Paretas, J.J. & González, A. 1990. Ecosistemas de pastos. Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes
- Paretas, J.J.; Acosta, R.; López Mirtha & Serrano, R. 2001. **ACPA**. 4
- Pedraza, R.M.; García, Acelia & Pacheco, Rafaela. 1997. Nutrientes y factores antinutritivos en el follaje de *Leucaena leucocephala* cv. Perú a diferentes edades de rebrote. **Pastos y Forrajes**. 20:187
- Pentón, Gertrudis; Blanco, F. & Soca, Mildrey. 1998. La sombra de los árboles como fuente de variación de la composición botánica y la calidad del pastizal en una finca silvopastoril. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería". 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 32

- Pentón, Gertrudis. 1999. Evolución de la composición botánica en una finca silvopastoril. **Pastos y Forrajes**. 22:261
- Pentón, Gertrudis. 2000. Nota técnica del *Panicum maximum* cv. likoni a la sombra en condiciones controladas. **Pastos y Forrajes** 23:79.
- Pereira, E.; Lamela, L. & Ripoll, J.L. 1990. Evaluación de pasto para la producción de leche, guinea (Likoni y común) y pasto estrella cv. Tocumen. **Pastos y Forrajes**. 13:67
- Pérez, F., Basulto, R.; Debosa, J.A & Gutiérrez, A. 1978. Ganancia de peso vivo. Como factor principal para evaluar diferentes sp. de pastos. Primer Seminario Científico Técnico. EEPF. 18-20 Mayo Las Tunas. Pág. 48
- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Colección de módulos agroforestales. No. 2 CATIE. p. 15
- Pimentel, D. 2003. Producción animal. Insumos energéticos y el ambiente. En: Memorias Taller Internacional "Ganadería, Desarrollo Sostenible". 10-12 marzo. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Pág. 79
- Pinto, R.; Ramírez, L.; Kú, J.C. & Ortega, L. 2002. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. **Pastos y Forrajes**. 25:171
- Plasencia, R. 1998. Programa de desarrollo económico, ecológico y social. **Cuba Forestal**. 17-22
- Planas, Teresa & Guerra, O. 2000. Recursos genéticos criollos: su relevancia en Cuba. **ACPA**. 4:35
- Ramos, A.; Pereda, J.; Monzote, Martha; Cervantes, Migdalia & Muñoz, D. 2001. Producción orgánica, agrícola/pecuaria en una finca campesina. (SIGA 2001). 49 p.
- Ramos, A.; Pereda, J.; Monzote, Marta; Cervantes Migdalia & Muñoz, D. 2001. Producción orgánica, agrícola/pecuaria en una finca campesina
- Renda, A.; Calzadilla, E.; Jimenez, Martha & Sánchez, J. 1997. La agroforestería en Cuba. Santiago, Chile. 64 p.
- Reinoso, M. 2000. Eficiencia bioeconómica de sistemas de pastoreo con y sin arborización para la producción de leche con bajos insumos. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 457

- Reinoso, M. 2000 Algunos rasgos reproductivos de vacas lecheras Siboney de Cuba explotadas en condiciones silvopastoriles. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 452
- Rekik, B.; Ben Gara, A.; Ben Hamouda, M. & Hammami, H. 2003. Short communication. Fitting lactation curves of dairy cattle in different types of herds in Tunisia. **Livestock Production Science**. 83:309-315
- Ricardo, R. & Vázquez, C.M. 1978. Evaluación de pastos con vacas lecheras en Las Tunas. I. Guinea común. Primer Seminario Científico Técnico. EEPF. 18-20 Mayo. Las Tunas. Pág. 33
- Rivero, J.L.; Fernández, J. & Díez, J. 1989. Evaluación de cuatro leguminosas tropicales bajo pastoreo con rotación simulada en suelos arenosos de Las Tunas. **Ciencia y Técnica de la Agricultura**. 12(2)
- Rivero, J.L.; Castillo, Amanda & Díez, J. 2000. Manejo y explotación de un sistema silvopastoril para ceba y cría de ganado en áreas infestadas con marabú (*Dichrostachys cinerea*). En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 352
- Rodríguez, E. 1981. Sistema silvopastoril con *Pinus caribaea* var *Caribaea* ganado vacuno en suelos de sabana serpentinosas en Villa Clara. **Agricultura Orgánica**. Año 2 No 3. 11-13
- Rodríguez, E. & Díaz, D. 1995. Influencia de la sombra del Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre dos leguminosas nativas asociadas con Pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*, L. Per). Fitogen 95. 14 p.
- Rodríguez- Petit, A.; Clavero, T. & Razz, Rosa. 1998. Rendimiento de *Acacia mangium* Willd bajo corte durante dos épocas de crecimiento. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 122
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G., Castillo, E. & Fraga, S. 2000. Comportamiento de la macrofauna del suelo en un sistema de ceba de toros con utilización de la leucaena.

- Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril. "En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 356
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G. & Fraga. 2001. Impacto de los árboles en los suelos ganaderos. Memorias I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. 6 al 8 Diciembre IIPF Habana. Cuba. Pág. 92
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G., Castillo, E. & Fraga, S. 2002. Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas naturales puras o intercaladas con leucaena para ceba de toros. **Rev. cubana de Cienc. agríc.** 36:181
- Rosales, M. 2003 Centro Virtual de Investigaciones y Desarrollo. Un enfoque metodológico para afrontar las interacciones globales entre ganadería, medio ambiente y desarrollo. En: Memorias Taller Internacional "Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente". 10-12 marzo. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Pág.190
- Ruiz, T.E.& Febles, G. 1987. Leucaena una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. ICA. Habana. Cuba. pág. 10
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Bernal, G. & Díaz, L. 1993 El género *Leucaena* como una opción para el mejoramiento de la ganadería en el trópico. En leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Universidad de Zulia. Venezuela. p. 11
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Rodríguez, O.; Zarragoitia, L.; Bernal, G. & Díaz, L.E. 1996. Comportamiento de *Leucaena leucocephala* sembrada conjuntamente con diferentes números de surcos de *Cynodon dactylon* var.68. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 30:105
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. & Díaz, H. 1998. Evaluación de diferentes poblaciones de leucaena en el desarrollo del pasto estrella. Efecto de la sombra. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "indio Hatuey". Matanzas. Pág. 35
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. & Mejías, R. 2003. En: Valoraciones sobre el proceso de introducción de *Leucaena leucocephala* en el sector ganadero. En: Memorias Taller Internacional. Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Marzo. IIPF Habana, Cuba. Pág. 181

- Sakaguchi, Minoru; Suzuki, Takahiro; Sasamoto, Yoshihiko; Takahashi, Yoshiyuki; Nishiura, Akiko & Aoki, Mari. 2005. Effects of first breeding age on the production and reproduction of Holstein heifers up to the third lactation. ***Animal Science Journal***. 76:419-426
- Sánchez, Saray; Hernández, Marta & Simón, L. 1998. Diversidad de los organismos de suelo bajo un sistema silvopastoril. Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 295
- Sánchez, Saray; Milera, Milagro & Sánchez, Tania. 2000. Caracterización de la macrofauna edáfica en un sistema biodiverso de gramíneas y leguminosas herbáceas con densidades medias de *Leucaena leucocephala*. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropica". 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2 FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Pág. 464
- Sánchez, Tania; Lamela, L. & López, O. 2001. Efecto de un sistema silvopastoril en la comunidad vegetal en condiciones comerciales de producción. ***Pastos y Forrajes***. 24:317
- Sánchez, Saray & Hernández, Marta. 2001 Efecto de la adición del follaje de *Bauhinia purpurea* en la macrofauna edáfica. ***Pastos y Forrajes***. 24:41
- Sánchez, Tania; Lamela, L. & López, O. 2002. Influencia de un sistema silvopastoril en el comportamiento de la comunidad vegetal durante tres años de evaluación. ***Pastos y Forrajes***. 25:285
- Sánchez, Tania. 2007. Caracterización de la evaluación de una asociación de gramíneas y leucaena con vacas Mambí de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 67 p.
- Schmidt, G.H. 1974. Factores que afectan el rendimiento y composición de la leche. En: Biología de la lactación. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 175
- Seguí, Esperanza; Hernández, Marta & Lamela, L. 1982. Comportamiento del *Panicum maximum* en Cuba. Resúmenes 5to. Seminario Científico. Mesas Redondas. EEPF "Indio Hatuey". Pág. 1

- Seguí, Esperanza, Blanco, F. & Machado, Hilda. 1998. Selección de híbridos promisorios de *Panicum maximum* Jacq. para el período lluvioso. **Pastos y Forrajes**. 21:205
- Senra, A; Venéreo, A. & Galindo, J.L. 1979. Resúmenes II Reunión de ACPA. La Habana: Editorial EDICA. pp. 209
- Senra, A. 2002. Manejo del pasto y la recuperación lechera. **ACPA**. 3/2002. 31-33 p.
- Serrano, D., Montero, O., Jaquinet, P. & Agra, J.C. 1978. Efecto de la carga en la producción de leche en tres pastos tropicales. Primer Seminario Científico Técnico Estación Central de Pastos y Forrajes 18 al 20 de Mayo de 1978. Las Tunas. Pág. 64
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L. 1994. Siembre. En alternativas para la alimentación animal *Leucaena leucocephala*. Universidad de Zulia. Venezuela. p. 32
- Sherwood, S. 2003. Escuelas de capo de agricultores. **LEISA**. 19(1):4-5
- Simón, L. & Esperance, M. 1997. El silvopastoreo: Una alternativa para mejorar la eficiencia del uso de la tierra en los cítricos. **Agricultura Orgánica**. Año 3 No. 1. 14-15
- Simón, L. 1998. Del monocultivo de pasto al silvopastoreo: La experiencia de la EEPF "Indio Hatuey". En: Los árboles y arbustos en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 9
- Simón, L. 2000. Tecnología del silvopastoreo. Aplicaciones prácticas en fincas lecheras. EDICA. La Habana, Cuba. pág. 56
- Simón, L. & Francisco, G. 2003. Atributos deseables de los árboles forrajeros: *Leucaena leucocephala*; *Albizia lebbek* y *Gliricidia sepium*. **ACPA**. Producción e Industria Animal p.11.
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. & Rivero, F. 1991. Leguminosas Tropicales. FAO Roma. 707 pp.
- Soca, Mildrey; Simón, L.; Aguilar, A. & Francisco, Ana G. 1998. Efecto de un sistema silvopastoril sobre el comportamiento del parasitismo gastrointestinal en terneros. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas Pág. 240.
- Solano, P. 1994. La ganadería: actividad destructora del medio ambiente. **Agroforestería en las Américas**. 3:4

- Soler, P., Chacón, E.; Arriola, L.; Valle, A. & Rodríguez, O. 1996. Uso de bancos de leguminosas arbustivas en la producción de leche. Taller internacional "Los Árboles en los sistemas de producción ganadera. Resúmenes. p. 78
- Soler, P.; Chacón, E.E. & Valle, A. 1998. Producción, estructura y utilización de la biomasa de dos leguminosas arbustivas tropicales por bovinos a pastoreo. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Pág. 220
- Soto, S.; Guevara, R.; Estévez, J. & Guevara, G. 2006. Evaluación agronómica de la inclusión de cultivos de ciclo corto en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. **Pastos y Forrajes**. 29:39
- Suárez, S.; Rubio, J.; Franco, R.C.; Vera, R.; Pizarro, E.A. & Amezquita, M.C. 1987. *Leucaena leucocephala*: producción y composición de la leche y selección de ecotipos con animales en pastoreo. **Pasturas tropicales**. p. 11
- Sub-Delegación de Ganadería. MINAG. Las Tunas. 2003. Informe Anual de la Agrotecnia y Alimentación.
- Tang, M. 1996. Efecto de la nodulación natural en ocho leguminosas. **Pastos y Forrajes**. 19:131.
- Toledo, J.M. & Schultze-Kraft, R. 1992. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En Toledo, J.M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica. Cali, Colombia. Editorial CIAT. p. 91-110
- Toral, Odalys, Simón, L. & Matías, Yoaima. 1998. Aceptabilidad relativa de 68 especies arbóreas forrajeras en condiciones de pastoreo. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas
- Toral, Odalys & Machado, R. 2002. Introducción, evaluación y selección de recursos filogenéticos arbóreos. **Pastos y Forrajes**. 25:1
- Urbano, D.; Dávila, C.C. & Moreno, P.P. 2000. Efecto de las leguminosas arbóreas y de la suplementación con concentrados sobre la producción en vacas lactantes en el sur del "Lago de Maracaibo", Venezuela. "En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los

- Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. 29 de Noviembre – 1 Diciembre. Tomo 2
FAO-EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Pág: 388
- Valenciaga, Nurys & Mora, C. 1997. Estudio de la incidencia de insectos en una siembra de
Leucaena leucocephala intercalada con maíz en dos momentos a partir de la siembra.
Rev. cubana Cienc. agríc. 31:161
- Valenciaga, Nurys & Mora, C. 1998. Estudio poblacional de insectos en siembras de
Leucaena intercalada con cultivos temporales. En. Memorias III Taller Internacional
Silvopastoril. Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. 25-27 de Noviembre. EEPF “Indio
Hatuey”. Matanzas. Pág. 101
- Van Soest, P.J. 1964. Symposium on nutrition forages and pastures: New Chemical
Procedures for evalting forages
- Vargas, H. & Elvira, P. 1994. Composición química, digestibilidad y consumo de *Leucaena
leucocephala*, Madre de cacao (*Gliricidia sepium*) y Caulote (*Guazuma ulmifolia*). En
árboles y arbustos forrajeros en América Central. Ed. J.E. Benavides. Vol. 1. Costa Rica.
p. 393
- Verdecia, J.C. & Falco, Marlenis. 2003. Resultados de la producción de leche mediante la
explotación del sistema de pedestales VERDEMAR. En: Memoria Taller Internacional
Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente 10-12 marzo. Instituto de
Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Pág.187.
- Wencomo, Hilda B. 2002. Nota técnica. Aceptabilidad y capacidad de rebrote de diferentes
accesiones de *Leucaena* spp. **Pastos y Forrajes**. 25:161
- Wood, P.D.P. 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. **Animal
Production**. 11:307
- Yañez, S.; Ruíz, R. & Valdés, L.R. 2001. Producción ganadera en Cuba. Situación actual y
perspectivas hacia la sostenibilidad. I Simposio Internacional sobre Ganadería
Agroecológica. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Cuba. 8-
10

**Leucaena una opción de consideración para la alimentación
de la vaca lechera en Las Tunas**



