

UNIVERSIDAD DE MATANZAS
“CAMILO CIENFUEGOS”

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
“INDIO HATUEY”

**Producción de biomasa de siete especies arbóreas y arbustivas
y su aceptación por el ganado ovino en la provincia Las Tunas**

Autor: Ing. Manuel Asterio Ross Ballester
Delegación Provincial de la Agricultura

Tutor: Dr.C. Elio Lescay Batista
Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”

Cotutor. Ing. Ángel González Espinosa
Estación Experimental de Pastos y Forrajes Las Tunas

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

Las Tunas, 2011

“Año 53 de la Revolución”

Dedicatoria

A mis padres y hermanos, que supieron guiarme y orientarme en la vida, que en tiempos duros y difíciles me apoyaron y sostuvieron, que a golpe de trabajo y sacrificio me llevaron.

A Margarita Jareño, mi esposa, compañera y amiga.

A Valia y de forma muy especial a mi nieto.

A ellos dedico este trabajo.

Agradecimientos

Mis sinceros agradecimientos:

A Elio Lescay Batista, por su ayuda inmensa, los conocimientos y el tiempo que me ha dedicado.

A Ángel González Espinosa, por ser el ejemplo a seguir por todo hombre de Ciencia.

A Anesio Mesa Sardiñas y Marta Hernández, por la ayuda y la enseñanza brindada de forma sincera y desinteresada.

A Juan Carlos Gómez, por su apoyo incondicional.

A todos aquellos Amigos, de todos los tiempos, que de forma sencilla y desinteresada pusieron su granito de arena para la realización de este trabajo.

A todos Muchas gracias.

Resumen

Con el objetivo de evaluar la producción de biomasa de siete especies arbóreas y arbustivas y su aceptación por el ganado ovino, se realizó la presente investigación en las épocas seca y lluviosa durante las campañas 2005-2006 y 2006-2007, sobre un suelo Fersialítico Pardo rojizo lixiviado en la Unidad Básica de Producción Cooperativa “Combate de Levanón”, en el municipio Las Tunas, provincia del mismo nombre, a una altitud aproximada de 50 msnm. Se evaluaron las variedades morera, amapola, palo tilo, piñón cubano, algarrobo de olor, rabo de gato y leucaena. Se utilizaron parcelas formadas por surcos de 6,0 m de largo y 4,0 m de ancho, para un área total de 24 m², distribuidas en un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Se sembraron 160 plantas por parcelas, a una distancia de 0,30 m entre plantas y 0,50 m entre hileras. Se realizaron dos cortes en ambas épocas y se evaluó la producción de masa verde y seca en hojas, tallos tiernos y leñosos. También se determinó el consumo de cada especie por parte del ganado ovino. Se aplicó un análisis de varianza factorial de efectos fijos y de efectos aleatorios para descomponer la varianza fenotípica total. La comparación múltiple de medias se realizó por la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$. Los resultados mostraron diferentes respuestas de las especies en las épocas evaluadas. La especie más consumida por los animales fue la leucaena y el ambiente tuvo una contribución superior al 77 % en la variación fenotípica total.

Summary

With the objective of evaluating the production of biomass of seven arboreal species and bush and their acceptance for the livestock sheep, the present investigation in the times dries and rainy, during the campaigns 2005-2006 and 2006-2007, on a soil Leached Reddish Brown Fersialítico in the Basic Unit of Production Cooperative Combat of Levanón", in the municipality The Tunas, county of the same name, to an approximate altitude of 50 msnm was carried out. The varieties mulberry, poppy, stick linden, Cuban pinenut, locust of scent, cat tail and leucaena were evaluated. Parcels were used formed by furrows of 6,0 m of long and 4,0 m of wide, for a total area of 24 m², distributed at random in a design of blocks with three replicas. 160 plants were sowed by parcels, at a distance of 0,30 m between plants and 0,50 m among arrays. They were carried out two courts in both times, being evaluated the production of green and dry mass in leaves, tender and woody shafts. The consumption of each species was also determined on the part of the livestock sheep. An analysis of factorial variance of fixed effects was applied and of aleatory effects to decompose the variance total Phenotypic. Were the multiple comparisons of stockings carried out for the test of Tukey for $P \leq 0,05$. The results showed answers different from the species in the evaluated times. The species more consumed by the animals it was the Leucaena and the atmosphere had a superior contribution to 77 % in the variation total phenotypic.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Fuentes de alimentación animal.....	3
1.1.1 Pastos.....	3
1.1.2 Concentrados	5
1.1.3 Ensilajes	6
1.1.4 Leguminosas	7
1.1.5 Sistemas silvopastoriles	9
1.2 Resultados obtenidos con el uso de los árboles y los arbustos forrajeros	15
1.3 Relación entre los sistemas silvopastoriles y la conservación del entorno.....	19
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1 Aspectos generales.....	21
2.2 Diseño experimental y variables evaluadas	21
2.2.1 Evaluación de la producción de biomasa	21
2.2.2 Evaluación del consumo	24
2.2.3 Determinación de la materia seca	24
2.2.4 Procesamiento estadístico.....	24
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1 Resultados del análisis de varianza factorial de efectos fijos.....	26
3.2 Efecto combinado de épocas, años y especies en el comportamiento de las variables evaluadas.....	28
3.2.1 Masa verde de las hojas	28
3.2.2 Masa verde del tallo tierno.....	30
3.2.3 Masa verde comestible (hojas + tallo tierno)	31
3.2.4 Masa verde de tallo leñoso	32
3.2.5 Masa verde total	34
3.2.6 Masa seca de hojas.....	34
3.2.7 Masa seca del tallo tierno	36
3.2.8 Masa seca comestible (hoja+ tallo tierno).....	37
3.2.9 Relación masa seca/masa verde comestible.....	37
3.3 Resultados del análisis de varianza factorial de efectos aleatorios.....	38
3.4 Consumo de la masa verde comestible de las especies evaluadas por parte del ganado ovino.....	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	45

INTRODUCCIÓN

En el trópico latinoamericano, la baja productividad del ganado está relacionada directamente con la poca disponibilidad de alimentos y su pobre valor nutritivo (Sánchez, 2002). Los sistemas de producción ganadero se desarrollan básicamente bajo pastoreo con monocultivo de gramíneas, que tienen contenidos nutricionales de regular a baja calidad, principalmente por su alto porcentaje de fibra y bajos niveles de proteína (Agudelo, 2007).

La creciente escasez y los elevados precios de los concentrados, en especial los que poseen altos contenidos proteicos, limitan su empleo en el trópico; además, biológicamente no se justifica su utilización en especies como el ovino que realizan un amplio y eficiente uso de los pastos y forrajes, por lo que se hace necesario la búsqueda de alternativas para su suplementación (Cáceres *et al.*, 1996).

En las regiones tropicales, ha estado vigente en los últimos años la tendencia a utilizar el follaje de especies arbustivas para la producción animal, esta cobra importancia en respuesta al potencial de producción de nutrimentos en las arbóreas, que se relacionan con altos niveles de proteína cruda (>18 %), alta digestibilidad, excelente balance de minerales y por la capacidad de producir forraje aún en la época de seca (Hove *et al.*, 2001). Muchas especies de leguminosas arbóreas y arbustivas tienen valores nutricionales superiores a la de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa (Hernández, 1997).

En Cuba, los principios básicos del trabajo experimental con los árboles se han fundamentado en la búsqueda de nuevas especies vegetales y sistemas de alimentación que contribuyan a disminuir las carencias de alimentos convencionales. De aquí que la utilización de las leguminosas y los árboles tropicales como un componente de la calidad esencial de los pastizales constituye un objetivo priorizado (Santana, 2000).

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 y las condiciones edafoclimáticas. En las regiones con regímenes hídricos deficientes los árboles forrajeros pueden ser capaces de producir cantidades apreciables de materia seca (MS) de elevada calidad (Hernández *et al.*, 2000).

En general, la inclusión de leguminosas arbóreas y arbustivas aporta 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).

Existen muchas especies de árboles y arbustos con buenas características forrajeras (Duke, 2001). El corte o el ramoneo de la biomasa aérea de éstos en los sistemas silvopastoriles proporcionan parte de los alimentos a los animales que allí se desarrollan, es por ello que un adecuado conocimiento de su manejo es fundamental para lograr un mayor nivel y la estabilidad de la producción de su biomasa (Stür *et al.*, 1994).

Teniendo en cuenta la problemática planteada se desarrolló la presente investigación sobre la base de la siguiente hipótesis:

La evaluación de la producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas y su preferencia en el consumo del ganado ovino en la provincia de Las Tunas permitirá seleccionar especies promisorias para el territorio.

Para dar respuesta a la hipótesis planteada se trazaron los siguientes objetivos:

Objetivo general: Contribuir a la utilización de especies arbóreas y arbustivas en la alimentación ovina, en condiciones edafoclimáticas de la provincia de Las Tunas.

Objetivos específicos:

- Determinar especies arbóreas y/o arbustivas de alta producción de biomasa en las épocas de seca y lluvia en la provincia de Las Tunas.
- Determinar las especies arbóreas y/o arbustivas de mayor preferencia en el consumo del ganado ovino en la provincia de Las Tunas.
- Estimar los componentes de la varianza y su contribución a la variación fenotípica total.

Novedad científica: Por primera vez se realiza una evaluación sobre la producción de biomasa en especies arbóreas y arbustivas y su preferencia por el ganado ovino en épocas de seca y lluvia en la provincia de Las Tunas.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Fuentes de alimentación animal

1.1.1 Pastos

En el trópico latinoamericano, los pastos permanentes ocupan aproximadamente el 23 % del área agrícola (402 millones de ha) y constituyen la fuente fundamental de alimento para los bovinos, ya que aportan el 90 % de los alimentos que éstos consumen (Crespo *et al.*, 2001); no obstante, cerca del 50 % de estas áreas muestran estadíos avanzados de deterioro. Según Sánchez (2002), la baja productividad del ganado está relacionada directamente con la poca disponibilidad de alimentos y el pobre valor nutritivo que presentan.

Por otra parte, en Cuba se estima que la ganadería se desarrolla en un área de 1,8 millones de hectáreas, las que no están exentas de los procesos de degradación que se producen en los pastizales a nivel mundial (Holzer y Kriechbaum, 2001) y, sobre todo, en las regiones tropicales (Díaz Filho, 2003; Snymana y Preezb, 2005).

Las causas principales de esta situación son: las intensas sequías, la baja fertilidad de los suelos por la carencia de reposición de nutrimentos, la alta presión de pastoreo, la agresividad de las plantas invasoras, la pobre adaptación de las especies introducidas, la deficiencia en los sistemas de establecimiento y manejo de los pastos; así como la poca utilización de las leguminosas, la quema indiscriminada, las políticas inadecuadas de desarrollo de los pastos y la deficiente generación y transferencia de tecnologías pecuarias (Da Veiga *et al.*, 2001).

Los sistemas de alimentación en Cuba poseen como fuente principal de alimento los pastos, en su mayoría de muy baja calidad. El continuo deterioro de las áreas dedicadas a los pastos mejorados debido a la invasión de marabú-aroma, unido a los efectos de la sequía, han obligado a los productores a crear sistemas basados en pastos naturales fundamentalmente y con la participación de leguminosas por las ventajas que ofrecen al complejo suelo-planta-animal. El tradicionalismo y las condiciones socioeconómicas particulares son un fuerte factor que limita la tecnificación y la eficiencia de los sistemas de producción en pastoreo, ejerciendo una gran influencia en la adopción de tecnologías. Por ello, pensar en un sistema de producción que optimice los recursos, que sea compatible con el ambiente, aceptado por la sociedad y que cubra sus necesidades, es favorable para la sostenibilidad de las empresas pecuarias (Ramírez *et al.*, 2000).

En Cuba está demostrado que en la época de abundantes lluvias se obtiene entre el 70 y 85 % de la producción anual de los pastos, y el resto, en la época donde las lluvias son más escasas e incluso donde especies tan resistentes como el pasto estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*), la bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*) y andropogon (*Andropogon gayanus*) apenas sobrepasan el 40 % de su rendimiento total en materia seca (Suárez y Herrera, 1986).

El tiempo total empleado en el pastoreo es un factor íntimamente relacionado con el consumo voluntario con mayor o menor gasto de energía, entre otros, son elementos determinantes para el mejor desempeño animal. En la medida que el pasto ofertado posea una mejor relación hoja-tallo y que estas hojas sean de fácil adquisición se brindará un pasto más denso y el animal podrá ingerir bocados mayores con un número menor de mordiscos (Zea y Díaz, 2000); cuando hay poca disponibilidad del pasto ocurre lo inverso, y en algunos casos los animales apenas pueden satisfacer sus requerimientos nutritivos, producto de la fatiga muscular (Hall, 2004).

La edad de rebrote es uno de los elementos que más puede influir en la calidad y en el rendimiento del pasto (Del Pozo *et al.*, 2002). Los pastos jóvenes estimulan la apetencia del animal, ya que generalmente los contenidos de hojas son relativamente altos, lo que permite una mayor ingestión en menor tiempo (Senra, 2002), a la vez que el animal no necesita hacer una selección rigurosa y de esta forma camina menos en el período de pastoreo, al tiempo que el consumo se incrementa y los animales tienen un mayor tiempo de reposo (Quincosa y Álvarez, 2003). El pasto nuevo presenta, como principal característica, un mayor contenido de proteína y una mejor calidad, ya que, en general, su valor nutritivo es más alto y presenta un bajo porcentaje de fibra y lignina; ello estimula la velocidad de pasaje, al tener una mayor degradabilidad tanto potencial como efectiva (Ruiz y Febles, 2001), lo que favorece el consumo en un período más corto y la necesidad de un menor tiempo de rumia (Quincosa y Álvarez, 2000).

La disponibilidad de pasto es un factor que actúa como moderador del consumo y del comportamiento del animal, por lo que cualquier alteración de esta se reflejará inmediatamente en el animal (Senra, 2001). La disponibilidad estará acorde con la carga y la especie pastada, así como la época del año y las precipitaciones (Calzadilla *et al.*, 1999); por lo general las horas de pastoreo tienden a disminuir en la medida en que la cantidad de pasto *per cápita* se incrementa, lo que también reduce el tiempo de rumia; a la vez el animal

necesitará de un menor recorrido para satisfacer sus necesidades nutricionales, por lo que descansará períodos más frecuentes (Quincosa y Álvarez, 2002).

En este sentido, al referirse a la calidad nocturnal del pasto, Del Pozo *et al.* (2002) y Del Pozo (2005) exponen que uno de los mecanismos estructurales utilizados por los pastos para reducir los efectos de estrés por las altas temperaturas y la escasez hídrica es el aumento del contenido de la pared celular, fundamentalmente en lignina, la cual reduce de forma muy marcada la digestibilidad y la calidad de estos.

1.1.2 Concentrados

Hernández y Babbar (2001a) plantean que 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 Hernández y Babbar (2001b), es preocupante la baja conversión de estos alimentos en proteína animal, como por 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 del 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 (2001c) 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 los sistemas de producción de “ganado orgánico”. En las condiciones actuales, un sistema de producción sostenible resulta el único camino lógico a seguir en la ganadería, al menos en su línea central de desarrollo (Cervantes *et al.*, 2001) y (Fernández *et al.*, 2001), (Estévez *et al.*, 2003) y (Hernández *et al.*, 2003).

1.1.3 Ensilajes

Uno de los problemas más serios de la ganadería es la drástica disminución de la disponibilidad y calidad del pasto durante la época de sequía. Entre las alternativas utilizadas está la del ensilaje de forraje durante las lluvias para utilizarlo en la sequía. Estos ensilajes normalmente se hacen con gramíneas tropicales que contienen un alto contenido de fibra y poca presencia de carbohidratos solubles, lo que afecta la fermentación y da como resultado un material de baja calidad. Debido a su poca fibra y alto contenido de carbohidratos, el follaje de morera puede ensilarse sin aditivos, mostrando un patrón láctico de fermentación con pocas pérdidas en proteína cruda (PC) (entre 16 y 21 %) y manteniendo entre 66 y 71 % de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), indicadores muy superiores a los de los ensilajes fabricados con forrajes tropicales. La fibra de la dieta deriva principalmente de las paredes celulares de las plantas, las cuales consisten en una serie de polisacáridos a menudo asociados con proteínas y componentes fenólicos en algunas células, junto con el polímero fenólico lignina. El mayor componente de la pared celular es la lignina, que puede ser descrita como cadena muy ramificada construida por unidades de fenilpropano (Vallejo, 1995).

Santana (2000) encontró una respuesta positiva al mezclar leucaena (*Leucaena leucocephala*) con king grass (*Pennisetum purpureum*) para mejorar la calidad y el valor nutritivo de este ensilaje tropical. Las producciones de ácido butírico no fueron inferiores al 5 %, aspecto negativo atribuible al mayor contenido de agua del king grass, lo que no se presenta cuando la gramínea es presecada. Sin embargo, como algo favorable en la mezcla el ácido acético nunca llega a alcanzar el 2,5 % en la materia seca (MS), valor considerado que afecta el consumo; la síntesis de ácido láctico se incrementa como garantía al descenso del pH (acidez) y mejora las características organolépticas del ensilaje.

1.1.4 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, tales como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina fusca*, *Albizia lebbeck*, *Trichanthera gigantea*, entre otras (Gómez *et al.*, 1995).

Muchas especies de leguminosas arbóreas y arbustivas tienen valores nutricionales superiores a la de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa (Hernández, 1997).

Los árboles leguminosos son frecuentemente plantados para ser usados como forraje, tanto en sistemas extensivos de pastoreo como en asociación con otros cultivos. En muchas de las áreas agrícolas más intensivas de Asia y África, donde la ganadería se basa en la posesión de pocos animales por pequeños propietarios, los árboles leguminosos son sembrados como bancos de proteína en tierras en desuso. Estas áreas son cosechadas bajo sistemas de “corte y acarreo” y son la principal fuente de proteína de alta calidad usada para suplementar los forrajes de baja calidad, como los residuos de cosecha (Gutteridge y Shelton, 1994).

En América Central y el Caribe, uno de los grupos de leguminosas forrajeras de mayor importancia lo constituyen las especies pertenecientes al género *Albizia*. Esta arbórea forma parte de la subfamilia Mimosoide y se encuentra ampliamente distribuida en todo el continente suramericano. Se adapta muy bien a las condiciones climáticas contrastantes, tolera el encharcamiento y los suelos fuertemente erosionados, aspectos en los cuales supera, en alguna medida, a las tradicionales especies de *leucaena*. Entre las características más singulares de algunas integrantes del género se encuentra su capacidad de permanecer con follaje en la época seca, poseer importantes fracciones de biomasa comestible, producir gran cantidad de semillas y presentar contenidos de PC superiores al 20 % MS (Francisco, 2003).

Uno de los árboles forrajeros, más ampliamente promovido e intensamente estudiado desde finales de los años setenta y década de los ochenta, ha sido la leucaena, esta fue considerada el “árbol milagro” del trópico; además de ser el tema de varios libros, revistas y de talleres nacionales e internacionales (La O, 2001).

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 *et al.*, 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 sólo 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).

Otra de las principales bondades de las especies de esta familia lo constituye su capacidad eficiente de fijación del nitrógeno atmosférico al suelo, que ayuda 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).

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

Las leguminosas tropicales pueden fijar entre 100 y 280 kg de N/ha/año. El Primer Secretario del PCC planteó en la Plenaria de Ganadería de 1974: “Nuestra producción láctea tendríamos que buscarla fundamentalmente en los pastos de gramíneas y leguminosas en la medida en que podamos ir introduciendo estas últimas”. Este planteamiento tiene una vigencia actual, ya que la utilización de las leguminosas como un componente del pasto merece consideración especial en aquellos países en desarrollo, donde la proteína es frecuentemente un factor limitante para la producción animal, el fertilizante dedicado a los pastos es escaso y de elevados precios y existe una prolongada estación seca que disminuye el crecimiento en las gramíneas (Pérez, 1970).

1.1.5 Sistemas silvopastoriles

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 lo que varios investigadores, preocupados por encontrar la solución al problema señalado en el párrafo anterior, proponen la aplicación de métodos y tecnologías que permitan llevar adelante la producción ganadera y el cuidado del medioambiente. Kolmans y Vázquez (2000) 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.

La introducción de los árboles en los pastizales es una alternativa favorable en la restauración, el mantenimiento y la sostenibilidad de los recursos naturales en las áreas ganaderas de América Latina (Reinoso, 2001; Murgueitio, 2003 y Simón, 2006). Estos ofrecen beneficios socioeconómicos y ecológicos, evidenciados por diversos estudios científicos y experiencias exitosas de productores ganaderos (Ibrahim *et al.*, 2006 y Suarez *et al.*, 2006).

De los árboles en la ganadería, Simón (2005) expresó: “De lo que se trata no es de llevar el ganado al bosque, sino de devolverle los árboles a la ganadería”. Mediante el silvopastoreo el ganado puede contar con un sistema de producción menos dependiente de los fertilizantes, el agua y los concentrados, más adaptado a las condiciones de sequía y con producciones secundarias que pueden contribuir a mejorar su economía. El entorno donde los animales desarrollan sus actividades y las condiciones zootécnicas que el hombre les ha impuesto, tienen una influencia marcada en el rendimiento de estos (Martín *et al.*, 2000).

Por lo general, los árboles pueden ser el elemento de manejo eficaz para elevar la biodiversidad en los pastizales, extraer nutrientes y agua de las capas más profundas del suelo, producir biomasa en estratos distintos, propiciar un ambiente favorable para el desarrollo de los pastos asociados y el ganado, crear un microclima para la actividad de la fauna edáfica y lograr producciones de hojarasca que participen en el ciclo biogeoquímico de los nutrientes en el suelo (Alegre *et al.*, 2001; Luizao *et al.*, 2001; Crespo *et al.*, 2004; Lok *et al.*, 2006).

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 el 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 las 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 que complementarían la dieta en los meses de menor oferta (Hernández *et al.*, 2000).

La explotación de la 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 *et al.* (2000) al incluir diversas leguminosas herbáceas, guinea likoni (*Panicum maximum*) y leucaena.

En estudios realizados por Hernández *et al.* (2000) informaron producciones de biomasa superiores a la de la guinea likoni en monocultivo, cuando se empleó una asociación con especies arbóreas, principalmente leucaena. Estos autores estimaron que esta leguminosa fue capaz de aportar más de 15 t MS/ha.

La asociación de leucaena con guinea y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) ofreció una alta disponibilidad de MS, todo el año (López *et al.*, 2002), lo que permitió un mejor comportamiento animal. Resultados también satisfactorios, con el empleo de la leucaena asociada a la guinea likoni, obtuvieron Jordán *et al.* (1994). Es factible el establecimiento de asociaciones múltiples gramíneas/leguminosas para mejorar los pastizales.

Las investigaciones realizadas por Gómez *et al.* (2002) reportaron que las asociaciones de la leucaena con la guinea likoni y *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara se comportaron de manera similar a cuando la *teramnus* se sustituyó por *Centrosema pubescens* cv. CIAT-438 en la asociación, pero ambas resultaron superiores a las asociaciones donde la leguminosa rastrera fue el siratro, (*Macroptilum atropurpureum*) o solo se asoció la leucaena con la guinea.

En reportes hechos por Gómez (1998) se informó que la asociación de mezclas de leguminosas herbáceas y la guinea con la leucaena tuvo un comportamiento similar a la asociación con la gliricidia (*Gliricidia sepium*), pero ambas fueron mejores que la asociación con *Albizia lebbeck*.

Los árboles dispersos en los potreros y las cercas vivas forman parte de los sistemas silvopastoriles tradicionales que los productores manejan, y constituyen una fuente importante para la productividad de la finca como madera, leña, postes, frutas, forraje y sombra para el ganado (Ibrahim *et al.*, 2005).

Harvey *et al.* (2005) reportaron que en América central entre el 60-95 % de las fincas ganaderas tienen cercas vivas y entre el 23 y 90 % tienen árboles dispersos en los potreros, lo cual muestra la importancia y el conocimiento acumulado de estos sistemas en la dinámica productiva de las fincas.

En las regiones tropicales, la tendencia a utilizar el follaje de especies arbustivas para la producción animal ha estado vigente en los últimos años, y cobra importancia en respuesta al potencial de producción de nutrimentos en las arbóreas, que se relaciona con altos niveles de proteína cruda (>18 %), alta digestibilidad, excelente balance de minerales y por la capacidad de producir forraje aún en época de sequía (Hove *et al.*, 2001).

Iglesias *et al.* (2006) plantearon que la agroforestería es un sistema viable de manejo de las tierras y los cultivos que busca incrementar la producción de forma continua, al combinar la producción de cultivos forestales leñosos (incluyendo los frutos y otros cultivos arbóreos) con cultivos estacionales y/o animales, simultánea o secuencialmente, en la misma unidad de tierra, así como la aplicación de prácticas de manejo que sean compatibles con las prácticas culturales de la población local.

Ørskov (2006) refirió que los sistemas agroforestales presentan los atributos de cualquier otro sistema: los límites, los componentes, los ingresos y egresos, las interacciones, una relación jerárquica con la organización de la finca y una dinámica; además los árboles empleados poseen atributos tales como alto contenido de proteína y algunos elementos adicionales como los factores antinutricionales, que, sin embargo, han demostrado ser muy eficientes en el control de las enfermedades parasitarias además de constituirse en elemento de vital importancia, como es el aprovechamiento de estos para producir el efecto de proteína pasante.

Hernández y Babbar (2001) señalan que los árboles desempeñan un importante papel en la sostenibilidad de los sistemas, aportan sombra, protegen los cultivos contra el viento, pueden ser usados como combustible y material de construcción, protegen de la escorrentía, no permiten el escape de carbono y reciclan nutrimentos de forma natural.

En Cuba, los principios básicos del trabajo experimental con los árboles se fundamenta en la búsqueda de nuevas especies vegetales y sistemas de alimentación que contribuyan a disminuir las carencias de alimentos convencionales para los rumiantes. De aquí que la

utilización de las leguminosas y los árboles tropicales, como un componente de la calidad esencial de los pastizales, constituye un objetivo priorizado (Santana, 2000).

Los principales propósitos y objetivos que se persiguen con la introducción de los sistemas silvopastoriles en la ganadería cubana según Iglesias *et al.* (2006) son:

- Lograr en la ceba ganancias entre 500 y 600 g/animal/día, como mínimo, y producciones de alrededor de 800 kg de carne en pie por hectárea anualmente.
- Alcanzar producciones de 10 kg/vaca/día o 20 kg de leche/ha/día sin usar suplementos energético-proteicos.
- Obtener ganancias entre 400-500 g/animal/día en hembras en crecimiento para el reemplazo, lo que permite un peso de incorporación a la reproducción de 290-300 kg, con edades que fluctúan entre los 20-24 meses.
- Alcanzar estos resultados con una aceptable rentabilidad, lograda en función del manejo y la explotación racional de los pastos, con un mínimo de gastos en insumos externos.
- Lograr la autosostenibilidad del sistema, propiciando la máxima recirculación de nutrimentos y la protección y el mantenimiento del medio ambiente.

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, investigaciones de esa institución permiten 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 alternativa importante para el desarrollo de la producción animal en Cuba y otros países de América Latina (Hernández *et al.*, 2001; Sánchez y Hernández, 2001; Sánchez y Milera, 2002).

Según Paretas *et al.* (2001), la arborización de la finca con árboles multipropósitos para ecosistemas ganaderos (AMP) brindará más y mejores alimentos y bienestar a los animales, lo que favorece la sustentabilidad de los sistemas de producción bovina. Estos autores proponen 52 especies de AMP para los ecosistemas ganaderos de acuerdo con el tipo de suelo, los factores limitantes, el manejo y otros.

Simón (2006), Crespo y Fraga (2006) y Murgueitio *et al.* (2006) sugieren el uso de los sistemas silvopastoriles como alternativas viables para lograr la sostenibilidad ecológica y productiva de los pastizales tropicales, por su capacidad de potenciar la producción de biomasa y crear ambientes más favorables para el ganado y la fauna edáfica. Además, estos sistemas constituyen una alternativa para la restauración, el mantenimiento y la sostenibilidad de los recursos naturales en los paisajes ganaderos. Ofrecen además, beneficios socioeconómicos y ecológicos evidenciados por diversos estudios científicos y las experiencias exitosas de productores ganaderos (Ibrahim *et al.*, 2006).

El sistema silvopastoril es una opción agropecuaria que contempla la presencia de los árboles, en estrecha interacción con los componentes suelo, el estrato herbáceo y los animales. Este sistema, manejado integralmente, tiende a incrementar la productividad y el beneficio ambiental a largo plazo (Ruiz *et al.*, 2005).

Lamela *et al.* (2005) y Simón (2005) identifican las siguientes ventajas biológicas y económicas de los sistemas silvopastoriles:

- La energía solar se usa más eficientemente por la biomasa vegetal debido a la estratificación vertical de los componentes vegetativos del sistema. Además, el suelo se protege de la erosión severa.
- Usualmente se presenta cierta estratificación vertical del sistema radical de las diferentes especies de plantas. Al ocupar las raíces diferentes horizontes del suelo, se mejora la amplitud de absorción de los nutrientes esenciales.
- La presencia de los árboles en el pastizal facilita el reciclaje de los nutrientes extraídos y, simultáneamente, los residuos de las plantas protegen al suelo de la erosión.
- Los árboles leguminosos fijan nitrógeno atmosférico, lo que contribuye a mejorar la fertilidad del suelo.

- Reducen los costos del control de las malezas.
- Contribuyen a la diversificación de la producción agropecuaria.
- Incrementan el egreso total de productos producidos por unidad de área en comparación con el monocultivo.

1.2 Resultados obtenidos con el uso de los árboles y los arbustos forrajeros

La calidad nutritiva de una planta forrajera es función de su composición química, la digestibilidad y el consumo voluntario. Resultados de análisis químicos realizados en muestras de leguminosas arbustivas, cosechadas en la estación CIAT-Quilichao, mostraron que el follaje comestible (hojas + tallos finos) de *Cratylia argentea* (3 meses de rebrote) tuvo un contenido de proteína cruda (23,5 %) similar al de otras especies conocidas como *Calliandra calothyrsus* (23,9 %), *Erythrina poeppigiana* (27,1 %), *Gliricidia sepium* (25,45 %) y *Leucaena leucocephala* (26,5 %) (Lascano *et al.*, 1995).

La leucaena posee un elevado potencial nutritivo. Los altos contenidos de PB desde 26,2 % (Galindo *et al.*, 1998) e incluso su valor increíblemente alto hasta de 35,8 % en PB y bajo de 12,4 en fibra bruta (Farinas, citado por Skerman *et al.*, 1991), así como valores inferiores; pero igualmente altos en ocho eco tipos (La O *et al.*, 2003), demuestran su importancia como fuente proteica. A ello se une la elevada digestibilidad de la materia orgánica (MO) y de la proteína (Benavides, 2003).

Pinto *et al.* (2002) determinaron que la leucaena tuvo mayor porcentaje de proteína bruta, menor fibra, moderada digestibilidad de la MS y MO, pero relativamente alta la proteína en comparación con otras cinco especies. La degradabilidad de la MS fue alta, incluso su riqueza en vitamina A es superior a la alfalfa (Skerman *et al.*, 1991). También Jordán *et al.* (1994) encontraron valores superiores de la leucaena en PB, muy superior en cenizas, calcio (Ca) y mayor degradabilidad pero algo menor en fósforo (P) en la 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 *et al.* (1997) señalaron que la PB tendió a disminuir y la fibra bruta (FB) a aumentar a medida que fue mayor la edad del rebrote de la 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 *et al.* (2000) informaron que la inclusión de los árboles ha tendido a mejorar la calidad del forraje de la guinea.

Verdecia y Falco (2003) informaron que en los sistemas de pedestales con algunas leguminosas rastreras, la leucaena y la guinea aportaron dos veces más nitrógeno (N), PB y minerales; aunque el P fue ligeramente inferior respecto a la guinea sola. Resultados similares informó Lamela (1998) con el empleo de bancos de proteína.

El mejoramiento de los indicadores del valor nutritivo ha sido informado por Cáceres y González (1998). La inclusión de los árboles mejora el valor nutritivo de la dieta, en ocasiones es innecesaria la suplementación con concentrados para la producción de leche y carne.

En la explotación de los ovinos no 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 (gramínea), contribuye al mejoramiento nutritivo de este. Ello puede deberse a la disminución del contenido de FB y al aumento de la PB (Pentón, 2000), aspecto estudiado por Pentón *et al.* (1998), principalmente con la albizia como fuente de variación de la composición botánica y la calidad del pastizal. Este autor encontró que cuando el nivel de sombra fue de 40,5 %, el contenido de PB y calcio (Ca) de la guinea fue mayor que con 0,32 %. También Hernández y Sánchez (1998) señalaron el mejoramiento de la guinea en cuanto a PB cuando incluyeron los árboles en el sistema.

En un estudio realizado por Cáceres y González, (1998) en la EEPF “Indio Hatuey” en ovinos para evaluar el valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250, se halló que el contenido de PB alcanzó valores de 22,8 y 23 % con una digestibilidad de 69,9 y 62,6 %. La digestibilidad de la materia orgánica fue de 63,2 y 58,8 %, el contenido de energía metabolizable (EM) de 9,25 y 8,60 MJ/kg de MS, y el consumo de MS de 59,9 y 58,1 g/kg para la época de lluvia y la de seca, respectivamente.

Con ovinos en crecimiento se han obtenido respuestas satisfactorias al incrementar su desempeño productivo; al respecto Pacheco *et al.* (2002); Vargas *et al.* (2002) obtuvieron

ganancias de peso de alrededor de 133 g/día al suplementar con niveles crecientes de morera.

Pérez *et al.* (2006) evaluaron el efecto del uso de los árboles forrajeros en el comportamiento de los bovinos, en condiciones de pastoreo intensivo con toretes (Suizo x Cebú), de un peso vivo promedio de 157 ± 3 kg y no encontraron diferencias entre los tratamientos ($P > 0,05$) al tiempo que observaron una menor temperatura durante las horas de la mañana y la tarde en el sistema silvopastoril (23,9 y 26,6°C, respectivamente), en comparación con el sistema sin árboles (26,4 y 28,1°C), una correlación negativa en ambos sistemas, más marcada en el tratamiento dos (T2) ($R = -0,41166$), ($P = 0,0003$) que la observada en el tratamiento uno (T1) ($R = -0,28453$), ($P = 0,0154$) y en relación a la tasa de crecimiento de los animales se hallaron diferencias estadísticamente significativas.

El comportamiento de la leucaena en rendimientos puede ser superior a otras arbóreas en la época de seca. Soler *et al.* (1998) informaron que la gliricidia tuvo un rendimiento en biomasa superior a la leucaena en la época de lluvias; pero en la de seca, rindió 71 % menos. Las multisociaciones también han mostrado su influencia positiva.

Hernández *et al.* (1998), en un sistema que incluía la leucaena cv. Cunningham, con varias leguminosa herbáceas y *Panicum maximum* cv. Likoni y SIH-127, además de las especies espontáneas presentes, explotadas con tres regímenes de intensificación, encontraron rendimientos de biomasa superiores que redujeron el déficit estacional, ya que en la época de seca alcanzaron entre el 37 y 41 %, según el nivel de explotación.

Gómez *et al.* (2002) señalaron el aporte positivo de las leguminosas herbáceas con la inclusión de la leucaena en el pastizal, esto elevó la disponibilidad de MS en el sistema (Miranda *et al.*, 2000)

La leucaena en un sistema silvopastoril, en condiciones comerciales, presentó disponibilidades de 4,3 y 3,2 t/ha/rotación en la época de lluvia y de seca, respectivamente (Funes, 1994).

La producción de biomasa está asociada al tipo de planta dentro de una misma especie. En este sentido; Lazo *et al.* (1994), al comparar tres variedades de leucaena asociadas a la bermuda 68, pastoreada con terneras, encontraron que el cultivar Perú mostró un mayor

crecimiento y rendimiento que el Vietnam V-360 y el CIAT-349421. Hernández y Seguí (1998) señalaron que las introducciones de los cultivares CIAT crecieron más rápidamente, pero en general tuvieron ramas más pequeñas y mayor altura y número de ramas que el Perú, el Cunningham y el CNIA-250.

De acuerdo con los resultados de Gamboa *et al.* (2000), la *Albizia lebbbeck* a los diez meses de plantada alcanzó una altura superior a los 1,61 m en diferentes tipos de suelos; sin embargo, la leucaena en un suelo Ferralítico Rojo alcanzó una altura de 1,97 m en un período más corto de tiempo (Del Pozo *et al.*, 2000).

Al valorar el factor altura de corte (50, 100 y 150 cm) durante varios experimentos realizados con leucaena, los rendimientos más altos se manifestaron con las mayores alturas de corte, tanto en el período lluvioso como en el poco lluvioso (Francisco *et al.*, 1998).

En el caso del género *Albizia* se ha estudiado menos la altura de defoliación; pero existen reportes de Benjamín *et al.* (1999), con alturas de 60, 100 y 150 cm, quienes obtuvieron a medida que se incrementó el número de cortes, un aumento de las raíces remanentes, hojas y yemas, lo cual determinó la rapidez del rebrote.

Francisco (2002) obtuvo similares resultados en *Albizia lebbbeck*. En un experimento con morera de tres años de duración en donde se adicionaron al suelo niveles crecientes de estiércol, la producción de biomasa se incrementó significativamente y a niveles isonitrogenados, los rendimientos fueron mayores que los obtenidos con el uso de fertilizante químico, nitrato de amonio ($\text{NH}_4\text{-NO}_3$). Además se observó un incremento importante, entre años, en la producción de biomasa. Una tendencia similar se observó en una plantación de amapola con el uso de cantidades iguales de estiércol; sin embargo, los rendimientos totales fueron menores y la producción con fertilizante químico fue mayor.

En un estudio realizado por Muñoz (2003) en cerdas gestantes con suministro de follaje de la morera, se encontró que era factible sustituir hasta un 25 % del alimento comercial sin que ocurrieran efectos negativos en el comportamiento zootécnico.

En Cuba, los resultados hallados por Leiva *et al.* (2002) señalaron que cuando se sustituye el 14 % del concentrado comercial de inicio en lechones de pre ceba por harina de morera ocurre una disminución en la digestibilidad de la materia seca, de la materia orgánica, de la

proteína cruda y de la ceniza; pero sin afectaciones en la digestibilidad de la fibra cruda, lo que demuestra la posibilidad de utilizar la morera en las dietas de cerdos en crecimiento.

Pinto *et al.* (2002) determinaron que la leucaena tuvo mayor porcentaje de proteína bruta, menor fibra, moderada digestibilidad de la MS y MO; pero relativamente alta de la proteína en comparación con otras cinco especies.

Según Iglesias (2003), el silvopastoreo permitió un porcentaje dos veces mayor de PB y una mayor energía metabolizable que el sistema convencional de pastoreo en ambas épocas del año.

La producción de leche también se ha visto favorecida con el empleo de sistemas silvopastoriles basados en especies arbóreas y arbustivas (la leucaena entre ellas) y gramíneas (la guinea y otras). Iglesias (2003) reportó con este sistema hasta 3 000 kg/ha/año y más de 2 800 kg/lactancia por vaca. Según Milera *et al.* (2001), los sistemas multiasociado con altas densidades de la 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 animal/ha (Sánchez y Díaz, 2002). Resultados similares lograron Lamela (1998) y López *et al.* (2003) con una producción/ha casi doble, mientras el costo unitario se redujo a casi la mitad con estos sistemas.

La inclusión de *Leucaena leucocephala* en pastizales nativos, dedicados a la ceba de vacunos, contribuyó favorablemente al incremento de la acumulación de hojarasca y al balance de N en estos sistemas (Crespo *et al.*, 2004).

Los estudios realizados en sistemas de gramíneas asociadas con leguminosas arbóreas pusieron de manifiesto que la existencia de especies arbustivas en el pastizal permite alcanzar la producción de hojarasca más alta y de mejor calidad, lo cual puede contribuir a mantener la productividad del pastizal. Así lo demuestran los resultados informados por Crespo *et al.* (2004); Xavier *et al.* (2004) y Sánchez y Crespo (2005).

1.3 Relación entre los sistemas silvopastoriles y la conservación del entorno

El factor climático incide directamente en el desarrollo de los pastos y los forrajes (Reyes, 2002; Corzo *et al.*, 2004), esta es la causa fundamental de la diferencia de productividad entre las zonas templadas y las tropicales (Ribas *et al.*, 2001).

La introducción de los árboles en los pastizales es una alternativa favorable en la restauración, el mantenimiento y la sostenibilidad de los recursos naturales en las áreas ganaderas de América Latina (Reinoso, 2001; Murgueitio, 2003 y Simón, 2006). Estos ofrecen beneficios socioeconómicos y ecológicos, evidenciados por diversos estudios científicos y experiencias exitosas de productores ganaderos (Ibrahim *et al.*, 2006; Suárez *et al.*, 2006).

La opción del empleo de especies arbóreas responde a las bajas producciones de biomasa en los meses de la época 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 fotoperiodo, 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 *et al.*, 2000) que complementarían la dieta en los meses de menor oferta.

A nivel de conservación de la biodiversidad la presencia de estos elementos (parches de bosques, cercas vivas y árboles dispersos en potreros) en los paisajes ganaderos, pueden servir como hábitat, sitios de alimentación, percha, como corredores biológicos para especies de plantas y animales. Varios estudios han evaluado el papel de los árboles en los sistemas silvopastoriles para la conservación de especies de fauna y flora, mantenimiento de las poblaciones de especies y procesos ecológicos en los paisajes agropecuarios (Ibrahim *et al.*, 2005).

El sistema silvopastoril es una opción agropecuaria que contempla la presencia de los árboles, en estrecha interacción con los componentes suelo, el estrato herbáceo y los animales. Este sistema, manejado integralmente, tiende a incrementar la productividad y el beneficio ambiental a largo plazo (Ruiz *et al.*, 2005).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Aspectos generales

La investigación se desarrolló en el período comprendido entre 2005-2007. Las especies evaluadas fueron: la morera (*Morus alba*), la amapola (*Malvaviscus arboreus*), el palo tilo (*Moringa oleifera*), el piñón cubano (*Gliricidia sepium*), el algarrobo de olor (*Albizia lebbbeck*), el rabo de gato (*Acalypha wilkesiana*) y la leucaena (*Leucaena leucocephala*).

Los experimentos se ejecutaron en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Combate de Levanón”, en el municipio de Las Tunas, provincia del mismo nombre, sobre un suelo Fersialítico Pardo rojizo lixiviado (Hernández *et al.*, 1999) a una altitud aproximada de 50 msnm. Presenta precipitación media anual de 1 159,2 mm con un componente de lluvia en el período poco lluvioso de 239,5 mm que representa el 21,7 % de la lluvia total, la temperatura media de 26,3°C, en el período lluvioso y de 23,9 °C en el período poco lluvioso. La humedad relativa es de 78,4 % en el período lluvioso y de 73,6 % en el período poco lluvioso.

Tabla 1. Características químicas del suelo.

Profundidad (cm)	pH KCL	MO (%)	P ₂ O ₅ asimilable (ppm)	K ₂ O asimilable (mg/100 g)	Ca ⁺⁺ Intercamb. (me/100 g)	Mg ⁺⁺ intercamb. (me/100 g)
0-20	5,2	2,07	10,90	17,50	16,12	3,48
20-40	5,6	1,61	3,20	8,33	20,20	4,30

2.2 Diseño experimental y variables evaluadas

2.2.1 Evaluación de la producción de biomasa

El experimento se comenzó con la preparación del suelo en el mes de enero de 2005, las especies morera, amapola y rabo de gato se plantaron por estacas de 20 cm de longitud proveniente de ramas lignificadas, con grosor de 8-10 mm y el resto se sembró de semillas botánicas, se sembraron en bolsas en la primera quincena de febrero del propio año, se aviveraron por espacio de 45 días y se plantaron en la segunda quincena de marzo de 2005, manteniendo la humedad del suelo durante las primeras semanas con el fin de lograr eficiencia en el enraizamiento. Se utilizaron parcelas formadas por surcos de 6,0 m de largo y 4,0 m de ancho, para un área total de 24 m², distribuidas en un diseño de bloques al azar con

tres réplicas. Se sembraron 160 plantas por parcelas, a una distancia de 0,30 m entre plantas y 0,50 m entre hileras.

La fertilización fue orgánica, con estiércol vacuno en el fondo de cada hoyo, a razón de 20 t.ha⁻¹.

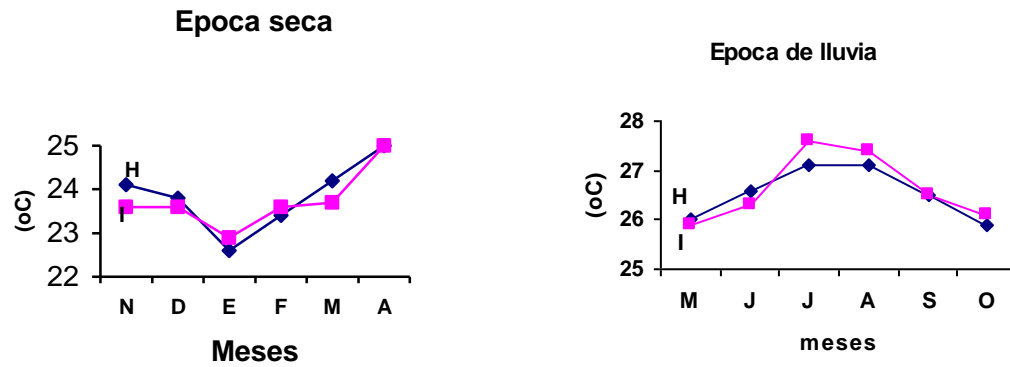
Se registraron los datos climáticos de los últimos diez años y durante el período experimental, tomados en la estación meteorológica Las Tunas, los cuales se muestran en la figura 1.

Se realizaron dos cortes en ambas épocas con tijera de podar a una altura de 50 cm. Con una frecuencia de corte cada 90 días. El corte de establecimiento se realizó en el mes de septiembre/2005, los cortes de la época seca se realizaron en diciembre/2005, marzo/2006, diciembre/2006 y marzo/2007; y los cortes de primavera fueron realizados en los meses de junio/2006, septiembre/2006, junio/2007 y septiembre/2007.

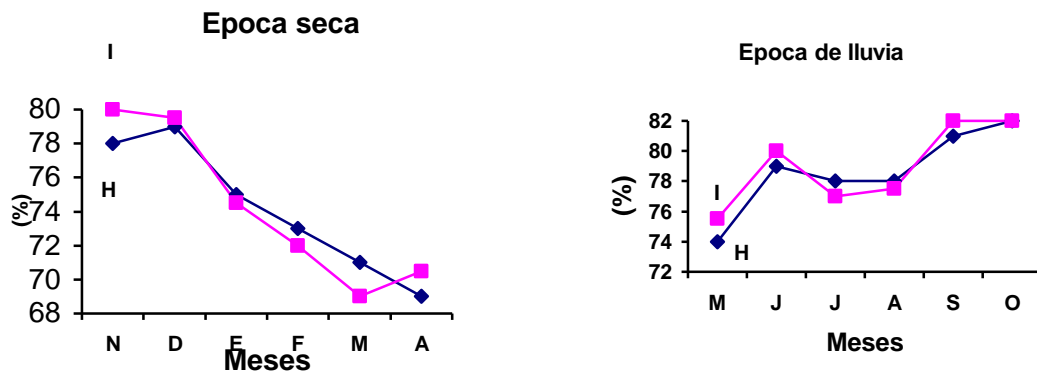
Las variables evaluadas fueron:

- Masa verde de las hojas (MVH) en t.ha⁻¹
- Masa verde de tallo tierno (MVTT) en t.ha⁻¹
- Masa verde comestible (MVC), hojas + tallo en t.ha⁻¹
- Masa verde de tallo leñoso (MVTL) en t.ha⁻¹
- Masa verde total (MVT) en t.ha⁻¹
- Masa seca de las hojas (MSH) en t.ha⁻¹
- Masa seca de tallo tierno (MST) en t.ha⁻¹
- Masa seca comestible (MSC) en t.ha⁻¹
- Relación MSC/MVC

a) Temperatura media mensual del aire



b) Humedad relativa



c) Precipitaciones

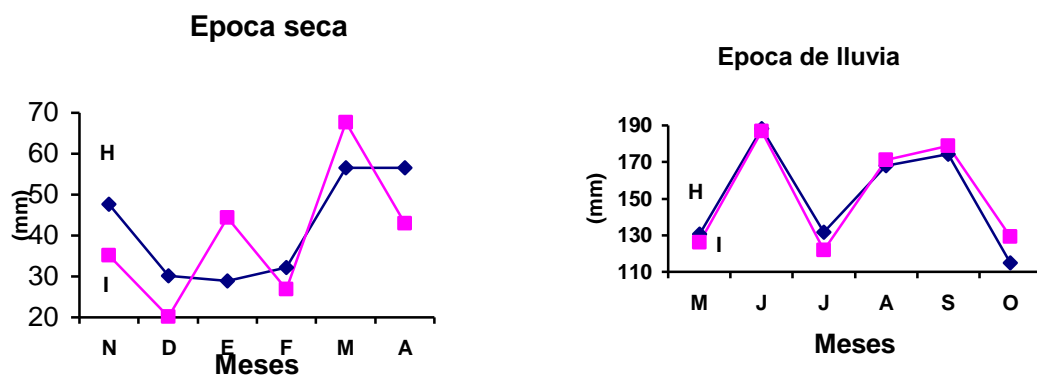


Fig. 1. Características climáticas de la zona donde se realizó la experiencia. H: Promedios históricos mensuales (10 años), I: promedios mensuales durante la investigación.

2.2.2 Evaluación del consumo

Paralelamente, se hicieron pruebas para determinar el consumo de cada especie por parte del ganado ovino. Para ello, se escogió un local con la presencia de 40 animales con pesos corporales entre 25 y 30 kg cada uno. Se confeccionaron siete peines (donde se colocó el follaje). En cada comedero, por separado, se depositaron dos kg de masa comestible verde de cada especie durante seis días de forma alterna. El forraje se situó durante dos horas, a partir de las 9:00 A.M. Una vez culminado el tiempo previsto, se procedió al pesaje de los restos de material no consumido en cada peine y por diferencia se determinó el consumo, el cual se expresó en porcentaje.

2.2.3 Determinación de la materia seca

El material vegetal formado por la fracción comestible de las especies en estudio (hojas-pecíolos-tallos tiernos) fue recolectado de forma manual a partir de 10 plantas por parcela seleccionadas al azar, luego de ser eliminado el efecto borde de las unidades experimentales.

Para la determinación de la materia seca se tomaron las muestras de cada componente de la biomasa y se colocaron en estufa a una temperatura de 60°C durante 72 horas hasta peso constante donde se determinó el porcentaje de materia seca utilizándose en cada caso 200 g del material en estudio. (AOAC, 1990)

2.2.4 Procesamiento estadístico

Los datos obtenidos en los experimentos se procesaron mediante el paquete estadístico Statistica (Stat Soft, 2006)

La distribución normal de los datos se comprobó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza por la prueba de Bartlett. A los datos de los experimentos sobre la evaluación de la masa verde, se aplicó un análisis de varianza factorial de efectos fijos, para determinar los efectos de un grupo de factores independientes (especies, épocas y años) y sus interacciones, con la utilización del siguiente modelo lineal (Steel y Torrie, 1985).

$$Y_{ijkl} = M + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:

M= Media general

A= Época

B= Años

C= Especies

(AB)_{ij} ; (AC)_{ik} ; (BC)_{jk} y (ABC)_{ijk} = interacciones

e_{ijkl} = error

Mientras que para la evaluación del consumo de la masa comestible, se aplicó un análisis de varianza factorial de efectos fijos para determinar los efectos de los factores independientes (especies y época) y su interacción, sobre la base del mismo modelo lineal: $Y_{ijkl} = M + B_j + C_k + (BC)_{jk} + e_{ijkl}$

Donde:

M= Media general

B= Época

C= Especies

(BC)_{jk} = interacción

La comparación múltiple de las medias se realizó por la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$.

Los estimados de los componentes de la varianza se realizaron mediante un análisis de varianza factorial para un modelo de efectos aleatorios, según Gálvez (1985) el cual se refleja en la tabla 2.

Tabla 2. Modelo de efectos aleatorios.

Fuente de variación	gl	Cuadrado medio	Descomposición del cuadrado medio
A	2	M1	$\sigma^2 e + n\sigma^2 ABC + nc\sigma^2 AB + nb\sigma^2 AC + nbc\sigma^2 A$
B	1	M2	$\sigma^2 e + n\sigma^2 ABC + na\sigma^2 BC + nc\sigma^2 AB + nac\sigma^2 B$
C	2	M3	$\sigma^2 e + n\sigma^2 ABC + na\sigma^2 BC + nb\sigma^2 AC + nab\sigma^2 C$
A x B	3	M4	$\sigma^2 e + n\sigma^2 ABC + nc\sigma^2 AB$
A x C	4	M5	$\sigma^2 e + n\sigma^2 ABC + nb\sigma^2 AC$
B x C	2	M6	$\sigma^2 e + n\sigma^2 ABC + na\sigma^2 BC$
A x B x C	4	M7	$\sigma^2 e + n\sigma^2 ABC$
Error	18	M9	$\sigma^2 e$

Donde: $\sigma^2 C$ = Varianza genética

$$\sigma^2 P = \sigma^2 A + \sigma^2 B + \sigma^2 C + \sigma^2 AB + \sigma^2 a C + \sigma^2 BC + \sigma^2 ABC + \sigma^2 e = \text{Varianza fenotípica total.}$$

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados del análisis de varianza factorial de efectos fijos

Los resultados del análisis de varianza factorial de efectos fijos se muestran en la tabla 3. En esta se aprecia que todas las variables mostraron diferencias significativas en la interacción de segundo orden (excepto la masa verde del tallo leñoso), lo cual indica un efecto marcado de la interacción de los genotipos con el ambiente, o sea, que las especies evaluadas tuvieron respuestas diferentes a las condiciones cambiantes del ambiente.

La significación de dicha interacción demuestra que el comportamiento de las especies, para las variables evaluadas, estuvo influenciado por la acción combinada de las características de las épocas y los años. Esto corrobora lo señalado por Graszka *et al.* (2001), al referir que los efectos genéticos y ambientales no son independientes. Fukai y Cooper (1996) añadieron, además, que la interacción genotipo-ambiente es expresada como un cambio en la respuesta relativa de los genotipos en los diferentes ambientes.

El análisis de la interacción genotipo-ambiente ha sido un problema abordado por los mejoradores durante mucho tiempo. En sus investigaciones desarrollan experimentos en varios sitios, durante varios años con el objetivo de seleccionar variedades que sean capaces de mantener buenos rendimientos en diferentes condiciones climáticas o en ambientes específicos (Varela, 2002).

Si la interacción genotipo-ambiente es significativa, el efecto de los genotipos no es estrictamente aditivo, lo cual significa que el comportamiento de los genotipos depende del ambiente (Huhn, 1996). Los genes no pueden hacer que se desarrolle un carácter si no tiene el medio ambiente adecuado (Mayda, 1994) citada por González *et al.* (2003), y al contrario, ninguna manipulación del medio hará que se desarrolle una cierta característica si no están presentes los genes necesarios. Aunque debemos conocer que la variabilidad observada en algunos caracteres es debida fundamentalmente a la diferencia en los genes que llevan los diferentes individuos, la observada en otros, se debe sobre todo a las diferencias en las condiciones ambientales a que éstos han sido expuestos.

Tabla 3. Cuadrados medios de las variables evaluadas para cada fuente de variación.

Fuentes de variación	MVH	MVTT	MVC	MVTL	MVT	MSH	MSTT	MSC	MSC/MVC
Época (A)	3 330,18*	260,06*	5491,82*	6471,56*	24272,6*	102,12*	8,0043*	167,59*	118,24*
Año (B)	25,96*	0,32 ns	32,19*	79,85*	122,6*	0,9643*	0,0152 ns	1,2434*	0,0100 ns
Especie (C)	138,98*	8,65*	140,33*	55,71*	408,8*	4,9480*	0,3091*	4,8503*	5,0600*
A x B	0,44 ns	0,00 ns	0,32 ns	6,24 ns	0,00 ns	0,0037 ns	0,0001 ns	0,0035 ns	0,0300 ns
A x C	33,46*	4,34*	45,33*	19,32 ns	131,6*	1,5472*	0,1473*	2,0903*	4,2500*
B x C	2,85*	2,47*	6,20*	14,33 ns	14,2*	0,800*	0,0908*	0,1854*	0,1200*
A x B x C	7,36*	2,19*	12,40*	8,67 ns	20,3*	0,2225*	0,0782*	0,4019*	0,1000*
Error	0,31	0,22	0,44	9,49	3,2	0,0123	0,0086	0,0183	0,040

3.2 Efecto combinado de épocas, años y especies en el comportamiento de las variables evaluadas

3.2.1 Masa verde de las hojas

En cuanto a la masa verde de las hojas (tabla 4) se observó que el mayor rendimiento lo presentó la morera en el segundo año de estudio, en la época de lluvia mostró diferencias significativas con los otros tres ambientes y con el resto de las especies en ambas épocas. Le siguió en orden de mérito los valores alcanzados por la leucaena en los dos años de la época lluviosa, cuyos promedios no mostraron diferencias significativas entre sí, pero difirieron estadísticamente de los rendimientos en la época seca y del resto de las especies en ambas épocas. También se destacó el rendimiento logrado por la morera en el primer año de la época de lluvia, que superó de forma significativa los valores alcanzados por esta en la época seca y el resto de las especies en los ambientes evaluados.

Tabla 4. Comportamiento del rendimiento de la masa verde de las hojas ($t \cdot ha^{-1}$) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	12,23 h	11,23 h	22,86 c	28,83 a	
Amapola	6,67 kl	8,73 i	18,93 ef	20,43 de	
Palo tilo	5,43 lmn	6,53 l	16,10 g	15,57 g	
Piñón cubano	6,83 jkl	6,57 kl	18,47 f	19,17 def	0,318
Algarrobo de olor	4,13 n	4,70 mn	12,93 h	12,97 h	
Rabo de gato	6,13 lm	8,57 ij	19,10 ef	20,87 d	
Leucaena	6,43 lm	8,30 ijk	26,60 b	25,97 b	

Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$

Como es lógico, los rendimientos en la época de lluvia fueron significativamente superiores a los de la época seca, ya que las precipitaciones ocurridas en la primera fueron superiores a las ocurridas en la segunda (fig. 1), lo cual debe haber favorecido el crecimiento vegetativo de las especies. Obsérvese como en el período de lluvia los rendimientos oscilaron entre

12,93 y 28,83 t.ha⁻¹, mientras que en el período seco oscilaron entre 4,13 y 12,23 t.ha⁻¹, lo cual representa incrementos entre 8,8 y 16,6 t.ha⁻¹.

En la época seca se destacó la morera, la cual superó al resto de las especies con diferencias significativas, lo cual coincide con lo referido por Francisco (2003), quien señaló que entre las características más singulares de esta especie se encuentra su capacidad de permanecer con follaje en la época seca. En esta época se aprecia que las especies morera, el palo tilo, el piñón cubano y el algarrobo de olor mostraron un comportamiento estable en los dos años de estudio, ya que no mostraron diferencias significativas entre los rendimientos alcanzados. Similar comportamiento expresaron las especies amapola, el piñón cubano, el algarrobo de olor y la leucaena en el período lluvioso. Sin embargo, las especies amapola, el rabo de gato y la leucaena en la época seca y la morera y el rabo de gato en la época de lluvia, mostraron respuestas diferentes en los dos años de estudios, lo cual indica que esta variable, en las especies mencionadas es más susceptible a las variaciones existentes entre un año y otro.

Soler *et al.* (1998) informaron que el piñón cubano tuvo un rendimiento en biomasa superior a leucaena en la época de lluvias, pero en la de seca, rindió 71 % menos, lo cual difiere de los resultados aquí obtenidos.

En investigaciones realizadas por Rodríguez *et al.* (1994) se reportó en la morera, al utilizar tres intervalos de poda y tres niveles de fertilización nitrogenada, un aumento significativo de producción de biomasa (6,5 t MS/ha) con la mayor frecuencia de poda (12 semanas) al incrementar el nivel de fertilización a 80 kg N/ha/corte. Boschini (2002a) evaluó la influencia de la distancia de siembra, la altura de corte (30 y 60 cm) y la frecuencia de defoliación en la producción de biomasa, la cual alcanzó 35 t MS/ha/año con la menor distancia de siembra (60 cm) y la mayor frecuencia de corte (112 días) La altura no tuvo una influencia significativa en los rendimientos alcanzados.

Por otra parte Martín *et al.* (2000), al utilizar dos alturas de corte y tres frecuencias, obtuvieron los mejores resultados para la frecuencia de 90 días (25 t MS/ha/año).

3.2.2 Masa verde del tallo tierno

Los resultados de la masa verde de tallo tierno se muestran en la tabla 5. Nótese como los rendimientos alcanzados en la época lluviosa superaron con diferencias significativas a los logrados en el período seco, excepto en la especie morera, que los valores expresados en la época seca no difirieron del alcanzado en el primer año en la época de lluvia. Las posibles causas fueron explicadas en la variable anterior.

En la época seca, las especies tuvieron un comportamiento similar, con valores que oscilaron entre 1,3 y 2,43 t.ha⁻¹. Mientras que en la época de lluvia, se destacó el rendimiento alcanzado por la leucaena en el segundo año, sin diferencias significativas con los valores expresados por las especies rabo de gato, el piñón cubano y la amapola en los dos ambientes evaluados.

Tabla 5. Comportamiento del rendimiento de la masa verde del tallo tierno (t.ha⁻¹) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	1,53 j	1,26 j	2,60 ghij	4,00 efg	
Amapola	2,00 ij	2,13 ij	6,60 ab	6,07 abc	
Palo tilo	2,20 hij	2,07 ij	5,67 bcd	3,67 efg	
Piñón cubano	2,43 hij	2,30 hij	6,60 ab	6,90 ab	0,285
Algarrobo de olor	1,30 j	2,03 ij	4,87 cde	3,30 fgh	
Rabo de gato	2,13 ij	2,00 ij	6,93 ab	7,20 a	
Leucaena	1,30 j	2,00 ij	4,30 def	7,27 a	

Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$

Martín *et al.* (2004) evaluaron cuatro variedades de morera fertilizadas con cachaza a razón de 40 t/ha. Respecto a la producción de biomasa, la variedad que más se destacó fue la cubana, que alcanzó la mayor producción de biomasa total (8,2 t de MS/ha); sin embargo, la

variedad acorazonada obtuvo los mayores rendimientos (4,6 t MS/ha) en cuanto a biomasa comestible y tallos tiernos (2,4 t MS/ha).

En tres sitios de Costa Rica, Espinoza y Benavides (1996) reportaron rendimientos de MS total de 14,1, 22,3 y 25, 4 t/ha/año para las variedades criolla, Indonesia y la Tigreada, respectivamente. Estos autores reportaron diferencias en la producción, atribuibles a factores climáticos. En Paquera, donde ocurrió un largo período de sequía, la producción promedio de todas las variedades (31,2 t MS/ha/año) duplicó la de Coronado (15,5 t de MS/ha/año) a pesar de su mejor régimen de lluvia. Esto se atribuyó a la mayor luminosidad y las mayores temperaturas en Paquera, así como a la alta nubosidad y la menor temperatura en Coronado.

Según Boschini (2002b) en la morera, los tallos tiernos de mayor edad contienen una fracción fibrosa similar, y en algunos casos inferiores, a la informada para los pastos tropicales, además de presentar un grado de lignificación menor.

3.2.3 Masa verde comestible (hojas + tallo tierno)

Los rendimientos de la masa verde comestible, también fueron superiores en todas las especies en la época de lluvia, respecto a la época seca (tabla 6). En la primera, los mayores valores los expresaron las especies morera y la leucaena en el segundo año, superando significativamente al resto de las especies en los dos años de estudio. La leucaena también se destacó en el primer año en esta época, cuyo valor superó estadísticamente al expresado por las otras especies en el resto de los ambientes. Los rendimientos más bajos en esta época los expresó la especie albizia, sin diferencias significativas entre los valores logrados por esta en el primer año y el alcanzado por palo tilo en el segundo año.

En la época seca, los mayores rendimientos los mostró la morera, sin diferencias significativas entre los valores exhibidos en los dos años. El promedio alcanzado por esta especie en el segundo año, no difirió significativamente de los rendimientos expresados por las especies amapola y el rabo de gato en este mismo año.

Según Francisco (2003) la especie algarrobo de olor se adapta muy bien a las condiciones climáticas contrastantes, tolera el encharcamiento y los suelos fuertemente erosionados, aspectos en los cuales superan, en alguna medida, a las tradicionales especies de leucaena.

Entre las características más singulares de algunas integrantes del género se encuentran su capacidad de permanecer con follaje en la época seca y poseer importantes fracciones de biomasa comestible; sin embargo, dentro de las especies evaluadas fue la que expresó los menores rendimientos en esta época.

Tabla 6. Comportamiento del rendimiento de la masa verde comestible ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	13,77 h	12,50 hi	25,80 d	33,17 a	
Amapola	8,67 klmn	10,87 ij	25,60 d	26,50 cd	
Palo tilo	7,63 mn	8,60 klmn	21,77 e	19,20 f	
Piñón cubano	9,27 jklm	8,87 jklm	25,07 d	26,07 cd	0,066
Algarrobo de olor	5,30 ñ	6,73 nñ	17,80 fg	16,27 g	
Rabo de gato	8,27 lmn	10,57 ijk	26,03 cd	28,07 c	
Leucaena	7,73 mn	10,30 jkl	30,90 b	33,23 a	
Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$					

Los rendimientos expresados por la leucaena en ambas épocas son superiores a los señalados por Funes (1994) quién planteó rendimientos de 4.3 y 3.2 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ en las épocas de lluvia y seca, respectivamente.

3.2.4 Masa verde de tallo leñoso

En los rendimientos de la masa verde de tallo leñoso sólo hubo diferencias significativas en los factores individuales. Se aprecia que el rendimiento promedio expresado por las especies en la época lluviosa (fig. 2) fue significativamente mayor que el alcanzado en la época seca, lo cual es lógico pues al ocurrir mayores precipitaciones (fig. 1), el crecimiento de las plantas se vio favorecido. García (2003), señaló que la época, entre otros factores, influye en la producción de PB/año/corte.

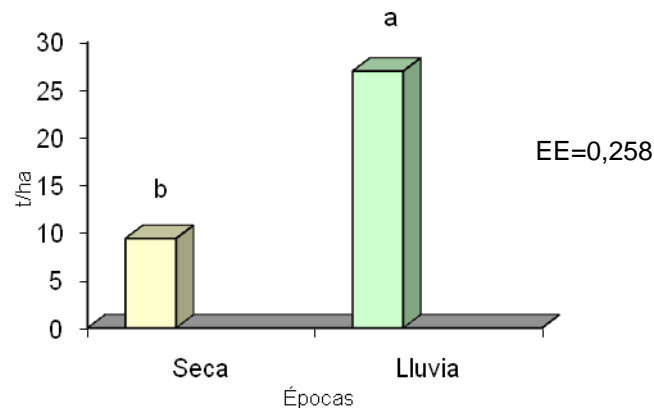


Fig. 2. Comportamiento del rendimiento de la masa verde de tallo leñoso en dos épocas.

En la figura 3 se presenta el resultado debido al comportamiento de los años. Como se puede apreciar el rendimiento promedio exhibido por las especies evaluadas en el año dos fue superior respecto al año uno.

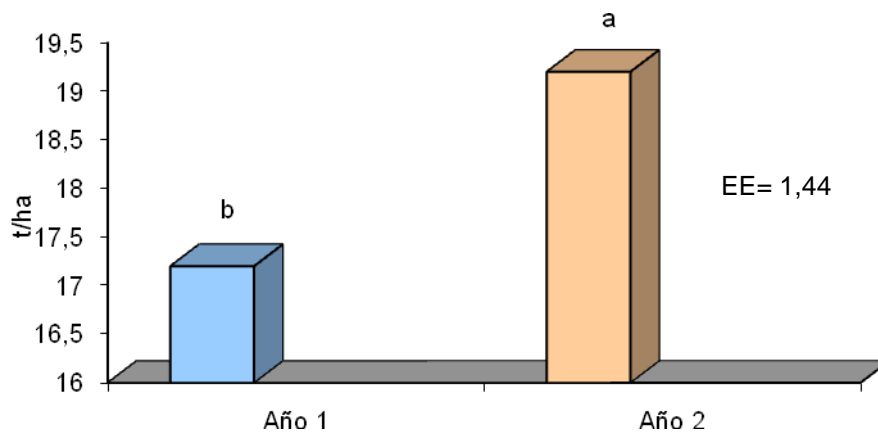


Fig. 3. Comportamiento del rendimiento de la masa verde de tallo leñoso en especies arbóreas en dos años de estudio.

En la figura 4 se refleja los resultados entre las especies, donde se puede observar que estas tuvieron un comportamiento similar, excepto la algarrobo de olor que fue superada estadísticamente por las demás.

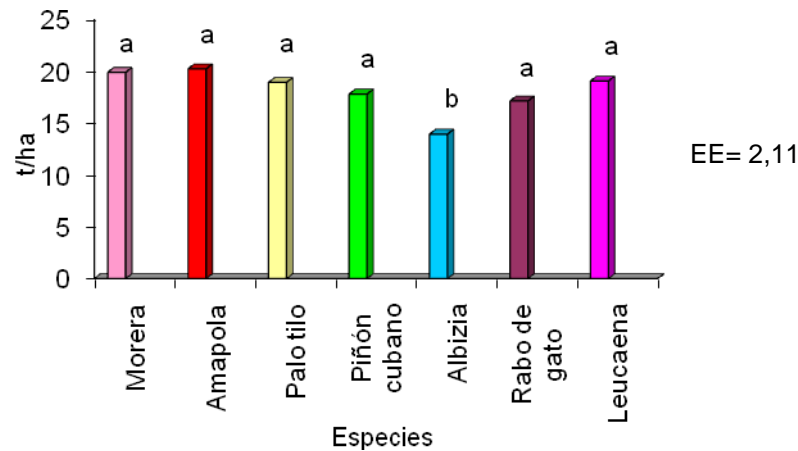


Fig. 4. Comportamiento del rendimiento de masa verde de tallo leñoso en siete especies arbóreas.

3.2.5 Masa verde total

En la masa verde total (tabla 7) se observa que todas las especies mostraron los mayores rendimientos en la época lluviosa, con valores que oscilaron entre 35,8 y 68,1 t.ha⁻¹. Aquí se destacó la morera en el año dos, cuyo valor superó significativamente al resto de las especies en ambos años, excepto la especie leucaena en el año dos, con la cual no mostró diferencias significativas. Esta última tampoco difirió del rendimiento expresado por ésta en el año uno. En este período los menores promedios lo expresó la especie algarrobo de olor, que fue superada significativamente por el resto de las especies.

En la época seca, los rendimientos se enmarcaron en el intervalo de 12,5 y 24,8 t.ha⁻¹, destacándose igualmente la morera, sin diferencias significativas con los valores mostrados por las especies amapola, el rabo de gato y la leucaena en el año dos.

3.2.6 Masa seca de hojas

Con relación al rendimiento de materia seca de las hojas en las especies evaluadas (tabla 8) se puede observar que la leucaena en la época de lluvia y la morera en el segundo año de esta misma época, mostraron los mayores promedios con valores superiores a las 5 t.ha⁻¹, lo cual coincide con Pathak *et al.* (1980) que informaron rendimientos de hojas de leucaena de 5,4 t de MS/ha/año. Sin embargo, está por debajo de lo referido por Martín (2004) que planteó rendimientos de hojas en esta especie entre 7 y 8,4 t de MS/ha/año. La morera

también se destacó en el primer año de este período, siguiéndole en orden de mérito a los mencionados anteriormente.

Tabla 7. Comportamiento del rendimiento de la masa verde total ($t \cdot ha^{-1}$) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	23,77 gh	24,77 g	56,83 cd	68,13 a	
Amapola	18,70 hi	23,80 gh	52,77 de	54,00 de	
Palo tilo	15,97 ij	18,17 hij	49,93 e	48,33 e	
Piñón cubano	18,57 hi	17,87 ij	51,23 de	53,57 de	0,033
Algarrobo de olor	12,50 j	14,43 ij	36,77 f	35,77 f	
Rabo de gato	16,20 ij	19,63 ghi	51,70 de	52,07 de	
Leucaena	15,57 ij	19,73 ghi	60,23 bc	64,30 ab	
Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$					

Tabla 8. Comportamiento del rendimiento de la masa seca de hojas ($t \cdot ha^{-1}$) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	2,48 g	2,26 g	4,29 b	5,24 a	
Amapola	1,47 ij	1,90 h	3,50 cdef	3,76 cd	
Palo tilo	1,20 jkl	1,43 ij	3,18 ef	3,15 f	
Piñón cubano	1,48 ij	1,44 ij	3,38 ef	3,51 cde	0,144
Algarrobo de olor	0,90 l	1,04 kl	2,36 g	2,39 g	
Rabo de gato	1,23 jkl	1,71 hi	3,44 def	3,85 c	
Leucaena	1,29 jk	1,68 hi	5,24 a	5,09 a	
Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$					

En todas las especies el comportamiento de esta variable fue superior en la época lluviosa, con valores que oscilaron entre 2,36 y 5,24 t.ha⁻¹, donde los promedios más bajos les correspondieron a la especie algarrobo de olor.

En la época seca los rendimientos oscilaron entre 0,90 y 2,48 t.ha⁻¹, correspondiéndole los mayores valores a la especie morera, con diferencias significativas respecto a las demás especies.

3.2.7 Masa seca del tallo tierno

El rendimiento de la masa seca de los tallos tiernos en las especies evaluadas se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Comportamiento del rendimiento de la masa seca de tallos tiernos (t.ha⁻¹) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	0,31 g	0,25 g	0,48 efg	0,73 de	0,042
Amapola	0,43 fg	0,45 efg	1,25 ab	1,14 abc	
Palo tilo	0,49 efg	0,45 efg	1,12 bc	0,74 de	
Piñón Cubano	0,53 efg	0,50 efg	1,21 ab	1,26 ab	
Algarrobo de olor	0,28 g	0,45 efg	0,89 cd	0,61 def	
Rabo de Gato	0,43 fg	0,40 fg	1,25 ab	1,33 ab	
Leucaena	0,26 g	0,40 fg	0,85 cd	1,42 a	

Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$

Se aprecia que la leucaena mostró el mayor valor en el segundo año de estudio en la época de lluvia, sin diferencias significativas con los rendimientos expresados por las especies amapola, el piñón cubano y el rabo de gato durante los dos años en esta época. En este período los promedios se enmarcaron dentro del intervalo de 0,48 a 1,42 t.ha⁻¹, donde los menores valores fueron expresados por las especies morera en los dos años y el palo tilo y el algarrobo de olor en el segundo año.

En la época seca todas las especies tuvieron un comportamiento similar, con rendimientos que oscilaron entre 0,25 y 0,53 t.ha⁻¹.

3.2.8 Masa seca comestible (hoja+ tallo tierno)

En la tabla 10 se presentan los resultados del rendimiento de la masa seca comestible en las especies evaluadas durante las dos épocas y dos años de estudio. Nótese como el mayor valor lo expresó la leucaena durante el segundo año en la época de lluvia, seguido por los promedios expresados por ella misma en el primer año y la morera en el segundo año de dicha época, sin diferencias significativas entre ellas. Se aprecia claramente que los rendimientos mostrados por todas las especies durante los dos años en el período lluvioso fueron superiores significativamente a los logrados en la época seca.

En la época de lluvia los rendimientos oscilaron entre 3 y 6.52 t,ha⁻¹ y en la seca entre 1,15 y 2,78 t,ha⁻¹. En ambas épocas la especie algarrobo de olor alcanzó los menores valores. Obsérvese como en la época seca, la morera mostró el mejor comportamiento, sin diferencias significativas con los rendimientos expresados por las especies amapola, el rabo de gato y la leucaena en el segundo año.

Los rendimientos mostrados por la leucaena en la época lluviosa, están en el rango planteado por los siguientes autores: García *et al.* (2002) refirió que puede alcanzar valores entre 10 y 12 t de MS/ha/año en biomasa comestible. Leng (1997) refirió valores entre 3 y 30 toneladas de MS/ha/año, dependiendo de la fertilidad del suelo, distancia entre las hileras, la precipitación y la temperatura. También se encuentra en el rango planteado por Blom (1980), que señaló que existe consenso en que puede variar entre 6 y 18 t de MS comestible/ha/año.

En el caso de la morera en la época de lluvia, la producción de biomasa comestible fue superior a los planteados por Kitahara *et al.* (2002) que señalaron rendimientos entre 2 y 3 t de MS/ha/año; por el contrario fueron inferiores a los referidos por Noda, *et al.* (2007) Talamucci *et al.* (2002), quienes informaron rendimientos entre 7 y 9 t de MS/ha/año.

3.2.9 Relación masa seca/masa verde comestible

Al determinar el porcentaje de masa seca respecto a la masa verde comestible, se puede apreciar que las especies amapola, el palo tilo, el piñón cubano y el algarrobo de olor expresaron los mayores valores en la época seca, mostrando diferencias significativas ante los valores alcanzados por estas en la época lluviosa y el resto de las especies en ambas

épocas. Le siguen en orden de mérito los por cientos expresados por las especies morera y el rabo de gato, en la seca, el palo tilo en la época de lluvia y la leucaena en ambas épocas. Por último se situaron los valores mostrados por todas las especies en la época lluviosa, excepto el palo tilo y la leucaena, que mostraron los menores valores sin diferencias significativas entre ellos (tabla 11).

Tabla 10. Comportamiento del rendimiento de la masa seca comestible ($t \cdot ha^{-1}$) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	2,78 hi	2,51 ij	4,78 cd	6,03 b	
Amapola	1,91 lmnñ	2,37 ij	4,75 cd	4,85 cd	
Palo tilo	1,69 lmnñ	1,88 lmnñ	4,30 ef	3,88 f	
Piñón cubano	2,02 klm	1,94 lmn	4,59 de	4,77 cd	0,175
Algarrobo de olor	1,15 o	1,48 ño	3,24 g	3,00 h	
Rabo de gato	1,65 mnñ	2,10 jkl	4,69 de	5,17 c	
Leucaena	1,55 nño	2,08 jkl	6,08 b	6,52 a	

Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$

3.3 Resultados del análisis de varianza factorial de efectos aleatorios

Al efectuarse la descomposición de la varianza fenotípica total (tabla 12), se aprecia que en todas las variables evaluadas la mayor varianza observada se debió al efecto de las épocas, esto significa que las diferencias entre las épocas ejercieron un efecto importante en el comportamiento de las especies estudiadas.

Si a las varianzas de las épocas se le suma las varianzas de los años y del error en cada variable, se observará que en el comportamiento de dichas variables estuvo presente una gran influencia ambiental, con valores superiores al 77 % de la variabilidad total.

Tabla 11. Comportamiento de la relación masa seca/masa verde comestible (%) en siete especies arbóreas durante dos épocas y dos años en la provincia Las Tunas.

Especies	Época seca		Época lluviosa		EE
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	
Morera	20,22 b	20,08 b	18,51 c	18,17 c	
Amapola	22,08 a	21,84 a	18,54 c	18,30 c	
Palo tilo	22,19 a	21,89 a	19,76 b	20,22 b	
Piñón cubano	21,76 a	21,89 a	18,31 c	18,30 c	0,159
Algarrobo de olor	21,70 a	22,02 a	18,20 c	18,44 c	
Rabo de gato	19,92 b	19,87 b	18,02 c	18,39 c	
Leucaena	20,09 b	20,20 b	19,70 b	19,62 b	
Medias con letras iguales no muestran diferencias significativas entre sí para $P \leq 0,05$					

Las respuestas de las variables no fueron iguales, lo cual está en correspondencia con lo planteado por Navarro (2003), quien señaló que un mismo estímulo ambiental no afecta en igual medida a todos los organismos, pues a su vez este se ve modulado por la propia dotación génica, que es diferente en cada individuo.

Tabla 12. Estimado de los componentes de la varianza y su contribución (%) a la variación fenotípica total.

Varianzas	MVH	%	MVTT	%	MVMC	%	MVT	%	MSH	%	MSTT	%	MSC	%	MS/MV C	%
σ^2 A	78,658	82,3	6,1405	79,1	129,966	87,1	575,27	91,4	2,3999	79,3	0,1889	76,3	3,9453	84,7	2,7158	76,8
σ^2 B	0,7149	0,7	0,0009	0,1	0,9062	0,6	3,0645	0,5	0,0263	0,9	0,0006	0,2	0,0347	0,7	0	0
σ^2 C	9,1693	9,6	0,3351	4,3	8,4335	5,7	23,6078	3,8	0,2953	9,8	0,0124	5,0	0,2481	5,3	0,0671	1,9
σ^2 AB	0	0	0	0	0	0	0	0								
σ^2 AC	4,3503	4,6	0,3595	4,6	5,4884	3,7	18,5435	2,9								
σ^2 BC	0	0	0,0473	0,6	0	0	0	0								
σ^2 ABC	2,3499	2,5	0,6542	0,6	3,9861	2,7	5,7130	0,9								
σ^2 e	0,3060	0,3	0,2226	8,4	0,4375	0,3	3,1954	0,5								
Contribución ambiental	83,3		82,1		88,0		92,4									

A= Época, B= Año, C= Especies

Según Ramírez y Egaña (2003), las variables que presentan mayor contribución genotípica son menos afectadas por las variaciones ambientales y Dobzhansky (2004) señaló que cuando la varianza genotípica es baja, los factores ambientales son las causas de la mayor parte de la variación.

3.4 Consumo de la masa verde comestible de las especies evaluadas por parte del ganado ovino

El análisis estadístico de los datos sobre el consumo de la masa verde comestible arrojó diferencias significativas entre las especies y las épocas. En el caso de las especies (fig. 5), se puede observar que la leucaena fue la de mayor aceptación por parte de los animales, al consumir el 81,2 % de la masa suministrada. Además, se aprecia que el consumo de la especie rabo de gato fue significativamente superior que el palo de tilo. En el resto de las especies no hubo diferencias significativas.

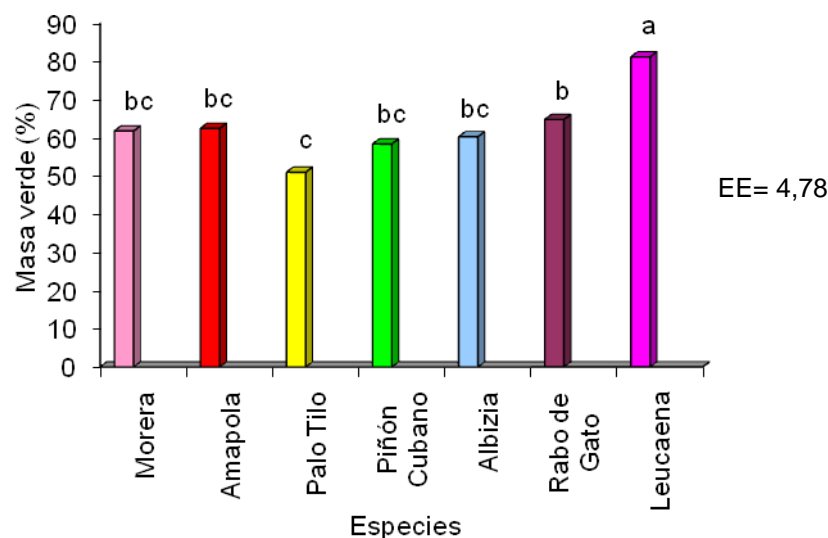


Fig. 5. Comportamiento del consumo de la masa verde de siete especies arbóreas por el ganado ovino.

En el caso de las épocas se pudo constatar que el consumo de las especies en general fue superior en la época seca con un 73,8 % (fig. 6). Corzo *et al.* (2004), señalaron que en condiciones de altas temperaturas los animales muestran una conducta anoréxica (inapetencia), un incremento del índice respiratorio, un estiramiento del cuerpo y de sus partes colgantes, una ampliación de la superficie de disipación, un aumento de la ingestión de agua debido a una mayor frecuencia de tomas, mayormente en horas diurnas, con

disminución del consumo de pasto. Por otra parte, se plantea que en días calientes los rumiantes mueven la actividad ingestora hacia horarios frescos, al amanecer y al atardecer, e inclusive incrementan la ingestión nocturna (Quincosa y Álvarez, 2002). El comportamiento del animal, en última instancia, se resume en evitar al máximo la acumulación exagerada de calor dentro de su organismo y en liberarse de este exceso por los medios fisiológicos de que dispone (Álvarez, 2004).

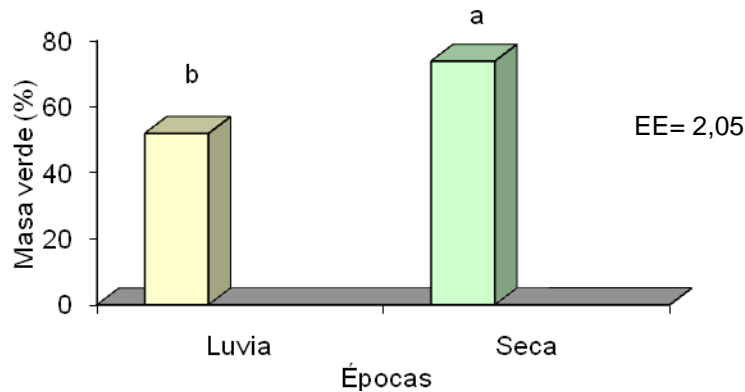


Fig. 6. Comportamiento del consumo de la masa verde de siete especies arbóreas por el ganado ovino

CONCLUSIONES

- En la época seca la mayor producción de biomasa la presentó la especie morera.
- En la época de lluvia se destacaron los rendimientos alcanzados por las especies leucaena y morera.
- Los mayores porcentajes de materia seca en la época seca, correspondieron a las especies amapola, el palo tilo, el piñón cubano y el algarrobo.
- La especie leucaena fue la de mayor aceptación por el ganado ovino.
- El mayor consumo de las especies por los ovinos se produjo en la época de seca.
- El componente ambiental ejerció una gran influencia en el comportamiento de las especies evaluadas, con una contribución superior al 77 % de la variación fenotípica total.

RECOMENDACIONES

- Introducir la morera para su utilización en ambas épocas del año en los sistemas de producción ovina y la leucaena para el período lluvioso.
- Recomendar este material para su empleo en los estudios de pre y posgrado.
- Repetir la investigación con más especies y un mayor número de ambientes contrastantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, J.C. 2007.** Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras, Revista Lasallista de investigación Vol. 4 No 001 p. 41. <http://www.iip.co.cu/rcpp%2015.3%20.pdf>. Consultado: 2/03/ 2011
- AOAC, 1990.** Official Methods of analysis. 11ma ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- Alegre, J.; Pashanasi, B.; Arévalo, L. & Palm, C. 2001.** Efecto del manejo del suelo sobre las propiedades biológicas del suelo en los trópicos húmedos del Perú. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba. Boletín 4. p. 60.
- Álvarez, A. 2004.** Fisiología de la termorregulación de los vertebrados superiores en su entorno. Curso Facultad Medicina Veterinaria. UNAH. Cuba. 23 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. p. 157
- Benjamin, A.K.; Shelton, H.M. & Gutteridge, R.C. 1999.** Productivity of five tree legumes species in the tropics. [cd-rom]. AAAP-ASAP Congress. Sydney, Australia
- Bernal, H.Y. & Jiménez, L.C. 1990.** Haba criolla. *Canavalia ensiformis* (L) De Candolle. SECAB. Bogotá, Colombia. 139 p.
- Binder, U. 1997.** Manual de leguminosas de Nicaragua. PASOLAC. Estela. 191 p.
- Blom, P. S. 1980.** Leucaena a promising versatile leguminous tree for the tropics Abstracts on Tropical Agriculture (Trinidad). 6(3):9
- Boschini, C. 2002a.** Nutritional quality of mulberry cultivated for ruminant feeding. In: Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 171
- Boschini, C. 2002b.** Establishment and management of mulberry for intensive forage production. In: Animal production and health. Paper No. 147. FAO, Rome. p. 115
- Cáceres, O.; González, E. & Delgado, R. 1996.** Evaluación de pastos y forrajes para ovinos en Cuba. EEPF "Indio Hatuey". Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. 13-16 marzo. 1996.110. Matanzas. Cuba.

- 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”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. p. 50
- Calzadilla, E. 1999.** Ganadería Tropical. La Habana, Cuba
- Castro, F. 2007.** La internacionalización del genocidio. Año 49 de la Revolución cubana. Periódico Granma, 4 de abril. p. 8
- Cervantes, Migdalia; Pereda, J. & Santiesteban, O. 2001.** Producción integrada agrícola/pecuaria bajo frutales en la región central de Camagüey “SIGA 2001”. 61 p.
- Combellas, 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”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Tomo 2. FAO. p. 262
- Crespo, G.; Ortiz, J.; Pérez, A.A. & Fraga, S. 2001.** Tasas de acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes. Revista cubana de Ciencia agrícola. 35: 39
- Crespo, G.; Lok, S. & Rodríguez, I. 2004.** Producción de hojarasca y retorno de N, P y K en dos pastizales que difieren en la composición de especies. Revista cubana de Ciencia agrícola. 38: 97.
- Crespo, G. & Fraga, S. 2006.** Avances en el conocimiento del reciclaje de los nutrientes en sistemas silvopastoriles. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. Centro de Convenciones “Plaza América”. Varadero, Cuba. p. 104.
- Corzo, J.A.; García L.A.; Silva J.J.; Pérez, E. & Geerken, C. 2004.** Regularidades de las influencias ambientales. En: Zootecnia General, un enfoque ecológico. La Habana. Ed. Félix Varela. p. 46
- Cubero, J.; Suso, M. & Zulther, Z. 1981.** Primitive and moderns forms of *Vicia faba* P – FL (London); (29): 145 p.
- Da Veiga, J.; Alves, C.P.; Marques, L.C. & da Veiga, D.F. 2001.** Sistemas silvopastoris na Amazonia Oriental. En: Sistemas agroforestais pecuarios, opções de sustentabilidades para áreas tropicais e subtropicais. EMBRAPA. Brasil. p. 41-76.
- Del Pozo, P.; Jeréz, Irma; Fernández, Lucia; Padilla, P. & Ginoria, J. 2000.** Análisis del crecimiento y desarrollo morfológico de la *Leucaena leucocephala* en un

agroecosistema silvopastoril .Modelado del crecimiento .En: IV Taller Internacional Silvopastoril, "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 24

Del Pozo, P; Herrera, R. & García, M. 2002. Dinámica de los contenidos de carbohidratos y proteína bruta en el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con aplicación de nitrógeno y sin ella. Rev. cubana de Ciencia agrícola. 36: 275

Del Pozo, P. 2005. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Disponible en: <http://www.agroempresacoln.com.ar>. Consultado: 15/8/2007

Dobzhansky, R. (2004). Reflexiones sobre la evolución, ciencia y el mundo en general. Desarrollo. 9

Díaz Filho, M. 2003. Degradação de pastagens processos, causas e estratégias de recuperação. EMBRAPA. Amazonia Oriental. Ministerio de Agricultura Pecuaria e Abastecimiento. Belén, Brasil. p. 62

Duke, J.A. 2001. *Morus alba* (L.). <http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/dukeenergy>. Consultado: diciembre/ 2010].

Espinoza, E. & Benavides, J.E. 1996. Efecto del sitio y de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad del forraje de tres variedades de morera (*Morus alba* L.). Agroforestería de las Américas. 3 (11-12):24

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.

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

Francisco A. 2003. Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebbbeck* I. Hojas y tallos tiernos. Pastos y Forrajes, 26:125

Francisco, Geraldine. 2002. Manejo de las defoliaciones de *Albizia lebbbeck* para la producción de biomasa. Tesis presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 80 p.

- Francisco, Geraldine; Simón, L. & Soca, Mildrey. 1998.** Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. Pastos y Forrajes, 21:377
- Fukai, S. & M. Cooper, 1996.** Strees physiology in relation to breeding for drought resistance. A case study of rice 3. In: Physiology of stress tolerance in rice. University of Agriculture and Technology. Manilas. IRRI. p. 123
- FUNES, F. 1980.** Leucaena. Una nueva posibilidad para la alimentación ganadera en Cuba. Agropecuaria Popular. 1 (3):19
- 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. p. 77
- Galindo, Juana.; Chongo, Bertha.; Delgado, Denia.; Gutiérrez, Odilia.; La O, O. Marrero, Yoandra. & González, Niurca. 1998.** Informe parcial de proyecto CITMA. 000-008-20. Manipulación de la fermentación ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. ICA. La Habana, Cuba
- Gallo, J. 2007.** Evaluación ambiental estratégica para planes y programas de la ganadería. Tema de Doctorado en Ciencias del Ambiente. PEAUT, Universidad Nacional, Nicaragua
- Gálvez, G. 1985.** Parámetros y estadísticos en genética cuantitativa. Diseños genético-estadísticos para la descomposición de la varianza genética. En: Genética vegetal y fitomejoramiento. (Cornide, M. Teresa, J. Gálvez y A. Sigarroa, Eds.). La Habana. p. 208
- Gamboa, M.A.; Mendoza, H.; Medina, A. & Solorio, F.J. 2000.** Evaluación Agronómica y producción de forraje de cinco árboles forrajeros en Yucatán. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 188
- García, D.E.; Ojeda, F. & Pérez, Guadalupe. 2002.** Comportamiento fitoquímico de cuatro variedades de *Morus alba* en suelo Ferralítico Rojo con fertilización. [cd rom]. En: Memorias V Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical" y II Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- García, D.E. 2003.** Efecto de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Lin.) Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 97 p.
- Gómez, I.; Espinosa, R. & Guevara, O. 2002.** Producción de semillas de leucaena cv. Ipil-Ipil en áreas de pastoreo de la pre montaña Sierra Maestra. Pastos y Forrajes. 25:281

- 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. p. 129
- Gómez, M.E.; Rodríguez, L.; Murgueitio, E.; Ríos, C.; Molina, C.H.; & Molina, J.P. 2000.** Árboles utilizados en la alimentación animal como fuente proteica: matarratón (*Gliricidia sepium*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), pízamo (*Erythrina fusca*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Colombia. 147 p.
- 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". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. p. 208
- González, M.E.; Estévez, A.; Castillo, J.G.; Salomón, J.I.; Varela, M.; Ortiz, U. & Ortiz, E. 2003.** Análisis de la estabilidad genotípica en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*, L.) mediante las representaciones biplot. Cultivos Tropicales. 24 (1):81
- Graska, E.C.; Scapino, C.A.; Patto, C.A. & Rodríguez de Oliveira, V. 2001.** Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho. Pesq. Agropec. Bras. 36 (1):1888
- Gutteridge, R.C. & Shelton, H.M. 1994.** El campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la agroforestería. In: Agroforestería en desarrollo: Educación, investigación y extensión. (Krishnamurthy, L.; Leos, J.A., Eds.). Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH, México. p 17
- Hall, J. 2004.** Comportamiento del ganado bovino. En: Etología de los animales domésticos. (Jensen, P., Ed.). Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. p. 153
- Harvey, C.A; Alpízar, F; Chacón, M. & Madrigal, R. 2005.** Assessing linkages between Agriculture and Biodiversity in Central America: Historical overview and Future perspectives. Mesoamerican and Caribbean Region, Conservation Science Program. The Nature Conservancy (TNC), San José, Costa Rica. 140 p.
- Hernández, F.; Urbina, N. & Martínez, N. 1997.** Efecto de la radiación solar sobre la producción, la reproducción e incidencia de lesiones cutáneas en ganado Holstein en la sabana de Bogotá de acuerdo a la distribución de color de la capa de pelo. Rev. colombiana Cienc. Pec. Memorias Encuentro Nac. Inv. Cienc. Pec. IV ENICIP. 10 p.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Reyes, F. & Mendoza, C. 1998.** Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional

Silvopastoril. "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 214

Hernández, 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. p. 88

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. EEPF "indio Hatuey". Matanzas. p.130

Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruíz, J.; Salgado, E.J.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J. M.; González de la Torre, J.E.; Orellana, R.; Paneque, J.; Nápoles, P.; Fuentes, E.; Duran, J.L.; Peña, J.; Cid, G.; Ponce de León, D.; Hernández, M.; Frometa, E.; Fernández, L.; Carcés, N.; Morales, M.; Suárez, E.; Martínez, E. & Ruíz de León, J.M. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. La Habana. p. 26

Hernández, I.; Benavides, J.E. & Simón, L. 2000. Utilización de *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbbeck* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 284

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.

Hernández, I. & Babbar, Liana. 2001a. Sistemas de producción animal intensivos y el cuidado del ambiente: situación actual y oportunidades. Pastos y Forrajes. 24:281

Hernández, I. & Babbar, Liana. 2001b. Sistemas de producción animal intensivos y el cuidado del ambiente: situación actual y oportunidades. Pastos y Forrajes. 24:281

Hernández, I. & Babbar, Liana. 2001c. Sistemas de producción animal intensivos y el cuidado del ambiente: situación actual y oportunidades. Pastos y Forrajes. 24:281

Hernández, I.; Simón, L. & Duquesne, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbbeck*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pastos bajo condiciones de pastoreo. Pastos y Forrajes. 24:241

Holzer, W. & Kriechbaum, M. 2001. Pasture in south and central Tibet (China). II. Probable causes of pasture-degradation. Bodenkultur: 52.

- Hove, L.; Topps, J. H.; Sibanda, S. & Ndlovu, L. R. 2001.** Nutrient intake and utilisation by goats fed dried leaves of the shrub legumes *Acacia angustissima*, *Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* as supplements to native pasture hay. *Animal Feed Science and Technology*. 91 (1/2):95
- Huhn, M. 1996.** Nonparametric analysis of genotype x environment interactions by ranks. In: *Genotype-by-environment interaction*. New York. CRC Press, 235
- Ibrahim, M.; Villanueva, C. & Mora, J. 2005.** Traditional and improved silvopastoral systems and their Importance in sustainability of livestock farms. In: *Silvopastoralism and sustainable land management*. (Eds. M.R. Mosquera; A. Riguerio and J. McAda). CAB. Wallingford, UK. p. 13
- Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F. & Rojas, J. 2006.** Sistema silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. Memorias. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. [cd-rom]
- Iglesias, J. 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-Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 73 p.
- Iglesias, J.M.; Castillo, E.; Valdés, L.R.; Simón, L.; Hernández, C.A; Hernández, D.; Ruiz, T. E. & Hernández, I. 2006.** Sistema de pastoreo para el engorde bovino. En: *Recursos forrajeros, herbáceos y arbóreos*. (Ed. Milagros de la C.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, p. 386
- 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
- Kitahara, N.; Shibata, S.; Kawuano, M.; Takahashi, S. & Nishida, T. 2002.** Utilization and management of mulberry (*Morus* sp.) for forages. 2. Survivals of mulberry trees harvested by cattle browsing and clipping. *Grassland Science*. 48 (5):412
- 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. ed.

- La O, O. 2001.** Contribución al estudio del valor nutritivo de diferentes ecotipos del género *Leucaena* para la alimentación de rumiantes. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. ICA. La Habana. Cuba. 122 p.
- 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
- Lamela, L. 1998.** Técnica de muestreo. Conferencia del curso de posgrado "Manejo de los pastos y forrajes para la producción animal". Maestría en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 12 p.
- Lamela, L.; Castillo, E.; Iglesias, J. & Pérez, A. 2005.** Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. Pastos y Forrajes. 28:47
- Lescano, C.E.; Maas, B. & Keller-Grein, G. 1995.** Forrage quality of shrub legumes evaluated in acid soils, En Nitrogen fixing trees for acid soils. (Eds Evans, y Szott, L. T.) Proceedings of workshop held I CATIE, Turrialba windrock International y Nitrogen Fixing. Trees Association, Morrilton, USA. p. 228
- 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
- Leiva, Liliam; López, J.L. & Quiñones, Y. 2002.** Digestibilidad y comportamiento de cerdos de pre ceba alimentados con harina de morera. [cd room]. Memorias V Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical" y II Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Leng, R.A. 1997.** Tree foliage in ruminant nutrition. FAO Animal Production and Health. Paper 135. Rome, Italy. 102 p.
- López, Delia. 2003.** Cruzamiento en Cuba. Experiencias y perspectivas. <http://www.alpa.org.ve/publicac/criollo/capiv.dbf>. Consultado: 18/10/2008
- 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
- Lock, Sandra; Crespo, G.; Frómeta, E. & Fraga, S. 2006.** Estudio de indicadores de sostenibilidad del pasto y el suelo en un sistema silvopastoril con novillas lecheras. Revista cubana de Ciencia agrícola. 40:229

- Luizao, F.J.; Tapia-Coral, S.C.; Barros, E. & Wandelli, E.V. 2001.** Relación entre la diversidad encima y dentro del suelo de sistemas agroforestales en la Amazonia Central. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba. Boletín 4. p. 60
- Martín, G.J. 2004.** Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de *Morus alba*, Linn. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas., Cuba
- 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. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. p. 303
- 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. Tomo 2. FAO-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. p. 313
- Murgueitio, E. 2003.** Sistema agroforestal para la producción ganadera en Colombia. En: Memorias Taller Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. p. 144
- Murgueitio, E.; Cuellar, P.; Ibrahim, M.; Gobb, J.; Cuartas, C.A.; Naranjo, J.F.; Zapata, A.; Mejías, C.E.; Zuluaga, A.F. & Casasola, F. 2006.** Adopción de sistemas agroforestales pecuarios. Pastos y Forrajes. 29:365
- Muñoz, C.H. 2003.** Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos. Tesis en opción al grado académico de Máster en Ciencias. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, México. p. 65
- Navarro, J.A. 2003.** Herencia y ambiente. Boletín FEDAES. Barcelona. 22 p.
- Noda, Y.; Martín G.J.; Machado R.; García, D.E. & Medina, María G. 2007.** Efecto de dos frecuencias y alturas de corte en la producción de biomasa de morera (*Morus alba* Linn). Zootecnia tropical. 25(4):261

- Ojeda, F. 2006.** Consumo voluntario en los rumiantes. Conferencia Maestría en Pastos y Forrajes. EEPFIH. Matanzas, Cuba
- Orskov, E.R. 2006.** Agro-forestry in animal production systems in south east asia. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro de Convenciones Plaza América. [cd-rom]. EEPFIH
- Pacheco, D.; Lara, P.E. & Sanginés, R. 2002.** Niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en la ración de ovinos de engorda. I Reunión regional “Morera”; planta multipropósito”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba. 2 p.
- Paretas, J.J.; Acosta, R.; López Mirtha & Serrano, R. 2001.** Árboles multipropósitos para ecosistemas ganaderos ACPA. 4 39-45 La Habana. Cuba
- Pathak, P.S.; Rai, P.; Roy, R.D. 1980.** Forage production from koo-babool (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). 1. Effect of plant density, cutting intensity and interval and interval. Forage Research, (India). 6(1):83
- Pérez, L.E; Soca, Mildrey; Díaz, T. & Corzo, M.P. 2006.** Comportamiento etológico de bovinos en pastoreo intensivo en monocultivo vs silvopastoreo, Chiapas. México.
- Pérez-Infante, F. 1970.** Efecto de tres intervalos de corte y tres niveles de nitrógeno en las ocho gramíneas más extendidas en Cuba. Rev. cubana Cienc. agric. 4:145
- Pentón, Gertrudis. 2000.** Tolerancia del *Panicum maximum* cv. Likoni a la sombra en condiciones controladas. Pastos y Forrajes. 23:79
- Pentón, Gertrudis; Blanco, F & Soca, M. 1998.** EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería. EEPF “Indio Hatuey”-FAO. p. 32
- Pedraza, R.M.; García, Acelia & Pacheco, Rafaela. 1997.** Nutrimientos y factores antinutritivos en el follaje de *Leucaena leucocephala* cv. Perú a diferentes edades de rebrote. Pastos y Forrajes. 20:187
- Pinto, R.; Ramírez, L.; Kú Vera, J.C. & Ortega, L. 2002.** Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. Pastos y Forrajes. 25 (1):171
- Quincosa, J. & Álvarez, A. 2000.** Efectos de la adición de diferentes niveles de forraje verde sobre el comportamiento de bovinos jóvenes. UNAH. 2002. disponible en: <http://www.reduc.edu.cu/147/02/1/14702104.pdf>
- Quincosa, J. & Álvarez, A. 2002.** Estudio comparativo de la actividad de ingestión del Holstein y el Siboney de Cuba en el período poco lluvioso en condiciones de producción. Convención de Ciencias Básicas Médicas. Girón 2002. Ciudad Habana, Cuba. 10 p.

- Quincosa, J. & Álvarez, A. 2003.** La conducta mericica o de rumia en añojas y novillas del genotipo Siboney de Cuba como expresión de bienestar animal. En: Memorias III Convención Internacional de Ordenamiento Rural y Desarrollo Socio-Económico (ORDES). Ciudad de La Habana, Cuba. p. 132
- Ramírez, R.O.; Pérez, P. & J.; Hernández, G.A. 2000.** Valor nutricional de las asociaciones de gramíneas- leguminosas y su efecto en la producción de bovinos en pastoreo. Memorias. Primer Seminario Internacional. Tópicos selectos en la producción de bovinos en el trópico seco. 65- 83. Acapulco, Gro. México
- Ramírez, L. & Egaña, B. 2003.** Guía de conceptos de genética cuantitativa. Universidad Pública de Navarra. 12 p.
- Reinoso, M. 2001.** Sistemas Silvopastoriles: Una opción agroecológica para la ganadería. I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 26
- Reyes, F.; Sánchez, Saray & Pentón, Gertrudis. 2002.** Efecto de la producción y calidad de *Morus alba* en asociación con plantas arbóreas leguminosas. En: I Reunión regional "Morera, planta multipropósito" EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 2. p.
- Ribas, Miriam; Gutiérrez, Maritza; Evora, J.C. & García, R.; 2001.** Efectos ambientales y genéticos en la producción de leche de vacas mestizas de Siboney de Cuba. Rev. cub. Cienc. agríc. 33:135
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H.; & Castillo, E. 2005.** Las leguminosas: sus posibilidades para implantar sistemas ganaderos sostenibles. Rev. cub. Cienc. agríc. 39:501
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 2001.** Algunas valoraciones conceptuales sobre el establecimiento de las leguminosas en el trópico. Conferencia. [cd-rom]. I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Sánchez, M.D. & Díaz, J. 2002.** Mulberry as animal feed in the world. In: Mulberry for animal feeding in China (Eds. Jian, L.; Yuyin, C.; Sánchez, M. & Xingmeng, L.). Hangzhou, China. p. 1
- Sánchez, Saray & Milera, Milagros. 2002.** Dinámica de la macrofauna edáfica en la sucesión de un sistema de manejo de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto. Pastos y Forrajes. 25:189
- Sánchez, Tania. 2002.** Evaluación de un sistema silvopastoril con hembras Mambí de primera lactancia bajo condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 93 p.

- Sánchez, Saray. & Hernández, Marta. 2001.** Efecto de la adición del follaje de *Bauhinia purpurea* en la macrofauna edáfica. Pastos y Forrajes. 24:41
- Santana, P.A.A. 2000.** Mejoramiento del valor nutritivo de los ensilajes tropicales mediante mezclas de gramíneas y leguminosas. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Granma. Cuba
- Sánchez, Saray & Crespo, G. 2005.** Estudio de la fauna edáfica bajo un sistema silvopastoril y su relación con los procesos de descomposición de la hojarasca. Memorias. I Congreso Internacional de Producción Animal, III Congreso Internacional sobre Mejoramiento Animal y I Congreso Internacional sobre Ganadería Sostenible [cd-rom]
- Senra, A. 2001.** Aspectos fundamentales para el manejo de sistemas sostenibles de producción de leche a base de pastos, en América Latina y el Caribe. XIV Forum de Ciencia y Técnica. ICA. San José de las Lajas, La Habana, Cuba. 11 p.
- Senra, A. 2002.** Manejo del pasto y la recuperación lechera. ACPA. 3/2002. 31 p.
- Simón, L.; Lamela, L. Esperance, M. & Reyes, F.1997.** Silvopastoreo transferencia tecnológica. ACPA. 2:31
- Simón, L. 2005.** El silvopastoreo un nuevo concepto de pastizal. Universidad de San Carlos de Guatemala. ISBN: 959-16-0209.
- Simón, L. 2006.** Experiencias en el proceso de difusión, adaptación y mejora de la tecnología del silvopastoreo racional en Cuba. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. Varadero, Cuba.
- Snymana, H.A. & du Preezb, C.C. 2005.** Rangeland degradation in a semi-arid South Africa. II. Influence of soil quality. J. Arid Environments. 60:483
- 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. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 220
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. & Riveros, F. 1991.** Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma. p. 602
- Stat Soft, Inc. 2006.** Statistics for Windows □computer program manual. Julsa
- Steel, R. & Torrie, J. 1985.** Biostatística, principios y procedimientos. Trad. de la primera ed. inglesa por A. Martínez. 2da ed. McGraw-Hill. México. 481 p.

- Stür, W.W.; Shelton, H.M. & Gutteridge, R. C. 1994.** Defoliation and management of forage tree legumes. In: Tree legumes in tropical agriculture. (Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M., Eds.). Forage Wallingford, G. B., CAB International. p. 144-157.
- Suárez, J.; Pérez, A.; Lamela, L.; Simón, L. & Esperance, M. 2006.** La difusión y adopción de tecnologías. En: Recursos forrajeros, herbáceos y arbóreos. (Ed. Cuba. EEPF “Indio Hatuey”-Universidad San Carlos de Guatemala. p. 25
- Suárez, J. & Herrera, J. 1986.** Los pastos en Cuba. Tomo I. 2da. ed. Cuba. p. 25
- Talamucci, P.; Pardini, A. & Argenti, G. 2002.** Effects of grazing animals and cutting on the production and intake of a mulberry-subterranean clover association. In: Animal Production and Health. Paper No. 147. FAO. Rome. p. 223
- Vallejo, M.A. 1995.** Efecto del pre marchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 98 p. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería.
- Varela, M. 2002.** Los métodos Biplot como herramienta de análisis de interacción de orden superior en el modelo lineal/Bilineal. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Salamanca. 202 p.
- Vargas, S.; Franco, R.; Suárez, D.; Quiñones, R.; RIOS, L.; Artiles, J. & Rodríguez, E. 2002.** Comportamiento productivo de ovinos mestizos Pelibuey en crecimiento utilizando dos niveles de morera (*Morus alba*) y CT-115 (hierba elefante cubana) como forraje. I Reunión Regional “Morera, planta multipropósito”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 3 p.
- 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. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. p. 187
- Xavier, D.F.; Carvalho, M.M.; Alvim, M.J. & Gomes, F.T. 2004.** Litter and nutrient accumulation by two different tree combination in a silvopastoral systems. 2nd International Symposium on Silvopastoral Systems. (Eds. L. t'Mannetje, L. Ramírez, M. Ibrahim, C. Sandoval, N. Ojeda & J. Ku). Universidad Autónoma. Mérida, Yucatán, México. p. 132
- Zea, J. & Díaz, M.D. 2000.** El pasto y la alimentación del ternero de carne. Mundo Ganadero. No. 118