

UNIVERSIDAD DE MATANZAS

“CAMILO CIENFUEGOS”

ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES

“INDIO HATUEY”

**Producción de leche con una asociación de árboles
forrajeros y CT-115 bajo condiciones de riego**

AUTOR: MV. RUBÉN B. SOTO VALDÉS

TUTOR: Dr. C. LUIS LAMELA LÓPEZ

Dra. C. TANIA SÁNCHEZ SANTANA

Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes

2008



Pensamiento

“... el día que hayamos resuelto el problema del pienso y no tengamos que importar más pienso, y a base de pasto y forraje y de cosas que sembremos en las granjas, podamos alimentar el ganado, nos habremos quitado un gran problema (...) habremos dado un gran paso de avance, y tendremos posibilidades ilimitadas de desarrollo”.

El reto de la ganadería en Cuba es producir leche y carne a base de pastos y forrajes.

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria

- **A mis familiares.**
- **A mis Hijos**, *que me inspiran cada día a seguir adelante.*
- **A mis amigos más allegados.**
- **A mis compañeros de trabajo**, *por la confianza que me brindan.*
- **A los que de una forma u otra pusieron su granito de arena** *en la consecución de las investigaciones y la redacción de los resultados.*

Agradecimientos

- *A la EEPF “Indio Hatuey” por darnos la posibilidad de la realización de esta Maestría.*
- *A la dirección de la Empresa de Cítricos por el ejemplo y las enseñanzas recibidas.*
- *Agradecimientos Especiales al Dr. Luis Lamela López, por sus certeras orientaciones como tutor de esta tesis de maestría.*
- *Al grupo de investigadores que durante todo el año visitan nuestra empresa con la noble misión de orientarnos y enseñarnos.*
- *A la Dra. Marta Hernández, por su meritorio trabajo en la conducción de la maestría de Pastos y Forrajes.*
- *Mis más profundos Agradecimiento y Reconocimientos a los Profesores que impartieron los cursos, que con su dedicación y sacrificio burlaron todos los obstáculos que se encontraron para la impartición de los mismos.*
- *A los trabajadores de la Vaquería El Rancho, especialmente a Luis Pérez sin cuyo trabajo no hubiese sido posible la realización de esta tesis.*
- *A mis compañeros de departamento que siempre estuvieron a mi lado brindándome apoyo.*

RESUMEN

En la vaquería “El Rancho” de la Empresa de Cítricos, “Victoria de Girón” del municipio Jagüey Grande en la provincia de Matanzas, Cuba, se evaluó la producción de leche durante un año, en un sistema asociado (leucaena + morera + CT-115), con el objetivo de determinar la producción de leche en condiciones comerciales, cuando las vacas del grupo de alta producción tienen acceso al sistema durante el período de incremento de la curva de lactancia (150 días). Los animales utilizados fueron del cruce Holstein x Cebú de mediano potencial. La disponibilidad de materia seca en el área de asociación fue superior a 30 kg de MS/animal/rotación como promedio durante el período de evaluación, existiendo diferencias entre épocas del año, lo que permitió ofertas de materia seca en estas áreas de 39 kg/animal/día en el período lluvioso (PLL), siendo superior al período poco lluvioso (PPLL) que no superó los 31 kg/animal/día. La composición florística del sistema se caracterizó por más del 88% de la gramínea, 3 000 plantas de leucaena y 9 000 de morera. La producción de leche alcanzó niveles superiores a igual período que años anteriores (131 052 kg), con un incremento de 39 270 kg durante el año de explotación. Las vacas del grupo de alta producción promediaron en el año más de 10 kg/vaca/día y la vaquería promedió 7,6 kg por animal/día, record histórico para la misma. Se alcanzaron ingresos totales de 312 668,81 pesos y la relación beneficio/costo se comportó a 3,60 pesos producido por cada peso gastado. Los resultados surgieron que el sistema de asociación en condiciones comerciales permite a las vacas de mediano potencial niveles aceptables de producción de leche además se mantiene una buena disponibilidad de materia seca y una buena estabilidad de la composición florística del pastizal.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1. La producción de pastos y forrajes y su distribución anual	4
1.1 El proceso de crecimiento.....	5
1.2 Factores que afectan la producción y utilización de los pastos y forrajes.....	7
2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	12
2.1 Sistemas silvopastoriles.....	12
3. Descripción de las características productivas de <i>P. purpureum</i> cv. CT-115, <i>M. alba</i> y <i>L. leucocephala</i>	17
3.1 Género Pennisetum	17
3.2 Género Morus	21
3.3 Género Leucaena	25
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	33
2.1 Ubicación del área experimental.....	33
2.2 Características edafoclimáticas	33
2.3 Descripción de la vaquería y su manejo general.....	33
2.3.1 Características del área	33
2.3.2 Preparación del suelo, siembra y establecimiento.....	34
2.3.3 Explotación y manejo con vacas.....	34
2.4. Mediciones en el pastizal	35
2.4.1. Disponibilidad y calidad del pasto.....	35
2.4.2. Disponibilidad de <i>L. leucocephala</i>	35
2.4.3. Composición florística del pastizal.....	35
2.4.4 Población de <i>L. leucocephala</i> y <i>M. alba</i>	35
2.5 Animales.....	36
2.6 Producción de leche.....	36
2.6.1 Otros indicadores de la producción de leche	36
2.7 Procesamiento de los resultados	36
2.8 Resultados económicos	37
2.9.1 Balance alimentario.....	37
CAPÍTULO III. RESULTADOS EXPERIMENTALES	38
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	50
Bibliografía	51
AnexoS	63

INTRODUCCIÓN

En la década de los noventa, la economía cubana entró en una profunda crisis, situación que se agudizó notablemente debido al modelo agrícola vigente, pues se enfrentó a una reducción severa de los insumos, que en su mayoría eran importados.

Los insumos en que se sustentaba la alimentación nacional para la ganadería fueron seriamente afectados, de 400 000 t de fertilizantes para fertilizar los pastizales, se canceló su compra, excepto 8 000 t de urea con destino a la alimentación, de 1 000 000 t de miel se tomó la decisión de suministrar ese alimento a otras especies y de las 700 000 t de concentrados, se redujo solo a 30 000 t.

En este período se redujeron las compras de las importaciones al 40% y el combustible a un 30% (Funes, 2001). Otros insumos de gran importancia como suplementos proteicos, sales minerales y herbicidas fueron reducidos sus compras en más de 90%.

La ganadería no quedó exenta de esta situación tan devastadora, que trajo aparejado una reducción en la producción de leche con consecuencias nefastas para la población teniendo el estado que elevar las compras de leche en polvo para satisfacer las necesidades de dos estratos de la población; las dietas médicas y los niños menores de 7 años, además satisfacer las necesidades de hospitales, hogares maternos, asilos de ancianos y escuelas, etc.

La implementación en el sector ganadero de los sistemas intensivos, ha originado serias consecuencias económicas, al originar una alta dependencia exterior de insumos para la producción de leche (García-Trujillo, 1995).

Desde el triunfo de la revolución el compañero Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, prestó singular atención al desarrollo de la ganadería en Cuba. Enfatizó que el pasto de alta calidad debe ser la fuente principal de alimentación del ganado vacuno.

En virtud de la realidad antes expuesta y a pesar de las limitaciones de recursos que entorpecían el trabajo, los Investigadores comenzaron una tenaz lucha por encontrar alternativas para satisfacer las necesidades de nuestros animales, para obtener una adecuada producción animal sin afectar el medio ambiente.

Se emprendió una serie de medidas para la recuperación de la base alimentaria del ganado, con el empleo de prácticas alternativas y la aplicación de sistemas de producción animal

sostenible, las cuales tenían como principal objetivo el aumento de la producción, aun con pocos recursos (Robert, 1999; Reinoso, 2000).

Dentro de estas medidas se encuentran los sistemas que se basan en el uso de los árboles forrajeros como son los bancos de proteína y los sistemas asociados en toda el área de pastoreo.

La tecnología de producción de leche con el empleo de árboles forrajeros y gramíneas mejoradas es un sistema sostenible y la misma se basa además en la utilización de leguminosas rastreras y gramíneas mejoradas que permite obtener una alta disponibilidad de masa verde y soportar una elevada carga por área (Anon, 2001).

HIPÓTESIS DE TRABAJO

La utilización de una asociación de *Pennisetum purpureum* CT-115 con los árboles forrajeros *Leucaena leucocephala* y *Morus alba* bajo condiciones de riego incrementa las producciones de leche a niveles superiores a 10 kg/vaca/día en un sistema intensivo.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el potencial de producción de leche de una lechería con la utilización de una asociación de *P. purpureum* CT-115 con los árboles forrajeros *L. leucocephala* y *M. alba* bajo condiciones de riego.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la comunidad vegetal de una asociación de *P. purpureum* CT-115 con los árboles forrajeros *L. leucocephala* y *M. alba*.
- Determinar la calidad y disponibilidad de biomasa de la asociación en condiciones de pastoreo.
- Evaluar la producción de leche de la asociación con vacas de mediano potencial bajo las condiciones de riego.

NOVEDAD CIENTÍFICA

- Se utiliza por primera vez un sistema asociado de CT-115, leucaena y morera, bajo condiciones de riego para la producción de leche
- Se aplica la suplementación con north gold a vacas a partir del sexto kg de leche producido
- Se introduce en la Empresa de Cítricos “Victoria de Girón” una tecnología con el empleo de un sistema intensivo para la producción leche

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. La producción de pastos y forrajes y su distribución anual

En el trópico, un sistema de alimentación de las vacas lecheras basado en pastos y forrajes, depende de la cantidad de pastos y forrajes que se produzca en el medio donde se desarrolla la explotación, así como su composición bromatológica y la distribución anual del rendimiento.

En la década del 80; a pesar de los grandes volúmenes de concentrados empleados (700 000 t), así como 1 000 000 t de mieles y sales minerales, 36 000 t de harina de pescado, urea y otros suplementos. El rendimiento promedio de esa época no rebasó los 6,3 kilogramos de leche por vacas en ordeños, muy por debajo del potencial genético de los animales (Monzote y Funes-Monzote, 1997).

Los sistemas de producción bovina establecidos en Cuba antes de 1990 se beneficiaron con ciertos niveles de alimentos proteicos y energéticos concentrados. Es común en algunos productores atribuir el decrecimiento de la producción ganadera fundamentalmente a la desaparición de esos beneficios, pero eso es completamente desacertado si se tiene en cuenta que en tiempos de máximo empleo de estos en Cuba, el ganado consumía directamente en pastoreo el 70% de los nutrientes y sumándole el forraje se elevaba al 90%, es decir que en la ganadería cubana sólo el 10% de los nutrientes consumidos por el ganado vacuno dependían de los concentrados (Valdivia, 1979).

En la ración típica de un bovino en Cuba, los forrajes permanentes y los alimentos suplementarios distribuidos, arrojan que solo se consume el 48% del alimento necesario, donde el 94% de este es aportado por los pastos (GAIPA, 2004).

Se ha comprobado experimentalmente la posibilidad de producir de 8 a 12 kilogramos de leche por vacas basado en pastos fertilizados (Pérez-Infantes, 1977; Jeréz, 1983; García Trujillo, 1993) ó en asociaciones en toda el área de pastoreo de gramíneas y leguminosas (Sánchez, 2007).

El desarrollo creciente de la producción ganadera en Cuba ha estado relacionado con el crecimiento progresivo de los pastos y forrajes mejorados o cultivados, que a finales de la década del 1980 ocupaban cerca del 50%, mientras que en la actualidad no sobrepasan el 20% de la estructura varietal explotada en la ganadería.

No parece ser posible llegar hoy día a la producción sostenible de leche y carne de bovina en el trópico, sin que los pastos, incluidas las leguminosas, desempeñen el rol protagónico (Hernández *et al.*, 2000).

La principal causa de la caída de la producción ganadera en nuestras condiciones es el deterioro sin reposición de los pastizales cultivados.

Según Machado *et al.* (1997) y Olivera *et al.* (2003) se hace necesario continuar los esfuerzos en la introducción, evaluación y explotación de nuevas formas nativas o mejoradas de pastos y forrajes, cuyos potenciales productivos, valor nutritivo, adaptación y tolerancia al ambiente así como otros rasgos de interés superen a las variedades locales e incidan positivamente en la producción.

Los pastos ocupan el 23% de las tierras en el trópico Latinoamericano y constituyen la fuente fundamental de alimentación de los bovinos, sin embargo se degradan a gran velocidad debida fundamentalmente al manejo deficiente de las especies.

Las principales causas de degradación de los pastos.

- Baja fertilidad de los suelos.
- Pobre adaptación de especies introducidas.
- Deficiencia en los sistemas de establecimiento y manejo.
- Uso nulo o limitado de fertilizantes.
- Ausencia de leguminosas.
- Agresividad de plantas invasoras.
- Alta presión de patógenos.
- Falta de capacitación o actualización.
- Reducido apoyo a la generación, extensión y generalización de tecnologías sostenibles.

1.1 El proceso de crecimiento

Hacer pastos es satisfacer las necesidades de la hierba y de la vaca; por eso existen cuatro leyes universales, dos que se refieren a las necesidades de la hierba y dos a las de la vaca, Voisin, (1963).

- PRIMERA LEY. Para que una hierba cortada por el diente del animal pueda dar el máximo de productividad, es necesario que entre dos cortes sucesivos haya pasado

el tiempo suficiente, que permita a la hierba almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un rebrote vigoroso y realizar la llamarada de crecimiento.

- SEGUNDA LEY. El tiempo de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto para que una hierba cortada el primer día por el diente, no sea cortada de nuevo antes que los animales dejen la parcela.
- TERCERA LEY. Es necesario ayudar a los animales de exigencias alimenticias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de hierba y que esta sea de la mejor calidad.
- CUARTA LEY. Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es preciso que no permanezca más de tres días en una parcela. Los rendimientos serán máximos si las vacas no permanecen más de un día en una parcela.

En las condiciones de Cuba, varios autores han descrito curvas de rendimiento para los pastos tropicales pudiendo observarse que los intervalos de tiempo en que se producen sus estadíos difieren de lo informado para los pastos templados.

En la curva de crecimiento pueden distinguirse 3 estadíos:

- Un primer período de crecimiento lento.
- Un período intermedio de crecimiento muy rápido.
- Un período final de escaso crecimiento.

La primera fase o período se caracteriza por ser lenta y su duración depende de la especie y el grado de intensidad con que fue desfoliada por corte o por pastoreo con animales.

Para el segundo estadío, Voisin (1963) ha utilizado el término de “Gran Período de Crecimiento” o el de “Llamarada de Crecimiento”. En este período se produce un incremento notable en el área foliar con un balance positivo entre la fotosíntesis y la respiración hasta alcanzar la máxima producción fotosintética.

En el tercer y último período, el crecimiento se realiza con una menor intensidad hasta alcanzar su máximo rendimiento, momento a partir del cual predomina la pérdida de masa seca. Regularmente, en esta fase se produce una mayor acumulación en tallos, inflorescencias y de material muerto en los pastizales. Por encima de este tiempo el crecimiento vegetativo es prácticamente insensible al incremento de la duración del período de crecimiento o de rebrote.

1.2 Factores que afectan la producción y utilización de los pastos y forrajes

En la producción y utilización de los forrajes, intervienen un conjunto de factores, que por su complejidad, requiere de conocimientos, tanto científicos como prácticos, que permitan aplicar el manejo adecuado de los pastos para que sean utilizados por el ganado en su estado óptimo.

Las principales causas que afectan la producción de pastos y forrajes son: el clima (temperatura, radiación solar y precipitación), el suelo (fertilidad, propiedades físicas y humedad), la especie y el manejo, debido a que el crecimiento de las plantas es producto, en primera instancia, del proceso de fotosíntesis que ocurre por la acción de la luz (Whiteman, 1980).

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

1.2.1 Clima

1.2.1.1 Precipitaciones

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

La mayor producción de pasto se produce en el período lluvioso (mayo a octubre), donde ocurren el 80% de las precipitaciones promedio anual (1 300 mm), además de presentarse altas temperaturas y radiaciones solares, lo cual favorece el crecimiento de las plantas. En la época de seca (noviembre a abril), cae el 20% de las precipitaciones anuales y la producción de pasto se reduce drásticamente (tabla 1.1).

1.2.1.2 Especies

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

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

Tabla 1.1. Adaptación de algunas gramíneas y leguminosas tropicales en función de la pluviosidad anual (mm) Pardini (2000).

Especie	4-600	6-1 000	1-2 000	+ 2 000
Gramíneas tropicales				
<i>Andropogon gayanus</i>	XXX	XX		
<i>Cynodon dactylon</i>		XXX		
<i>Cynodon nlemfuensis</i>		XXX		
<i>Panicum maximum</i>		XXX	XXX	
<i>Brachiaria brizantha</i>			XXX	
Leguminosas tropicales				
<i>Macroptilium atropurpureum</i>		XX	XXX	
<i>Neonotonia wightii</i>		XX	XXX	
<i>Leucaena leucocephala</i>			XX	XXX

XXX Muy adaptadas XX Adaptadas

Estos mismos autores plantean que todas estas variedades, independientemente de su hábito de crecimiento, alcanzan un potencial productivo medio de materia seca que fluctúa entre 15,6 y 22,1 t/ha/año cuando se riega y fertiliza, entre 9,8 y 16,0 t/ha/año en seco y fertilizada en lluvia, y entre 9,0 y 11,0 t/ha/año en seco sin fertilización, lo que representa un incremento medio de 35,7; 44,6 y 40,4% por encima de lo que producen las gramíneas naturales y/o naturalizadas (tabla 1.2).

Entre las leguminosas se aprobaron 7 variedades herbáceas: *L. purpureus* cv. Rongai, apropiada para corte e incluso para pastoreo; *M. sativa* cv. Gilboa Africana, preferentemente para la producción de forraje; así como *S. guianensis* cv. CIAT-184, *T. labialis* cv. Semilla Clara, *M. atropurpureum* cv. Siratro, *Centrosema híbrido* CIAT-438 y *A. postrata*, todas con características eminentemente pratenses. Además 5 variedades arbustivas y/o arbóreas: *L. leucocephala* cvs. Cunningham, Perú, Ipil-Ipil y CNIA-250, con posibilidades para el ramoneo

en bancos de proteína o asociaciones; y *A. lebbeck*, también para este propósito o para la confección de harinas a partir de sus legumbres y semilla secas.

Tabla 1.2. Rendimiento medio de gramíneas comerciales y naturales bajo diferentes condiciones ambientales (32 localidades de Cuba).

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

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

Fuente: Corbea *et al.* (1996)

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

1.1.2.3 Manejo de los pastizales

En el presente acápite se analizan los principales aspectos del manejo de los pastos para la producción de leche.

Capacidad de carga

En la figura 1.1, se observa el efecto de los fertilizantes y el agua en la productividad y capacidad de carga de los pastizales. En términos generales, la carga que se debe emplear en el período lluvioso es aquella que permita que los animales cubran sus requerimientos casi en su totalidad con el pasto, mientras que en el período poco lluvioso es necesario cubrir parte de estos con otra fuente de alimento, para de esta forma suplir el déficit de pasto que se produce en esta época.

Tiempo de estancia

Vázquez y Lao, (1979) al utilizar *C. dactylon* var. Coastal y comparar 8 y 16 cuartones con 2 y un día de estancia por cuartón respectivamente, observaron un 8 y 7% de incremento en la producción de leche/vaca para un día de estancia en lluvia y seca.

Milera (1992a) y Milera (1992b) observaron que con el menor tiempo de estancia y la carga baja no solo se alcanzó la mayor producción de leche (9,4 kg/vaca/día) y persistencia (82%), sino que fue posible segregar el 43% del área para ensilar.

Senra *et al.* (1982), al comparar diferentes números de cuartones, observaron que en el cv. Coastcross-1 no hubo diferencias entre 6 y 12 y en el *C. nlemfuensis* Jamaicano entre 4 y 8 cuartones, pero el peor comportamiento se presentó en el sistema con 2 cuartones en ambos pastos, en cuanto a producción de leche, disponibilidad y altura de la planta.

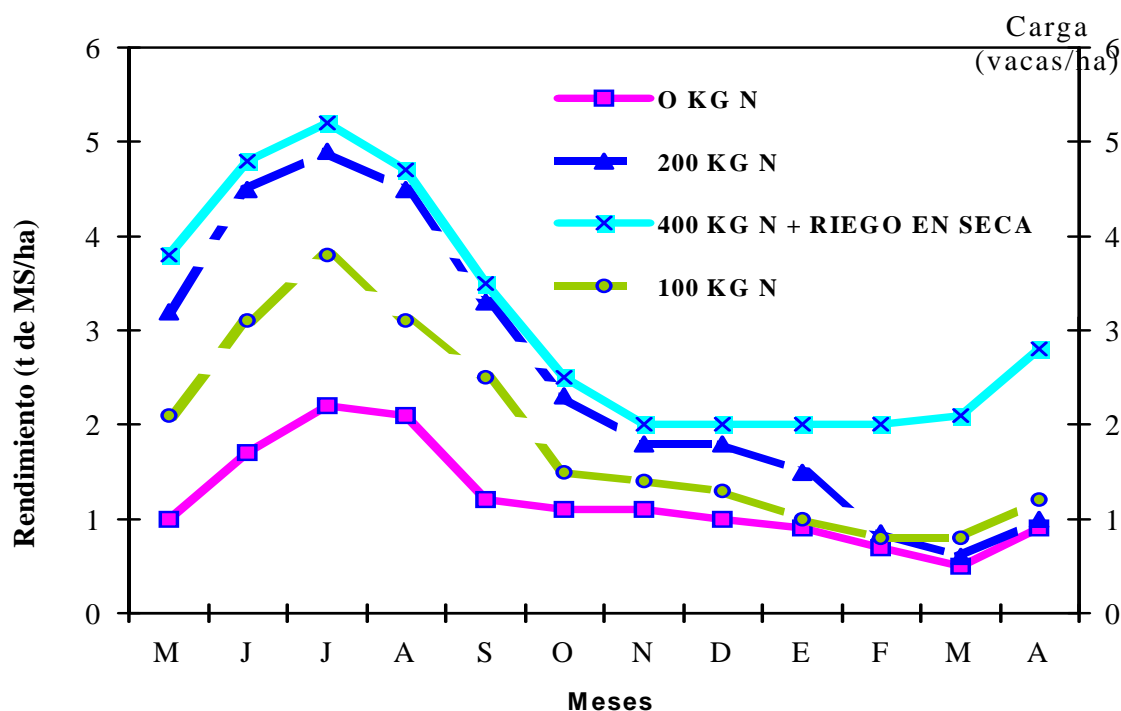


Fig.1.1. Efecto de la fertilización nitrogenada y el riego en la capacidad de carga.

Fuente: García-Trujillo, (1981)

García-Trujillo *et al.* (1978), Al estudiar cómo el tipo de pasto y los días de estancia afectaban algunos componentes del consumo, encontraron que el P. máximo tenía una velocidad de consumo (MS consumida/min de pastoreo) superior al resto, seguido del cv. Coastcross-1, *D. decumbens* y finalmente *C. dactylon* L. Pers y *Ch. gayana* y la *D. decumbens* tuvieron pendientes más pronunciadas en la disminución de la velocidad de consumo que el cv Coastcross-1 y *C. dactylon*, las que fueron menos variables con el aumento de los días de estancia en el cuartón. Al analizar los bolos deglutidos, se observó que los animales trataban de consumir las partes más nutritivas de la hierba, ya que el porcentaje de PB estuvo alrededor de 10% en todas las especies al tercer día de pastoreo.

1.2.1.4. Valor nutritivo de los pastos y forrajes

Para aumentar la producción y productividad ganadera, hay que considerar la capacidad de cubrir las necesidades de alimentación para las existencias de animales, junto al aumento del potencial de rendimiento genético, el valor alimenticio y los rendimientos que se pueden esperar de los forrajes en cuestión se determinan, en primer lugar, por su composición química, así como por la digestibilidad de las sustancias nutritivas (Legel, 1981).

En zonas templadas han encontrado variaciones del valor nutritivo entre familias, especies, géneros, variedades e incluso entre genotipo dentro de una población pura (Minson *et al.*, 1960; Minson *et al.*, 1964).

En los forrajes tropicales se repite el mismo fenómeno, pues en los trabajos genéticos se han obtenido variedades de más alto valor nutritivo (Burton y Monzón, 1978).

Edad de rebrote

La digestibilidad de la materia orgánica puede ser tan alta como el 80% en gramíneas tiernas y descender hasta el 50% o menos en los forrajes maduros.

El valor nutritivo son máximo en los pastos jóvenes, se mantiene elevado hasta el principio de la floración, para decrecer más o menos rápidamente, en dependencia de la especie de que se trate, las condiciones climáticas, etc. que pueden ejercer una influencia importante en acelerar o retardar el estadio de maduración (Rodríguez *et al.*, 1976).

Motta (1953) y Mahendranathan (1971), indican que la proteína bruta disminuye con la edad y ha variado del 19% en rebrotes de 2 semanas a menos del 5% en los estados avanzados de madurez, mientras que el contenido de fibra aumenta y la digestibilidad de los nutrientes disminuye.

Xandé (1979) encontró en un conjunto de especies y variedades, que la digestibilidad de la materia orgánica disminuye de 0,2 - 0,4% por día.

Tuarez (1977), ha informado que en las gramíneas el contenido de PC y la DMS disminuyen con la edad; en las leguminosas no se muestra una tendencia definida, pues el comportamiento es diferente según la variedad o especie estudiada (época del año).

Se ha señalado que la influencia de las condiciones climáticas tropicales puede ser la causa de la inferioridad del valor nutritivo de los pastos tropicales, particularmente la temperatura y la evapotranspiración, aunque también existe influencia de los factores genéticos (Minson y McLeod, 1970). Además ha sido demostrado que también existe un efecto del clima, sobre todo de la temperatura y la humedad, sobre el fisiologismo del animal, y que por consiguiente

afecta el valor alimenticio de los forrajes, especialmente el consumo (Chenost, 1973; Michalet-Doreau y Xandé, 1979).

Fertilización

La aplicación de nitrógeno merece especial atención, pues produce un incremento en las sustancias nutritivas nitrogenadas y trae consigo grandes beneficios sobre el consumo; al respecto se ha demostrado que puede elevarse hasta seis veces con relación a otro no fertilizado (Rodríguez *et al.*, 1976).

Contrariamente a lo observado en los forrajes templados, la fertilización nitrogenada puede ocasionar un aumento sensible de la digestibilidad de los forrajes tropicales. Chenost (1973); Gomídez *et al.* (1969), señalan un aumento significativo en la digestibilidad de la celulosa en tres pastos tropicales, efecto que disminuyó con la madurez del pasto.

A su vez, Wilkinson *et al.* (1970) hallaron un aumento en la DMS de la Bermuda de costa (*C. dactylon*) al aumentar la fertilización.

Nivel de oferta del forraje

En el CIAT de Colombia, (1972, 1973, 1974 y 1978) y Cáceres, (1985), encontraron que el consumo se incrementa hasta niveles de alrededor de 100 g de MS/kg de $P_{0,75}$; mientras que en algunos casos la digestibilidad continúa elevándose a niveles de oferta más altos y existen variaciones en la influencia entre variedades, especialmente en las leguminosas. Al incrementarse el nivel de oferta, existen más posibilidades de selección por parte de los animales.

Laredo y Minson, (1973) evidenciaron que los animales prefieren las hojas y las seleccionan cuando es posible, aumentando el consumo, lo cual ha sido demostrado por que los promedios de consumo de las hojas fueron mayores en 46% que el de los tallos, asociados al mayor consumo de hojas con su menor retención en el retículo-rumen.

2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Uno de los sistemas de producción que mayor aceptación ha tenido por los ganaderos han sido los sistemas silvopastoriles bajo las condiciones actuales de nuestro país.

2.1 Sistemas silvopastoriles

Se basan en la asociación de gramíneas y leguminosas y las principales formas de utilización se detallan a continuación:

- Banco de proteína
- Asociación en toda el área de pastoreo

2.1.1 Bancos de proteínas

Las investigaciones realizadas en sistemas con banco de proteína, utilizando niveles de fertilización nitrogenada para la gramínea entre 0 y 120 kg N en suelos Ferralíticos Rojos y Pardos han alcanzado un potencial de leche entre 5,7 a 10,1 L/vaca/día. En los trabajos donde la leucaena se distribuye en toda el área (Asociación) y sin fertilizantes, la producción de leche fue de 8,5-10 kg/vaca/día, valor similar al que se obtiene cuando se fertilizan los pastos con 150-200 kg de N /ha/año y se emplean niveles bajos de suplementación con concentrados de importación de alrededor de 1 a 2 kg/vaca/día (tabla 1.3).

Las cargas utilizadas se establecieron de acuerdo a las posibilidades agro productivas de los suelos y estas se encontraron entre 1,5 y 3,1 vacas/ha, pero en los trabajos donde no se utilizaron fertilizantes este indicador no sobrepasó las 2 vacas/ha.

Los resultados en la utilización de la leucaena para la alimentación de bovinos permiten:

- Ganancias de peso vivo entre 500 y 800 g/animal/día en la ceba de machos. Superior a 400 g/animal/día en hembras de reemplazo.
- Una mejor ganancia de peso vivo y producción de leche cuando se utiliza la asociación en toda el área de pastoreo con respecto al banco de proteína.
- El banco de proteína permite producciones de leche entre 9 y 10 L/vaca/día cuando se dispone de un nivel bajo de fertilizantes nitrogenados, sin embargo, cuando se carece de ese recurso, los niveles que se pueden alcanzar se encuentran entre 5 y 6 kg/vaca/día.
- La asociación logra valores superiores de producción de leche, las cuales se encuentran entre 8 y 10 kg/vaca/día.
- Incrementa el contenido de proteína cruda de los pastos de 1 a 4 unidades porcentuales.
- La utilización de la leucaena tanto asociada como en banco de proteína supera los resultados productivos que se alcanzan cuando se dispone de pastos naturales y/o pastos mejorados no fertilizados.

Tabla 1.3. Producción de leche en Sistemas Silvopastoriles.

Especie	Carga	Fertilización (kg de N/ha)	Producción (kg/vaca/día)	Autores
BANCOS DE PROTEINAS				
Guinea + Leucaena	2,5	120	10,1	Milera, Iglesias, Remy y Cabrera (1991)
Guinea + Leucaena + Glycine	3,1	70	9,3	Lamela, Matías y Gómez (1999)
Pasto estrella + Leucaena	2,0	-	5,7	Lamela, Valdés y Fung (1996) ^a
Guinea + Leucaena	2,0	-	6,6	Lamela, Valdés y Fung (1996) ^b
ASOCIACIONES				
Guinea + Pasto estrella + Leucaena + Glycine	1,5	-	9,5	Lamela, Matías y Díaz (1998)
Estrella+Leucaena	1,7	-	7,9	López, Lamela y Sánchez (2003)

2.1.2 Asociaciones de gramíneas y leguminosas

Según Altieri (1996), es necesario implementar el desarrollo de los policultivos o cultivos múltiples. Esta alternativa posibilita mayores rendimientos que los cultivos individuales cubriendo una misma área, al ser capaces de hacer una mayor utilización de la radiación solar, agua nutrientes del suelo, entre otros beneficios.

Las asociaciones constituyen nuevas alternativas para el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo máxime si se utilizan para este objetivo, especies de leguminosas (Muzilli, 1992; Barber y Navarro, 1994).

El king grass *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* es la especie forrajera más extendida por su mejor comportamiento en diferentes ecosistemas del país (Paretas *et al.*, 1989).

"**Asociación**" es la acción de asociarse, conjunto de individuos que se unen para un mismo fin.

En la temática que tratamos la podemos definir como la unión de dos o más especies de plantas forrajeras de distintas familias (Gramíneas y Leguminosas) cuyo fin es servir de alimento al ganado.

Por su duración las asociaciones han sido clasificadas en tres grupos.

- ◆ Permanentes: Sólo se renuevan cada cierto número de años
- ◆ Temporales: Su duración se enmarca entre 2 y 5 años

- ◆ Estacionales: La duración es inferior a 1 año

Por sus componentes, las asociaciones pueden definirse en dos categorías:

- ◆ Múltiples.
- ◆ Varias gramíneas y varias leguminosas generalmente combinadas las rastreras y las arbóreas.
- ◆ Una gramínea y varias leguminosas.
- ◆ Una leguminosa y varias gramíneas.
- ◆ Simples.
- ◆ Una gramínea y una leguminosa herbácea.
- ◆ Una gramínea y una leguminosa arbórea o arbustiva

En los países de tradición ganadera tanto de áreas templadas como tropicales el uso de las asociaciones es mucho más amplia que en Cuba, donde tradicionalmente no ha figurado en la estrategia de producción animal, sin embargo resulta muy difícil la concepción de un programa de pastos que no incluya la opción de las asociaciones como un elemento fundamental en la explotación bovina.

Lazenby (1981), Indica estimados con relación a la cantidad de nitrógeno fijado simbióticamente al suelo por las leguminosas que alcanzan hasta 900kg/ha. Esto provoca la existencia en el vegetal de abundantes cantidades de este nutriente, del que una cantidad considerable se recicla a través de las deyecciones y la descomposición de sus órganos, principalmente de las hojarascas.

Principios biológicos de la asociación

Una de las causas fundamentales de la no inclusión de las asociaciones en los programas ganaderos en el país ha sido la dificultad que se ha presentado, para mantener la presencia de la leguminosa por períodos prolongados, lo cual se ha debido en buena medida a la disparidad biológica que presentan las familias que conforman el sistema.

Hernández y Simón (1994), Señalan las principales causas que provocan la reducción del tiempo de permanencia de las leguminosas en el pastizal.

- El manejo animal a que han sido sometidas no les permite su recuperación, para garantizar su estabilidad y perennidad en el pastizal durante varios años.
- Son en muchos casos, susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

- Necesitan suelos que posean condiciones de fertilidad media y que involucren dentro de sus condiciones la reserva de nutrientes, la condición física, la reserva de agua y la vida del suelo.
- Al utilizar el sendero fotosintético C_3 poseen una menor tasa fotosintética que las gramíneas tropicales, lo que provoca en el pastizal, fundamentalmente en las compuestas por gramíneas erectas, una dominancia de estas últimas.
- Son afectadas por el estrés hídrico prevaleciente en algunas zonas tropicales con estaciones secas definidas, debido a la poca profundidad de sus raíces.
- Poca experiencia del agricultor para su utilización como componentes de sus sistemas ganadero.

Las principales diferencias biológicas entre las gramíneas y las leguminosas tropicales se pueden agrupar en tres tipos fundamentales:

- **Morfológicas:** Las gramíneas presentan células fotosintéticas, cloroplastos y mitocondrias especializadas, lo que les confiere una mayor eficiencia en la fotosíntesis y la posibilidad de realizar la fotorrespiración a mínima intensidad. Las leguminosas por el contrario no poseen estas características.
- **Bioquímicas:** Los primeros productos de la fotosíntesis de las gramíneas son los ácidos málico y aspártico, mientras que en las leguminosas es el fosfoglisérico. Las gramíneas presentan una gran sensibilidad al CO_2 , lo que les permite trabajar a bajas concentraciones de este elemento, lo que no les es posible a las leguminosas.
- **Fisiológico:** Las gramíneas tienen capacidad para consumir entre 40-60 mg de $CO_2/dm^2/h$, mientras que las leguminosas sólo pueden consumir de 20-30 mg $CO_2/dm^2/h$. Estas características le confieren a las primeras la posibilidad de tener un crecimiento de 2-3 veces mayor.

El rendimiento de las gramíneas en MS es como promedio de 5-6 kg/mm de lluvia recibido, en tanto que para la leguminosa es sólo de 2-3 kg.

Sin embargo, en la asociación las leguminosas aventajan a las gramíneas en su capacidad para extraer el agua y los nutrientes debido a su sistema radical más desarrollado y profundo, lo que les confiere una mayor resistencia a largos períodos de sequía, por otra parte, las gramíneas son generalmente más palatables que las leguminosas, lo que hace que sean consumidas con preferencia por los animales. Además las leguminosas muestran mejor comportamiento ante condiciones de sombra que la generalidad de las gramíneas.

Estas características que favorecen a las leguminosas respecto a las gramíneas deben ser cuidadosamente aprovechadas en la asociación para poder atenuar las ventajas de las gramíneas, lograr un mejor equilibrio entre ambas y una mayor resistencia de las leguminosas en el pastizal.

Debido a todas estas bondades, su asociación con las gramíneas forrajeras y de pastoreo propicia la obtención de una mayor cantidad de biomasa por unidad de área con una mayor calidad, especialmente por lo que significa en la mejora de la relación proteína - energía, constituyendo una vía para atenuar las limitaciones de alimentos concentrados que afectan a la masa ganadera.

3. Descripción de las características productivas de *P. purpureum* cv. CT-115, *M. alba* y *L. leucocephala*

3.1 Género *Pennisetum*

Ayala (1988) expresa que el género *Pennisetum* es originario del continente africano y su introducción en Cuba proveniente de Panamá; data de 1974; cuando comenzó en el Instituto de Ciencia Animal; su siembra y evaluación se extendió por algunas regiones del país a partir de 1976.

Brunken (1977), asevera que este género incluye dos especies reproductivamente aisladas, nativas de los trópicos semiáridos de África y de la india. Este género pertenece a la tribu panaceae.

- *P. purpureum*, especie perenne tetraploide ($2n=28$).
- *P. americanum*, especie anual diplóide ($2n=24$)

3.1.1 Breve descripción botánica, tipos y variedades. Principales condiciones ecológicas para su desarrollo

Paretas *et al.* (1989), en estudios realizados sobre *P. purpureum*, plantean que esta es una planta perenne de crecimiento erecto y de porte alto, su tallo puede alcanzar de 13 a 15 mm de diámetro, con abundantes yemas basales, hojas lanceoladas, anchas y largas. Presenta inflorescencia en forma de espiga y florece de diciembre-febrero, es de tipo amacollada, perenne que llega a crecer hasta de 2 a 3 m de altura y puede ser utilizado en pastoreo y bajo corte.

Martínez *et al.* (1998) plantean que se puede observar el aspecto hojoso de esta variedad. Su carácter genético le hace acortar el largo del entrenudo a medida que envejece, sin embargo, esto no afecta el largo de las vainas y las hojas, por lo que aumenta considerablemente su proporción de hojas.

Roche y Hernández (1993) plantean que varios cultivares de hierba elefante, *P. purpureum* han sido explotados por nuestros ganaderos desde hace varias décadas, entre ellos Napier, Candelaria, King grass, Merkejan y actualmente Craggz 65, Taiwán A-140 y 801-4, estos últimos de reciente aprobación para la estructura varietal en áreas forrajeras.

Estos cultivares son perennes, erectos y de gran talla, con buen ahijamiento basal y muestran gran vigor en sus rebrotes al ser cosechados, lo que les confiere buenas características para ser utilizados como forraje en la mayoría de los países donde se han cultivado.

Los rendimientos anuales han estado por encima de los obtenidos en otras gramíneas (Roche y Hernández, 1993).

3.1.2 Principales condiciones ecológicas

Paretas *et al.* (1989), plantean que todos los *P. purpureum* se adaptan a un amplio rango de suelos (latosólicos, no calcareos y monmorilloníticos) se desarrollan en suelos con pH entre ligeramente ácidos y neutros con buen drenaje y poco erosionado, requiere altas temperaturas y precipitaciones anuales no menores de 1000 mm

De acuerdo a lo que plantea Tergas (1986) *P. purpureum*, es una gramínea forrajera que se adapta muy bien a condiciones tropicales hasta alturas de 1 000-1 500 m sobre el nivel del mar, con un amplio rango de distribución de lluvias y de fertilidad del suelo incluyendo suelos ácidos de baja fertilidad natural.

3.1.3. Comportamiento de *P. purpureum* en asociaciones

Los sistemas de policultivos múltiples son aquellos en los cuales dos o más especies de plantas se siembran con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia ínter específica y / o complementación (Altieri, 1985).

Estos cultivos además de proteger el suelo aumenta la fertilidad mediante la mineralización de la hojarasca caída anualmente y la acumulación de nitrógeno mediante la fijación

simbiótica de este por los nódulos que crecen en las raíces de las leguminosas (Skerman, *et al.*, 1991).

La asociación de gramíneas con leguminosas rastreras es uno de los campos que más atención han recibido por parte de los investigadores. Sin embargo se reconoce un bajo impacto en la adopción por parte de los productores aunque las mismas al ser introducidas en algunos casos han tenido una contribución significativa a los rendimientos del pastizal, pero en general han probado ser difíciles de manejar y mantener (Sánchez, 1999).

En Cuba uno de los problemas presentados por las asociaciones de gramíneas y leguminosas ha sido su poca estabilidad en el tiempo. A esto ha contribuido en parte la tendencia al mantenimiento riguroso y esquemático de asociaciones de una gramínea con una leguminosa. Dentro de este contexto la diversidad vegetal no se ha tomado en cuenta y se ha valorado como una característica no deseable (Ruiz *et al.*, 1995).

3.1.4 Pennisetum Cuba CT-115

Es una planta forrajera obtenida a partir del king grass en los laboratorios del Instituto de Ciencia Animal (ICA) por el método de cultivo de tejidos, entre cuyas características se destacan.

Características deseables

- * Mayor número de hijos por plantón.
- * Mayor contenido de azúcares.
- * Porte bajo al disminuir el tamaño de los entrenudos.
- * Mejor relación hoja: tallo al acortarse los nudos.
- * Florece muy poco.
- * Responde bien después del pastoreo.

La variedad CT-115 es una hija de *P. purpureum* obteniéndose mediante la siembra del King grass en tubos de ensayos desarrollando sus células y sacando nuevas plantas. Algunas cambiaron caracteres deseables. Así se obtuvo el Cuba, CT-115 o el 115 del ICA, como más se le conoce (Martínez, 1999).

Valdés *et al.* (2001) argumentan de igual manera que el CT-115 es una variedad o clon de king grass obtenida en Cuba, a través de la técnica de tejidos.

Valdés *et al.* (2001) además consideran que en el Cuba CT-115 se conjugan un grupo de caracteres deseados, ya que esta variedad almacena su biomasa a baja altura en el campo,

que puede ser pastada con un buen rebrote y ahijamiento, por tanto se puede utilizar como pasto y constituye una importante reserva de alimento para la seca. Si se utiliza como reserva hay que dejarlo en el campo desde junio-agosto hasta diciembre-enero.

Es factible su empleo para pastoreo, si no se le da el descanso señalado no cumplirá su misión en la época de seca.

Su carácter genético lo hace acortar el largo del entrenudo a medida que envejece. Sin embargo, esto no afecta el largo de las vainas y las hojas, por lo que aumenta considerablemente su proporción de hojas. Hasta ahora este es el Pennisetum con posibilidades comerciales, de mejor proporción de hojas (más de 40%) entre todos los obtenidos. Su calidad es alta y semejante al CT-169 y de rendimiento superior a éste.

Importancia del CT- 115 en los agrosistemas ganaderos

El problema principal de nuestra ganadería es la alimentación de los animales en la época de seca. El Pennisetum Cuba CT-115 constituye una alternativa más para garantizar comida simplificando el trabajo en la vaquería y mejorar el consumo total de alimentos de sus vacas, novillas y machos en ceba (Martínez, 1999).

Por lo antes expuesto, el uso de cultivos asociados es hoy una práctica establecida para buscar un mayor aprovechamiento de la tierra logrando beneficios tanto para el cultivo asociado como para el entorno. Este cultivo se asocia con las leguminosas siguientes: *Teramnus labiales*, *Neonotonia wightii* y *Clitoria ternatea*.

Uso para pastoreo

Según Martínez (1999), la tecnología para la utilización del CT-115 en pastoreo consta de los siguientes pasos:

- Preparación convencional del suelo con surcos profundos.
- Sembrar con lluvia o riego a 1 m entre surcos.
- Intercalar con leguminosas temporales entre surcos.
- Intercalar con leguminosa perennes y volubles sobre el surco (glycine, siratro, kudzú y Otras).
- Sembrar en julio o agosto y dar 5 ó 6 meses de establecimiento para iniciar el primer pastoreo entre diciembre y febrero.

- Dar 70-80 días de reposo por cuartón para ejecutar el segundo pastoreo entre marzo Y mayo.
- Ejecutar un pastoreo en julio.
- Ejecutar las labores de cultivo según recursos disponibles después del pastoreo de julio.
- Iniciar el nuevo ciclo después de 5 meses de reposo.
- Ejecutar cada pastoreo a fondo hasta que se consuman todas las hojas.
- Ajustar la carga instantánea según la disponibilidad de biomasa, considerar un 60% de aprovechamiento y comidas de 14 kg de MS (30-40 kg de forraje).
- Cada ha de CT-115 mantiene 600-700 vacas días durante el período seco.

Oquendo (2002) informó que la composición química del CT-115, en condiciones de pastoreo es superior debido a la selección de las hojas que realiza el animal, cuando se analizó como forraje, en ninguno de los casos difirió significativamente con las restantes plantas evaluadas (tabla 1.4).

Tabla 1.4. Componentes químicos del forraje (%).

Cultivar	PB		P		K		Ca		Mg	
	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL	S	LL
King grass	7,12	8,31	0,41	0,29	1,83	1,58	0,69	0,61	0,35	0,38
Cuba CT-169	7,19	8,38	0,36	0,30	1,89	1,66	0,65	0,56	0,37	0,26
Cuba CT-115	7,56	8,56	0,40	0,33	2,03	1,74	0,71	0,61	0,40	0,29
CRAAG-265	9,00	9,31	0,46	0,40	2,09	1,81	0,78	0,64	0,40	0,31
Taiwan A-144	7,62	8,00	0,35	0,33	1,96	1,68	0,61	0,50	0,36	0,27
ES \bar{X}	0,13	0,07	0,04	0,02	0,05	0,07	0,06	0,03	0,04	0,01
CV %	3,71	4,32	3,88	4,15	6,63	3,17	4,01	2,22	4,57	7,03

Por estas razones, no debe sustituir a éste, sino más bien complementarlo, aprovechando su mejor comportamiento relativo en seca, sugiriéndose que su inclusión en la estructura varietal no exceda el 20% de las áreas de forrajes existentes, ya que por sus características, no debe ser usado fundamentalmente como forrajero, sino para el pastoreo como reserva de alimento para la seca.

3.2 Género *Morus*

3.2.1 Origen y distribución del género *Morus* en el mundo

La morera tiene su origen en el continente asiático, al parecer proviene de China o de la India; hay evidencias de que en este continente, desde hace alrededor de 5 000 años, tuvo

sus inicios la sericultura y con ella la domesticación de la morera (Ye, 2001). Los rangos climáticos para su cultivo son: temperatura de 18 a 38°C, precipitación de 600 a 2 500 mm, fotoperíodo de 9 a 13 horas/día, y humedad relativa de 65 a 80 %. Se cultiva desde el nivel del mar hasta 4 000 m de altitud.

El desarrollo de proyectos de sericultura en diferentes regiones del mundo hace que hoy en día la morera esté presente en muchos países de diferentes continentes. En Asia existe el mayor desarrollo y expansión de esta planta, al estar presente en países como China, la India y Japón con más de un millón de hectáreas; en Europa está siendo utilizada en países como Italia, Francia, España y otros no menos importantes; en América se extiende desde Estados Unidos de Norteamérica hasta Argentina, incluyendo Méjico, varios países de Centroamérica y el Caribe, Brasil y Colombia. En el norte y este de África hay también un desarrollo en el uso de la morera (Sánchez, 2002).

La morera pertenece a la división *Spermatophyta*, clase *Magnoliatae*, subclase *Hamamelidae*, orden *Urticales*, familia *Moraceae*, género *Morus*. Las plantas pertenecientes a esta familia pueden ser clasificadas en cuatro subfamilias, 55 géneros y alrededor de 950 especies. El género *Morus* posee 950 especies y miles de variedades.

3.2.2 Características botánicas de la morera

Las características más importantes de las principales partes de la planta de morera son las que se explican a continuación.

Hojas

Es la parte más importante de la planta para la alimentación del gusano de seda y de diferentes especies de animales. Está compuesta por el pecíolo, la estípula y la lámina foliar o limbo. Su forma puede variar según la variedad y las condiciones ambientales, y pueden ser enteras o lobuladas.

Las características morfológicas de la punta, los bordes, la base y las venas de la lámina foliar varían según las variedades de morera, y su talla, grosor y color cambian y dependen de los factores externos.

Tallos

Su color varía entre el verde grisáceo y el carmelita oscuro. En condiciones normales, la longitud, el tamaño y el color de las ramas de esta planta y de los entrenudos son estables y pueden ser utilizados para identificar variedades.

Pueden crecer erectos, abiertos y colgantes o pendulantes. Los tallos erectos facilitan las siembras densas y los cultivos mecanizados.

La longitud y el tamaño de las ramas de la morera dependen de la variedad, la edad de la planta, las condiciones de suelo y clima, los métodos de poda, las cantidades aplicadas de materia orgánica y el manejo.

Raíz

Según sea la parte de la planta que se utilice para la reproducción, puede ser pivotante (semillas) o adventicia (estacas, acodos e injertos). Su color varía desde el amarillo brillante hasta el oscuro, según la edad de la planta. Es profunda y alcanza generalmente un área de 1,5 veces el radio de su corona o parte aérea (Fonseca, Cuco y Machado, 2000).

Flor, fruto y semilla

La mayoría de las flores de la morera son monosexuales y algunas bisexuales; son pequeñas y sésiles y forman un racimo alrededor de un eje, llamado amento. El sexo de las flores depende de la variedad; algunas son monoicas y otras dioicas; tanto las flores masculinas como las femeninas se encuentran en racimos separados.

En este sentido, Fonseca *et al.* (2000), al estudiar tres clones obtenidos por cruzamiento y una variedad, se encontró que en dos de los clones y en la variedad se producían solamente flores femeninas o masculinas y en uno de los clones estaban presentes ambos tipos de flores en la misma inflorescencia.

La flor estaminada o masculina tiene cuatro sépalos y cuatro anteras; el estambre está compuesto del filamento y las anteras, que poseen una gran cantidad de polen que se expande con el viento, lo cual hace que la polinización de esta planta sea anemófila.

El pistilo de la flor consta de cuatro sépalos, el ovario, el estilo y el estigma. La longitud del estilo cambia con la variedad y es una de las principales bases para la clasificación taxonómica de las especies y variedades de morera (Huo, 2002). El estigma se abre, toma forma de cuernos de vaca y segrega unas sustancias azucaradas que constituyen el lugar ideal para la germinación del polen

Cuando se produce la inseminación del ovario, comienza su desarrollo hasta formarse el fruto o infrutescencia, denominada sorosis. Al principio esta es verde, pero en la medida que madura cambia de color pasando a rojo claro y después a más oscuro, y cuando tiene un

violeta intenso indica que está maduro. En pocas variedades los frutos maduros se tornan rojos o blancos en lugar de negro violeta.

Utilización

La morera es una verdadera planta multipropósito y aun cuando está ampliamente distribuida en el mundo, ha recibido poca atención en términos de su potencial de utilización.

El uso principal y más difundido, a nivel mundial, es en la sericultura como alimento del gusano de seda (*Bombix mori*), el que consume las hojas de morera y las transforma en capullos, que luego son devanados y convertidos en finos hilos, con los cuales se producen telas para la elaboración de múltiples confecciones.

Después de la decadencia de la industria de la seda, su uso se ha diversificado vertiginosamente. De esta forma, y sobre la base de su elevada adaptabilidad y grado de selección, se reportan más de una decena de usos en el mundo, y en la actualidad más de 42 países la utilizan de una u otra manera. Del total de naciones que cultivan la morera, el desglose, según su uso, corresponde a 60% en actividades agrícolas; 48% en la fabricación de la seda y como forraje; 26% en labores de jardinería, paisajismo y preparación de infusiones; 31% como alimento y 14% como frutal, además de emplearse para mejorar el ecosistema (Kitahara y Kawano, 2002; Kitahara, *et al*, 2002; Sánchez, 2002). También se reconocen otros múltiples empleos y beneficios, los cuales demuestran el potencial de explotación desde el nivel industrial hasta el familiar.

En algunos países como México, Egipto, Turquía, Grecia, Japón y Corea, se utiliza como árbol frutal. La fruta, llamada mora, se consume fresca o procesada como jugo, mermelada, frutos secos y para fermentar y hacer vino (Sánchez, 2002).

En otros lugares como Argentina, Bolivia, Perú, Estados Unidos, Francia, Grecia, Italia y España, se utiliza como planta ornamental y como árbol de sombra (Sánchez, 2002).

La madera de troncos y ramas se emplea como leña, en la elaboración de algunas piezas e implementos, ebanistería y construcción (Ye, 2002). En Japón la pulpa de la madera se utiliza para elaboración de papel.

Su uso como medicina natural es milenario. En países como China y Japón le atribuyen propiedades curativas a las hojas, los frutos y la corteza de las raíces, por la elevada actividad biológica de los metabolitos secundarios presentes (Kitahara *et al.*, 2002)

En algunas zonas de Tailandia, las hojas y brotes tiernos son consumidos como vegetales; su abundante fructificación permite mantener la biodiversidad animal, especialmente de aves y mamíferos.

En su uso como forraje ha demostrado una gran potencialidad, por la calidad y producción de su follaje, características organolépticas y alto consumo animal (Benavides, 1996).

Las características nutricionales, la elevada producción de biomasa, la versatilidad agronómica, la aceptabilidad, la tolerancia a la sequía y la disponibilidad mundial que posee la morera, en comparación con otros forrajes utilizados tradicionalmente, hacen de esta planta una opción importante para la intensificación de los sistemas ganaderos.

En terneras Jersey destetadas a los 90 días se alcanzaron pesos superiores a los 120 kg a la edad de 165 días, al ofertar morera fresca y picada *ad libitum*, en combinación con concentrado comercial a razón de 1,0 kg/animal/día, observándose un nivel de consumo máximo de 1,8% del peso vivo (Jiménez *et al.*, 1998).

3.3 Género *Leucaena*

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

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

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

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

3.3.1. Origen, distribución y taxonomía del género

Leucaena es un género de la subfamilia Mimosoidae, tribu Mimosae. Todas sus especies son nativas del Nuevo Mundo y se han extendido desde el sudoeste de Texas en los Estados Unidos hasta Perú. Posteriormente, mediante la acción del hombre, se distribuyó por el

Pacífico y África; actualmente se encuentra extendida en la mayoría de los países tropicales (Shelton y Brewbaker, 1994; Brewbaker, 1998).

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

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

3.3.2 Variedades

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

- cv. Perú: ligeramente más alto que el cv. Hawai, con hojas más grandes, las cabezuelas de flor son mayores pero contienen menos flores. Crece como un árbol simétrico y regularmente ramificado, que en buenas condiciones puede alcanzar una altura de 2 m y fue autorizado para su uso comercial en Australia en 1962.
- cv. El Salvador: planta erecta, con muy pocas ramificaciones basales. Las hojas son más largas que las del cv. Hawai, mientras que las vainas y semillas son semejantes. Su desventaja en comparación con el cv. Perú es su crecimiento alto y erecto. Produce madera y leña y tiene mayor producción de biomasa que la Hawai.
- cv. Hawai: tipo pequeño y arbustivo común en Hawai. Es un tipo de intensa floración, pero de bajo rendimiento (9-10 t de MS/ha).
- cv. Guatemala: tipo alto y de escasa floración. Por su parte, Barnard (1972) plantea que *L. leucocephala* (Lam) de Wit, conocida como leucaena, tiene dos cultivares:
- cv. Perú: es un árbol pequeño, con un sistema radical profundo. El crecimiento inicial es lento y es sensible a la competencia en el primer año.
- cv. Salvador: es una planta de tallo erecto, sus rendimientos de materia seca y proteína cruda son menores que los del cv. Perú.

3.3.3 Siembra y establecimiento

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

Machado *et al.* (1978) recomiendan una buena preparación del suelo, sobre todo si es virgen o infectado por abundantes semillas de malas hierbas.

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

Según Ruiz *et al.* (1989), el mejor comportamiento de esta especie bajo condiciones de limpieza lo tuvo cuando fue sembrada entre abril, mayo y junio, en dependencia del inicio de las precipitaciones, que pueden influir en la germinación de la semilla.

En sentido general, aunque las semillas de estas especies son grandes, la siembra debe efectuarse a poca profundidad (tabla 1.5).

Por otro lado, las dosis de siembra dependen del método que se emplee y la distancia a la que se efectúe la siembra (tabla 1.6).

La densidad de siembra varía según el objetivo que se persiga en la plantación, ya sea para forraje, pastoreo en banco de proteína, asociación o producción de semillas (Torres *et al.*, 2005).

Tabla 1.5. Profundidad de siembra (cm) recomendada para leucaena.

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

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

Tabla 1.6. Cantidad de semilla recomendada para la siembra de la Leucaena.

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

La leucaena es lenta en su establecimiento en comparación con las especies herbáceas. Las plantas pequeñas son vulnerables a la competencia con otras especies y a la defoliación durante este período. Ello origina que la leucaena se considere plantada después de 12-18 meses de sembrada y con una altura mayor o igual a 2 m.

Otro aspecto importante es la capacidad que tiene *L. leucocephala* de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo. Se han registrado casos de acumulación anual de 600 kg de N/ha (Skerman, Cameron & Riveros, 1991; Tang, 1994).

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

Valor nutritivo

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

Las especies de leucaena contienen altas concentraciones de PC cuando se comparan con las gramíneas tropicales; no obstante, existen diferencias dentro del género y se destaca *L. leucocephala* con una mayor DIVMS y un menor contenido de taninos y fibra (tabla 1.7).

En la tabla 1.8 se expone la composición química del follaje de esta leguminosa, y se puede notar que sus contenidos de nutrientes son semejantes y en algunos casos superiores a los de la alfalfa.

Tabla 1.7. Calidad nutritiva de tres especies del género *Leucaena*.

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

1- Determinado en las hojas.

2- Taninos condensados (libres o atrapados)

Tabla 1.8. Composición química del follaje de *L. leucocephala* comparado con *Medicago sativa*.

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

Fuente (NAS, citado por Shelton y Brewbaker, 1994)

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

Por su parte, Gutiérrez, Delgado, Oramas y Cairo (2000) evaluaron el consumo y la composición química de la leucaena en banco de proteína con vacas en pastoreo. Se encontraron consumos totales de MS/kg/día que variaron entre 13,3 y 15,33%, que corresponde al 3% de su peso vivo. Además la leucaena alcanzó valores de PB del 25%.

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

Factores antinutricionales

Los factores antinutricionales pueden ser definidos como aquellas sustancias generadas en los alimentos por el metabolismo natural de las especies vegetales, y que por diferentes

mecanismos (inactivación de algunos nutrientes y disminución de algunos procesos digestivos o la utilización metabólica de los alimentos) provocan efectos contrarios a la nutrición óptima (Kumar, 1992), plantea que son sustancias químicas presentes en las plantas que no están directamente relacionadas con el proceso de crecimiento las cuales repelen el ataque de insectos y hongos, y afectan el valor nutricional de los alimentos.

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

Taninos

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

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

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

La presencia en *L. leucocephala* de niveles moderados de taninos, le confiere ventajas desde el punto de vista nutricional. Este compuesto se une a las proteínas presentes en el forraje, lo que trae como consecuencia que no sean degradadas por los microorganismos del rumen y escapen a las partes bajas del tracto gastrointestinal como una fuente de proteína verdadera para el rumiante.

Mimosina

Según Kumar (1992) la mimosina es un aminoácido no proteico de estructura similar a la tirosina y está presente en todas las especies del género *Leucaena* (tabla 1.9).

Es conocido que el contenido de aminoácido de este género varía de acuerdo con la especie, la variedad, la época del año y la madurez de la planta. Su determinación en 10

variedades de *L. leucocephala* muestra que los menores contenidos de este aminoácido se encontraron en CNIA-250, P III-150, Perú y Cunningham, mientras que la de mayor contenido fue la variedad Ipil-Ipil (Escobar, Alfonso & Ramírez, 1989).

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

Tabla 1.9. Factores antinutricionales en las hojas de árboles y arbustos empleados como alimento en la ganadería.

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

Fuente: Kumar (1992)

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

En nuestras condiciones la leucaena constituye menos del 30% de la dieta por razones obvias de manejo. Esta especie, cuando se siembra en banco de proteína con media y alta densidad, forma parte del 25-30% del área de pastoreo y el tiempo de acceso a ella es limitado (1-4 horas). En sistemas asociados para garantizar la disponibilidad de materia

verde del estrato herbáceo se disminuye la densidad de plantas/ha, razón por la cual el porcentaje de inclusión de esta especie en la dieta de los bovinos no sobrepasa el 30%.

Producción de leche

Las respuestas en producción dependen de un conjunto de factores, entre los que se destacan el potencial genético de las vacas y el sistema de explotación y su manejo.

En condiciones comerciales Lamela, Matías & Gómez (1999) estudiaron una tecnología de manejo y explotación de la guinea likoni fertilizada con 70 kg de N/ha/año y banco de proteína de *L. leucocephala* cv. Cunningham más glycine durante dos años, e informaron una producción de leche en vacas mestizas de 9,0 y 9,3 kg/vaca/día para el primer y segundo año, respectivamente.

El tiempo de reposo para el área del banco de proteína fue de 30 y 42 días para la lluvia y la seca, respectivamente. En el período poco lluvioso se restringió el tiempo de pastoreo de 4-5 horas diarias y se suministró caña molida en las canoas y nave de sombra. En ambas épocas del año se suplementaron los animales con un concentrado comercial a razón de 1 kg/vaca/día.

Por su parte, en otros dos sistemas bajo condiciones comerciales, sembrados con pasto estrella y guinea likoni sin fertilizar y banco de proteína de *L. leucocephala*, se obtuvieron producciones de leche de 5,7 y 6,6 kg/vaca/día, respectivamente, y la carga empleada fue de 1,7 vacas/ha.

En este experimento los animales fueron suplementados durante todo el año con pienso criollo a razón de 1 kg/vaca/día y en el período poco lluvioso se limitó el acceso al área del banco de proteína a 4 horas para evitar el deterioro del pastizal (Lamela *et al.*, 1996a; 1996b).

En este sentido Hernández *et al.* (1998) estudiaron una multiasociación de *L. leucocephala* cv. Cunningham, leguminosas herbáceas y gramíneas mejoradas, y obtuvieron producciones de leche de 8,4 y 9,0 kg/vaca/día para seca y lluvia sin amamantamiento de terneros, con una oferta de MS de 25 kg/vaca/día, tiempos de reposo en los cuartones de 57 y 64 días y estancia de 1,5 y 1 día para la lluvia y la seca, respectivamente.

En sentido general, cuando se emplea la leucaena en sistemas de banco de proteína, con o sin la aplicación de fertilizantes químicos y sistemas asociados en toda el área, se prioriza el manejo, es decir, los tiempos de reposo y de estancia están en función de la especie arbórea para garantizar su persistencia en el pastizal.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 Ubicación del área experimental

El estudio se desarrolló en la vaquería “El Rancho” de la Empresa de Cítricos “Victoria de Girón”, ubicada en el poblado de Agramonte, del municipio Jagüey Grande, provincia Matanzas, Cuba, en el período comprendido entre enero y diciembre del 2007.

Se utilizó un área de 2 ha de asociación construido de acuerdo a las experiencias de Verdecia y *et al.* (2002) en cuanto a diseño constructivo y la base de las especies de gramínea *Pennisetum purpureum* CT-115 y arbóreas, *Morus alba* (Morera) y *Leucaena leucocephala* (Leucaena). Bajo condiciones de riego.

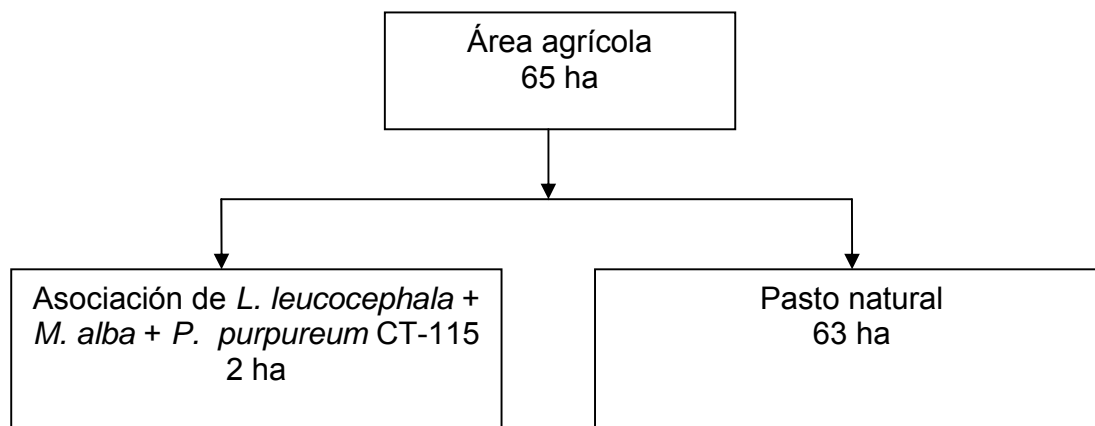
2.2 Características edafoclimáticas

El suelo de la unidad es Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 1999), con un relieve llano. La temperatura media anual es de 26,5°C, con una media de 24°C y 29°C en el invierno y el verano, respectivamente. La precipitación media anual durante el año 2007 fue de 1 941,7 mm, con un promedio 1 533,9 mm en la época de lluvia (79%) y de 407,7 mm. en la época de seca (21%).

2.3 Descripción de la vaquería y su manejo general

2.3.1 Características del área

La unidad contó con un área agrícola distribuida de la forma siguiente:



2.3.2 Preparación del suelo, siembra y establecimiento

La preparación del suelo de las 2 ha de la asociación se realizó con 5 labores (rotura + grada + cruce + grada + surcado), la misma se comenzó en el mes de abril y la siembra y trasplante de leucaena se realizó a inicio del mes de junio del 2006.

La leucaena se aviveró en el mes de abril en envases reciclados que contenían un 60% de tierra y 40% de materia orgánica y fueron trasplantadas en el mes de junio a una distancia de 1,2 m entre plantas de esa especie.

La morera (*M. alba*) se sembró en junio con estacas que contaban con 5 yemas a una profundidad en el suelo de 8-10 cm y a una distancia de 30 cm. entre plantas. La distancia entre los surcos doble de leucaena y morera fue de 1 m.

P. purpureum cv CT-115 fue sembrado en las calles de 4 metros a una distancia entre surco de 70 cm (5 surcos/calle) y a una profundidad de 15 cm. La semilla de CT-115 dentro del surco se ubico en contacto con la otra, forma que dejará espacio para garantizar una buena población de esa especie (Anexo 3).

Se realizaron labores de limpieza de malas hierbas con guataca a partir de los 30 días de haber realizado la siembra y posterior se realizó esa labor cada vez que se requería para garantizar una alta población de las especies sembradas.

La siembra fue regada en el mes de junio y julio para garantizar la humedad en el suelo y que germinara la semilla, posteriormente se retiro ese servicio y no se utilizó hasta que comenzó el período poco lluvioso.

El CT-115 se estableció a los 3 meses de sembrado, antes que la leucaena y la morera, el cual fue cortado y ofertado a los animales en los comederos de las naves de sombra. La morera y la leucaena se dieron por establecidas a los 7-8 meses de sembrada cuando esas especies arbóreas alcanzaron los 2 metros de altura.

El área sembrada se dividió en 60 cuartones de 5 metros de ancho por 50 de largo para poder garantizar el tiempo de reposo del pasto.

2.3.3 Explotación y manejo con vacas

Se inició la fase de explotación con animales en el mes de enero del 2007. Para garantizar un manejo adecuado de los cuartones se entrenó a través de un taller al jefe de la vaquería, técnico de la Unidad, pecuario de la granja, los médicos veterinarios de la empresa y jefe de

Dpto. Agropecuario, en el método para elaborar los planes de rotación de los cuartones de las vacas en producción de leche.

El método se basó en la estimación visual en base a cinco puntos, estimando la disponibilidad de pasto tomando como base la altura media del *P. purpureum* CT-115 en el cuartón, donde 1 significa muy bajo, 2 bajo, 3 regular, 4 bueno y 5 muy bueno (Ver anexo 1). El forraje consumido de las arbóreas se estimó a través de la altura de defoliación causada por los animales al cosechar esas plantas. Tomando una media de 12 árboles/cuartón.

Todos los viernes de cada semana se elaboró el plan de rotación que a partir del sábado por espacio de 7 días señalaba los cuartones de mayor disponibilidad donde debían ser introducidos los animales.

2.4. Mediciones en el pastizal

2.4.1. Disponibilidad y calidad del pasto

La disponibilidad del pasto se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez *et al* (1990) el cual tiene en cuenta la altura media del pastizal. Los muestreos se realizaron todos los meses a la entrada y salida de los animales en un cuartón al inicio de la rotación. Paralelamente a los muestreos de disponibilidad, pero con una frecuencia bimestral, se tomaron muestras de pastos (300 g) para estimar su calidad, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo.

2.4.2. Disponibilidad de *L. leucocephala*

La disponibilidad es estimada en 12 de los árboles presentes en el cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales a una altura de 1,70 m. Se aplicó la técnica del ordeño de las partes más tiernas de las plantas (hojas y tallos finos) y se tomó una muestra cada 2 meses para determinar la composición bromatológica.

2.4.3. Composición florística del pastizal

Es estimado por el método de los pasos descritos por Anon. (1980), caminando por las franjas en cada cuartón. Cada dos pasos el observador identificó la especie de pasto que coincidía en la punta de su zapato. Esta medición se realizó al inicio y al final de cada época del año período lluvioso (lluvia) y período poco lluvioso (seca).

2.4.4 Población de *L. leucocephala* y *M. alba*

Se calculó al inicio y al final del experimento; para ello se contó la cantidad de plantas en los surcos de todos los cuartones.

2.5 Animales

La unidad contó con un total de 80 vacas mestizas del cruce de Holstein x Cebú de estas 38 a 42 en ordeño, una carga global en la vaquería de 1,25 UGM/ha. La carga utilizada en las 2 ha de la asociación fue de 10 vacas/ha. Los animales después del parto se incorporaron al sistema de la asociación gramíneas/especies arbóreas hasta que tenían de 150 días ó cuando la producción de leche disminuía por debajo de 7 kg/vaca/día. Posteriormente los animales del grupo de baja producción y seco se incorporaron a los cuartones de gramíneas de la unidad que contaron con un área de 63 ha.

2.6 Producción de leche

Se realizó el pesaje de leche al 100% de los animales en asociación todos los meses, para determinar la producción por vaca en ordeño y la producción anual, y obtener la curva de lactancia. Además se analizaron los efectos del bimestre de parto, el bimestre de producción, la época del año, número de lactancia y la suplementación con residuo de la destilería del maíz (north gold).

2.6.1 Otros indicadores de la producción de leche

Se calculó a partir de los registros de la vaquería la producción por hectárea, la carga global de la vaquería.

2.7 Procesamiento de los resultados

La producción de leche de las vacas se procesó a través de un modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia (Menchaca, 1978), que se basa en la representación algebraica de esta ($Y_n = a n^b e^{-cn}$), según Wood (1967), y se empleó para el análisis de las observaciones el paquete estadístico elaborado por el Instituto de Ciencia Animal.

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

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

donde:

$$Y_{ijklmnor} = \log Y_{ijklmnor}$$

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

bc = parámetros de la curva de lactancia según la representación algebraica de Wood (1967)

n = n ésimo día de lactancia correspondientes a la observación $Y_{ijklmnor}$

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

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

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

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

$q_n = \log q_n$, efecto de n-ésimo número de lactancia

$r_o = \log r_o$, efecto de o-ésima suplementación

$e_{ijklmno} =$ error experimental

2.8 Resultados económicos

Se determinó la información económica a través de los controles económicos que se disponen en la granja y se agruparon de la forma que se detalla:

Ingresos brutos = Ingresos totales – Gastos fijos

Gastos totales = Gastos fijos + Gastos variables totales

Flujo de caja = Ingresos totales - Gatos totales

Gastos/ha = Gatos totales/ # ha

Gastos/vaca = Gatos totales/ # vacas

Ganancia/ha = Flujo de caja/ # ha

Ganancia/vacas = Flujo de caja / # vacas

Costo kg de leche = Gastos totales/ volumen de producción

Relación beneficio/costo = Ingresos brutos/gastos totales

El precio del kg de leche es según la calidad determinada en el laboratorio

2.9 Alimentación

Los animales fueron suplementados en el período poco lluvioso con hollejo de cítricos fresco o conservado a razón de 5 kg/animal/día. Los animales tuvieron acceso al sistema durante 8 horas en el período lluvioso (PLL). En el período poco lluvioso (PPLL), el acceso fue de 6 horas. Todos los animales recibieron una suplementación a razón 400 g de North gold/kg a partir del 6^{to} kg de leche producido en la seca y lluvia respectivamente. Durante todo el año los animales recibieron sales minerales y agua a voluntad.

2.9.1 Balance alimentario

Se calculó para las vacas en producción en el período poco lluvioso y en el lluvioso, utilizando el programa de computación CALRAC (1996) en su versión 1.0 elaborada por el Instituto de Ciencia Animal (ICA).

CAPÍTULO III. RESULTADOS EXPERIMENTALES

P. purpureum CT-115 se estableció primero que las especies arbóreas (tabla 3.1) y todas lo lograron en los tiempos establecidos para estas plantas (Padilla, 2006), sin embargo la leucaena y la morera se establecieron en un menor tiempo que el informado por Corbea y Blanco (2005), donde estos autores reportaron que el tiempo de establecimiento para que la leucaena alcance los dos metros de altura es de un año y en nuestro trabajo se alcanzó en 7 meses.

Tabla 3.1. Comportamiento del establecimiento.

Establecimiento	Edad
<i>P. purpureum</i> CT-115	3 meses
Leucaena + morera	7 meses
Composición florística	
<i>P. purpureum</i> CT-115	88%
<i>L. leucocephala</i>	3 000 plantas/ha
<i>M. alba</i>	9 000 plantas/ha

La disponibilidad de MS (fig. 3.1) permitió a las vacas poder seleccionar el pasto a consumir debido a que se alcanzó más de 30 kg de MS/vaca/día, valor que se informó como el recomendado para vacas en pastoreo con ofertas de pastos tropicales (Milera *et al.*, 1987; Hernández *et al.*, 1992 y López, 2002).

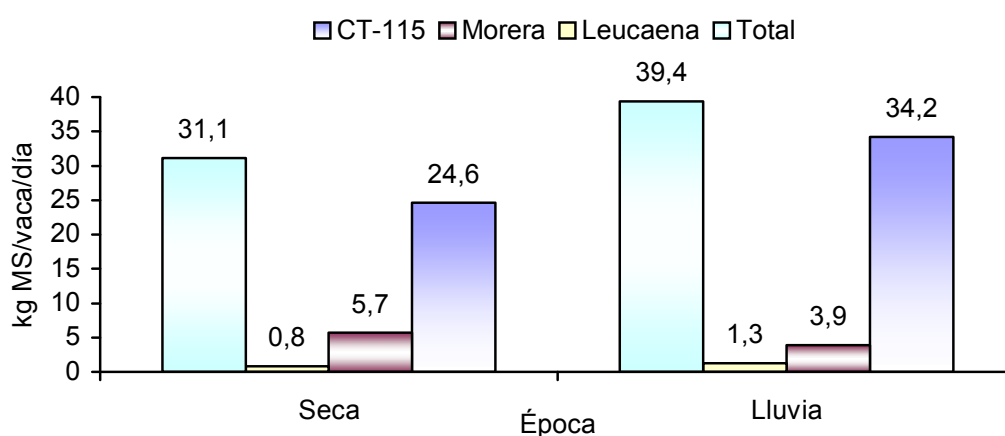


Fig. 3.1. Oferta de materia seca (kg/vaca/día).

Por otra parte los alimentos ofertados (tabla.3.2) a las vacas fueron de buena calidad debido a su elevado contenido de PB, donde el CT-115 alcanzó más de un 10% de ese nutrimento, las especies arbóreas presentaron contenidos superiores al 25% garantizando un alimento

que satisface las necesidades de los animales, coincidiendo con lo planteado por Anon. (2000). La calidad del hollejo fue menor en PB, pero la oferta de este alimento tuvo como objetivo elevar el contenido de energía de la ración como un complemento de la dieta y el North gold se ofreció a partir del sexto kg de leche producido a razón de 400 g/kg.

Tabla 3.2. Calidad de los alimentos.

Alimento	MS (%)	PB (%)	FB (%)	Ca (%)	P (%)
CT-115	23,2	10,0	26,7	0,56	0,14
Morera	37,0	29,6	33,7	2,50	0,20
Leucaena	33,3	28,0	26,1	2,30	0,25
Hollejo de cítrico	16,5	7,7	12,0	18,10	1,30
North gold	90,6	29,3	7,21	0,04	0,82

El análisis del efecto de bimestre de parto en la producción de leche (fig. 3.2) mostró que no existieron diferencias significativas en ningún momento del año debido a que durante este período la disponibilidad de pasto (ver fig. 1) en el área asociada fue suficiente (mayor de 30 kg MS/vaca/día) para que los animales realizaran la selección del alimento a consumir, además el contenido de PB de la dieta fue elevado (15%). Similar resultado fue encontrado por Sánchez (2002) en el estudio de un sistema silvopastoril a base de leucaena asociada con guinea y pasto estrella.

La producción de leche de las vacas del grupo de alta fue aceptable al promediar en el año de evaluación 10,2 kg/vaca, Los resultado alcanzados en los diferentes bimestres del año (fig. 3.3) mostraron que existieron diferencias significativas entre ellos ($P < 0,01$).

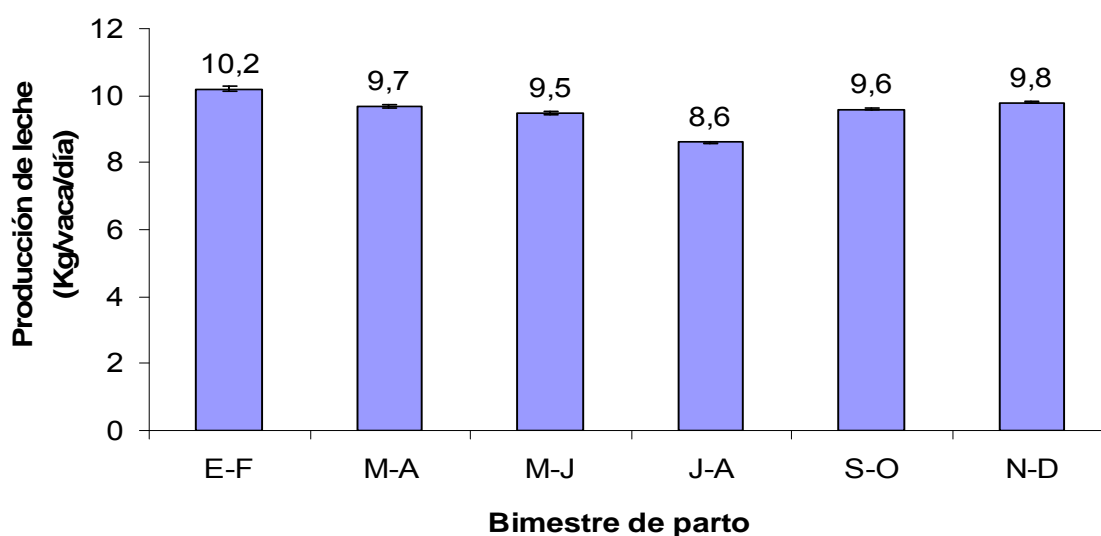


Fig. 3.2. Efecto del bimestre de parto en la producción de leche en la asociación.

Los mejores resultados se encontraron en el período lluvioso, en particular en el bimestre julio-agosto y las menores en enero-febrero y marzo y abril. La baja producción de leche entre los meses de enero-abril se debió a una violación tecnológica por parte de la dirección de la vaquería que incremento indiscriminadamente el número de animales por encima del recomendado para el sistema.

Valores similares han sido reportados en sistemas de pedestales de glycine con *P. purpureum* CT-115 y en silvopastoriles a base de leucaena asociada con pasto estrella o guinea likoni en sistemas de secano con cargas que no sobrepasaron los 2 animales/ha (Sánchez *et al.*, 2005; Sánchez, 2007).

Se encontró que la producción de leche difirió significativamente entre ambas épocas del año (fig. 3.4), el área asociada tuvo una mayor producción de leche que la hallada en el resto de la vaquería, sin duda el nivel encontrado en el área asociada en el período lluvioso estuvo influenciado por los bajos resultados en el período enero-abril.

La literatura en general señala que existen diferencias entre las épocas del año (Guevara, 1999; Pacheco, 2007) debido a la disminución de la disponibilidad de alimentos para el ganado en el período poco lluvioso, pero cuando se emplean sistemas silvopastoriles, donde se pueda garantizar la disponibilidad de pastos y se empleen cargas adecuadas se ha encontrado que no ocurren diferencias entre ambas épocas del año (Sánchez, 2002).

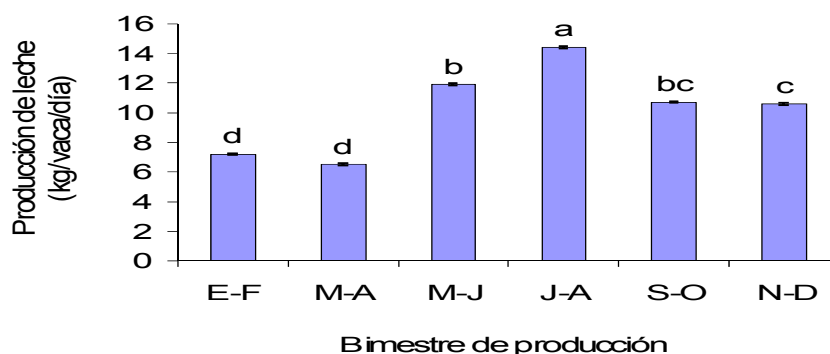


Fig. 3.3 Efecto del bimestre de producción en la asociación.

a, b,c,d valores con diferentes superíndice difieren a ** $P < 0,01$, Duncan 1955, modificado por Kramer (1956)

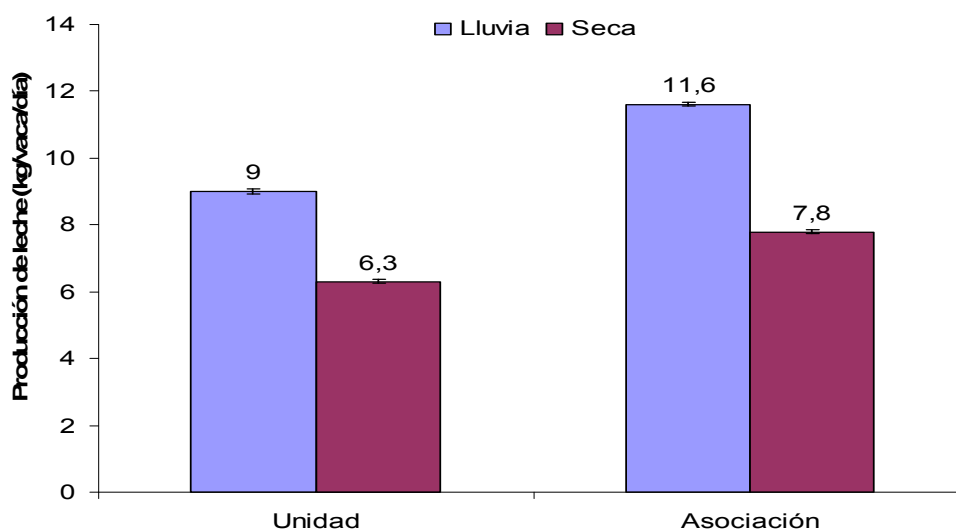


Fig.3. 4. Efecto de la época en la producción de leche de la unidad y de la asociación.
Duncan (1955), modificado por Kramer (1956) ** $P < 0,01$

Al analizar la influencia del número de lactancia (partos) en la producción de leche (fig.3.5) se encontró que no hubo diferencias significativas, posiblemente debido a que la masa de animales que disponía la unidad eran vacas de mediano potencial y las mismas no fueron seleccionadas antes de comenzar la evaluación de la unidad.

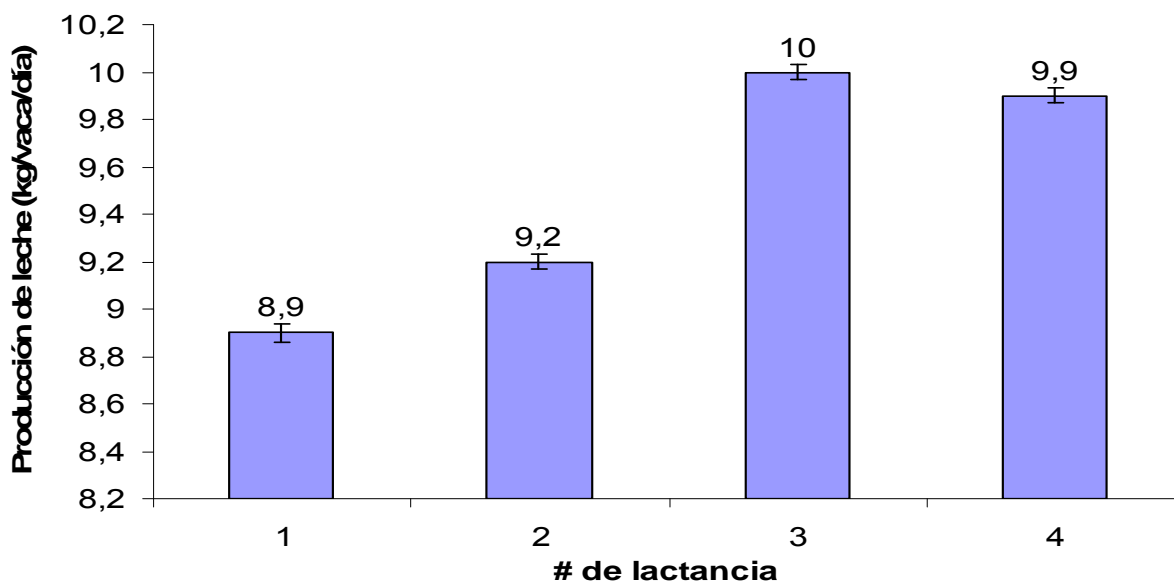


Fig.3. 5. Efecto del número de lactancia en la producción leche individual de las vacas en la asociación.
Duncan (1955), modificado por Kramer (1956) ** $P < 0,01$

Al evaluar el efecto de la suplementación con North gold (fig. 3.6) se encontraron diferencias significativas a favor de ese alimento de alta concentración de nutrimentos. El suministro de concentrados favorece la producción de leche y el manejo de las vacas durante el ordeño y permite cubrir el déficit de nutrimentos de las dietas a base de pastos y forrajes (González *et al.*, 2005).

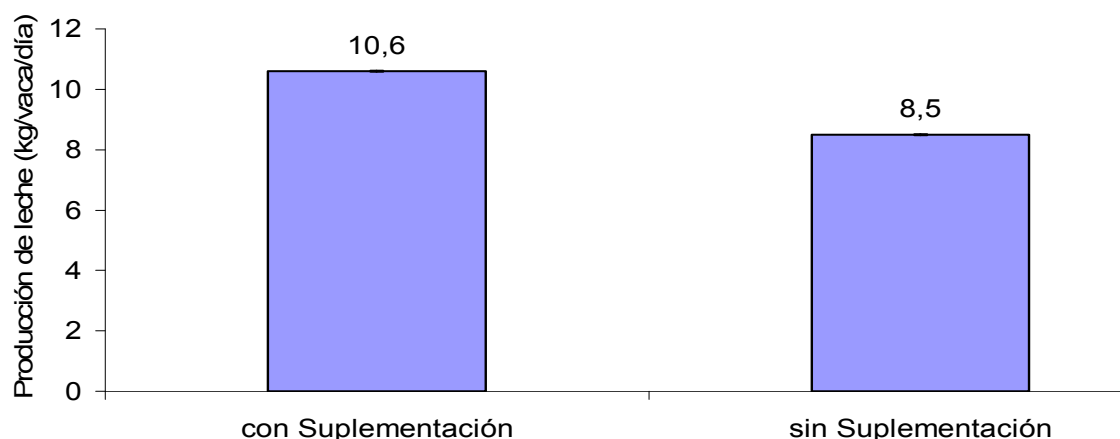


Fig.3.6. Efecto de la suplementación con residuo de la destilería del maíz (north gold) en la producción de leche en la asociación.

** $P < 0,01$

La tabla.3.3 muestra la producción promedio por día y por vaca total del sistema asociado y lo compara con estos mismos indicadores para la vaquería en general, así como las vacas explotadas en cada uno de ellos, destacando que prácticamente el 58,4% de la producción de leche diaria se extraía de las vacas alimentadas en este sistema con solo el 38,4% de las vacas en ordeño existente, siendo esta la causa del incremento total del indicador kg por vacas de la unidad (7,5). Estos resultados coinciden con los informados por Sánchez *et al.* (2005), los cuales hallaron 11,5 kg/vaca/día para los animales de la asociación y 6,6 kg/vaca/día para las vacas que solo tenían acceso al monocultivo, que en nuestro caso fue ligeramente superior en este último (7,5 kg/vaca/día), debido a que las vacas fueron suplementadas con hollejo de cítricos que como se conoce su valor energético es mayor y su contenido de PB es superior al 7% (Anon, 2000).

Al comparar los resultados del área asociada con el área total de la vaquería se encontró que con el 38% de las vacas en ordeño se produjo el 58% de la producción de leche y que en las 2 ha establecidas se mantuvieron 18 vacas durante todo el año, es decir 9 vacas/ha. La disminución de la carga en los meses de noviembre y diciembre se debió a la rotura de la

bomba de riego que imposibilitó la realización de esa labor y fue necesario disminuir la carga para evitar el deterioro del pastizal.

Al comparar la producción de leche (fig. 3.7) en el diagnóstico del trabajo y la influencia de la mejora tecnológica de la introducción de la asociación en parte del área de la unidad se observó que antes de realizar la transformación del pastizal, la producción de la unidad fue la menor (2005) de los tres años considerados, posterior en el 2006 se realizó la siembra del CT-115 y las especies arbóreas y se suministro como forraje el CT-115 después que se estableció en espera que las especies arbóreas ganaran la altura que requerían para iniciar su explotación (2 metros).

Tabla 3.3. Producción de leche y vacas en ordeño en el área asociada y el área total de la vaquería.

Meses	Área asociada (A)		Área total de la vaquería (B)	
	kg/día	Vacas ordeño	kg/día	Vacas ordeño
Enero	212	20	332	42
Febrero	214	20	275	42
Marzo	248	20	220	36
Abril	246	20	300	42
Mayo	240	20	428	55
Junio	246	20	477	58
Julio	246	20	470	52
Agosto	232	20	424	52
Septiembre	214	20	401	52
Octubre	222	20	338	52
Noviembre	147	14	317	38
Diciembre	49	5	319	50
Promedio	210	18	358	48
(A/B)*100	58	38	100	100

A partir del mes de julio hasta diciembre del 2006 existió un incremento en la producción de leche de las vacas, debido al aprovechamiento del CT-115 que se corto y se ofreció a las vacas como forraje verde. En enero 2007 comenzó la evaluación del área con las vacas y hubo un incremento en la producción de leche hasta el mes de noviembre del 2007 por las afectaciones de la falta de riego como anteriormente se informó. La literatura consultada con relación a los niveles de producción de leche encontrados señala que los sistemas asociados con bajos insumos se encuentran entre 9 y 12 kg/vaca/día (López *et al.*, 2003; Iglesias y Hernández, 2005).

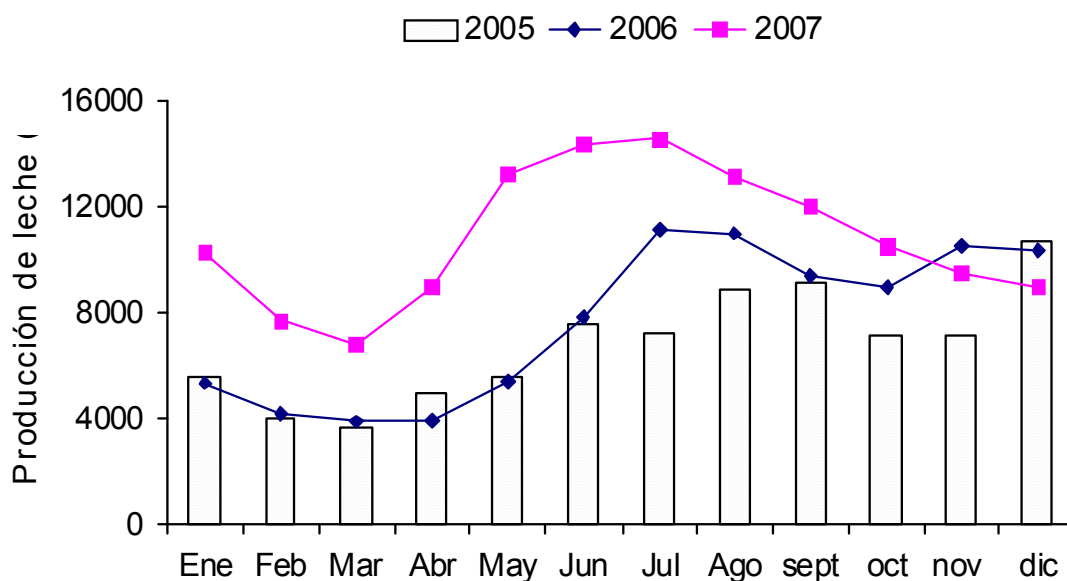


Fig. 3.7. Producción de leche de la asociación CT-115-leucaena-morera.

Al analizar la producción de leche (fig. 3.8) en los tres años se encontró que el menor valor se obtuvo en el año 2005, seguido del 2006 y los mayores rendimientos se hallaron en el 2007, lo cual estuvo influido por la mejora de la tecnología introducida que conllevó a la transformación de los pastos existentes en la unidad por especies más productivas (CT-115, *L. leucocephala* y *M. alba*), además permitieron una mayor disponibilidad y calidad del alimento a consumir por las vacas (fig. 1, tabla 2). Esto demostró que la respuesta productiva de los animales depende, en gran medida, de la disponibilidad de la materia seca, la calidad nutritiva de la dieta ofrecida, así como del genotipo de los animales empleados.

Estos resultados superan a los hallados por Guevara (1999) en un sistema de producción a base de gramíneas (pastos mejorados y naturales) y fueron inferiores a los encontrados por Sánchez (2007) que informó una producción anual en la vaquería de 160 000 kg.

Al comparar la producción de leche (tabla 3.4) de todas las vaquerías de la Empresa durante el año 2007 se halló que la unidad “El Rancho” presentó una mayor producción de leche, tanto individual como por ha, así como un mayor porcentaje de vacas en ordeño, a pesar de ser la unidad que posee una menor área, sin embargo, su producción total de leche fue similar a la obtenida en las unidades con mejores resultados en ese indicador (vaquería 1 y satélite). La producción total de la Unidad “El Rancho” representó el 14% de la producción total de la empresa contando solamente con el 6% del área total asignada a las lecherías y con el 8,1% de los animales destinados a la producción de leche.

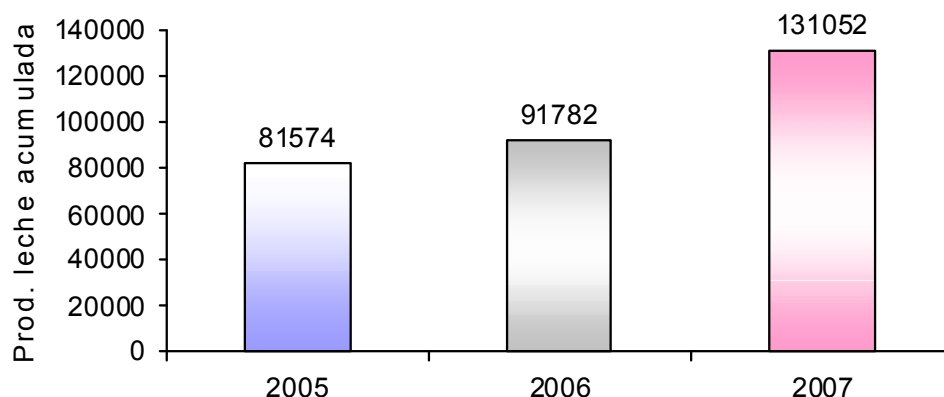


Fig. 3.8. Producción de leche antes (2005) y después de establecer y utilizar la asociación (2006-2007).

Al realizar el balance alimentario de la producción de leche de 10,2 kg/vaca/día mostró que el consumo de MS (fig. 3.9) fue inferior a la capacidad de ingestión y permitió satisfacer los requerimientos de todos los nutrientes de las vacas.

Este comportamiento es posible siempre que los animales dispongan de una oferta de pasto que permita la selección del alimento a consumir que en nuestro caso disponían mas de 30 kg MS/vaca/día, además el contenido de PDIN y PDIE de la dieta fue de 91,6 y 76,2 g/kg MS (15% PB), respectivamente.

En otros trabajos donde se han empleado las asociaciones de gramíneas y leguminosas se han encontrado un incremento en la producción animal y que las necesidades de nutrientes para producir leche hasta 9-12 kg/vaca/día se satisfacen al realizar el balance alimentario (López, 2002).

Tabla 3.4. Producción de leche por unidades de la Empresa Citrícola "Victoria de Girón.

Unidades	Área (ha)	Producción de leche			Vacas ordeño	% Vacas ordeño
		anual (kg)	kg/ha	kg/Vacas		
Vaquería 1	100	138 885	1 389	6,2	61	47
Vaquería 2	141	126 036	894	6,5	53	40
Vaquería 3	107	93 162	871	5,3	48	47
Vaquería 4	171	129 924	760	5,9	60	57
Vaquería Satélite	134	135 312	1 010	6,7	55	44
Vaquería Lama	255	70 809	278	4,6	42	30
Vaquería La Base	104	85 449	822	5,9	40	40
Vaquería El Rancho	65	131 052	2016	7,6	47	59
Total Media	1 079	910 629	1 005	6,1	406	44

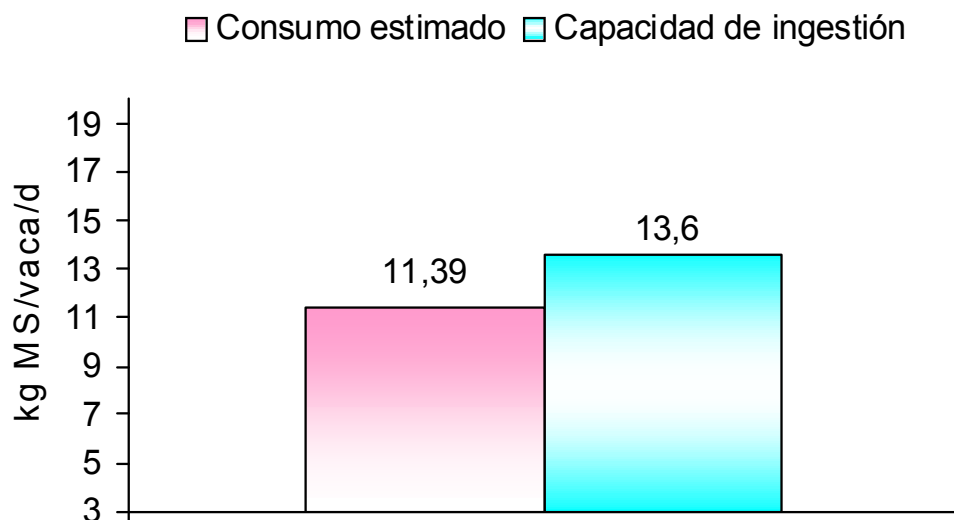


Fig. 3.9. Balance alimentario. Consumo de MS-Requerimientos.

El nivel de energía ofertado en la dieta (fig. 3.10) pudo satisfacer los requerimientos, pero al parecer el potencial de producción de leche de las vacas no sobrepasaron los 12 kg/vaca/día y lo que se pudo observar fue que los animales mejoraron su apariencia física (condición corporal). Estos resultados nos sugieren que cuando se realice el reemplazo de las vacas se deben seleccionar animales de mayor potencial lechero para ser utilizado en esa vaquería, donde se proyecta seguir transfiriendo la tecnología del silvopastoreo a todas sus áreas.

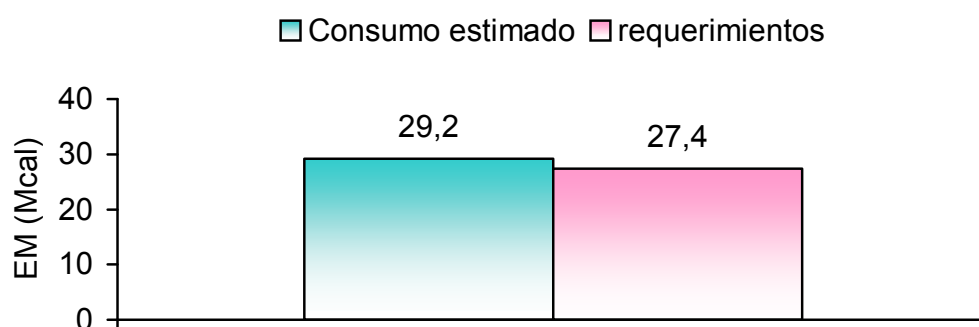


Fig. 3.10. Balance alimentario. Consumo de EM.

Los consumos de PDIN, PDIE, Ca y P (fig. 3.11) fueron cubiertos en su totalidad y se comprobó a través del balance alimentario que suplementar con North gold a los animales a razón de 400 g a partir del 6^{to} kg de leche producido puede ser factible para producir más de

10,2 kg/vaca/día cuando los animales tienen acceso a una disponibilidad de una asociación gramíneas/leguminosas que supera los 30 kg MS/vaca/día. Similar comportamiento informaron Morillo *et al.* (1997) los cuales plantearon que en sistemas de gramíneas + leucaena se cubren los requerimientos de las vacas de mediano potencial y pueden producir 10 kg de leche/vaca/día y ganancias de peso vivo de 400 g/vaca/día.

El balance demostró (ver anexo 2) la necesidad de suplementar los animales con sal mineral, donde el contenido de P parece ser el nutrimento que se le debe prestar atención por su importante papel en la reproducción y en los procesos metabólicos del animal. Los pastos y forrajes se caracterizan por presentar bajos contenidos de ese nutrimento y raramente sobrepasan el 0,2% (Anon, 2000) y se conoce que la concentración en la dieta de las vacas lactantes debe superar el 0,33% (NRC, 2001).

El análisis de los costo de la inversión (tabla 3.5) para realizar la transformación del pastizal mostró que fue necesario asignar un grupo de recursos destinados a la construcción del sistema, teniendo un componente en divisa del 48% y el 52% en MN, el alambre es el elemento que mas influye en el encarecimiento del mismo, pero tiene una durabilidad alta debido a que los árboles de leucaena y morera cuando crecieron sustituyeron los postes del cercado, garantizando una cerca de postes vivos, además con los resultados obtenidos en la producción de leche y el valor que tiene la leche, este sistema se paga en menos de un año.

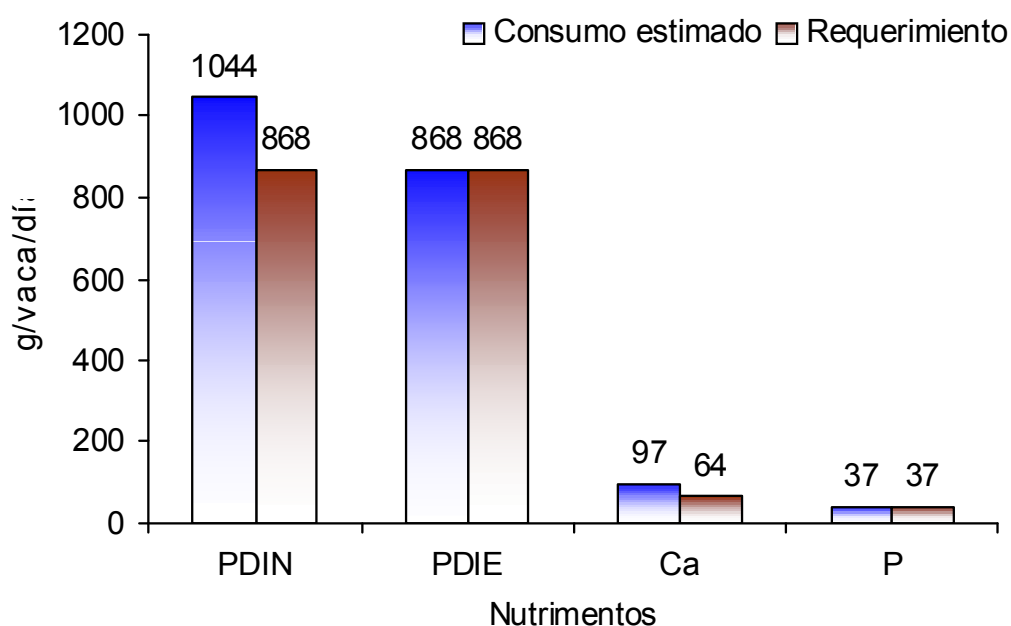


Fig. 3.11. Balance Alimentario. Consumo de nutrimentos.

Tabla 3.5. Costo de la inversión.

Materiales	U/M	Cantidad	Valor de la Inversión		
			CUC	MN	Total
Postes	U	2 900	0,00	1 044,00	1 044,00
Madres	U	450	0,00	180,00	180,00
Alambre	Rollos	62	1 729,00	393,00	2 122,00
Grampas	kg	35	49,35	6,04	55,39
Petróleo	Litros	300	111,54	0,00	111,54
Área cercada	Cordeles	250	0,00	1 345,00	1 345,00
Semilla			0,00	400,00	400,00
Sistemas riego	USD/ha	2	1 200,00	0,00	1 200,00
Total	-	4 019	3 089,89	3 368,04	6 457,93

Los indicadores económicos (tabla 3.6) encontrados durante el año 2007, que se inicio la evaluación con las vacas nos muestra el incremento de los ingresos por concepto del aumento en la producción de leche, muy superior al 2005 y 2006. Es de destacar que en el año 2007 se incremento el salario de los trabajadores de la unidad al estar los mismos vinculados a la producción y el pago por ese concepto fue de \$ 36 708.00; \$ 41302.00 y \$ 58 973.00 para los años 2005, 2006 y 2007, respectivamente.

El precio del litro de leche estuvo influido por el aumento del valor de la misma que estableció la ganadería en junio del 2007 de acuerdo a la calidad de ese alimento.

La relación beneficio costo fue superior en el año 2007 debido al incremento de la producción de leche y su nuevo precio.

Tabla 3.6. Indicadores económicos de los resultados obtenidos en el período experimental (MN).

Indicador	2005	2006	2007
Ingresos totales	77 707.87	201 543.40	312 668.81
Gastos fijos	6 414.83	12 671.96	10 707.70
Ingresos brutos	71 293.04	188 871.44	301 961.11
Gastos fijos	6 414.82	12 671.96	10 707.70
Gastos variables	66 347.48	64 973.38	73 272.82
Gastos totales	72 762.31	77 645.34	83 980.52
Flujo de caja	4 945.55	123 898.06	228 688.29
Gastos por ha	1 119.42	1 194.54	1 292.01
Gastos por vaca	909.53	946.89	1 049.76
Ganancia por ha	76.09	1 906.12	3 518.28
Ganancia por vaca	61.81	1 510.95	2 858.60
Costo	0.89	0.85	0.64
Relación beneficio-costos	0.97	2.43	3.60
Precio litro de leche	0.95	0.95	1.90

CONCLUSIONES

- La asociación *Pennisetum purpureum* CT-115 + *Leucaena leucocephala*+ *Morus alba* se estableció antes del año de sembrada.
- La asociación durante todo el año ofertó una disponibilidad de MS suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de las vacas del grupo de alta producción.
- La asociación permitió a las vacas de mediano potencial expresar su potencial lechero durante todo el año al producir más de 10 kg/vaca/día con el empleo de una baja suplementación con north gold.
- La suplementación con north gold permitió incrementar la producción de leche de las vacas de alta producción en 2 kg/vaca/día.
- El sistema permitió incrementar la producción de leche de la Unidad en más de 40 000 litros/año.
- La inversión del sistema es costosa y requiere más de \$ 3 000,00 CUC y \$ 3300,00 MN para cubrir los gastos de alambre de púa, postes, combustible, sistema de riego y semillas para sembrar y establecer las especies forrajeras.

RECOMENDACIONES

- Incrementar el área de la asociación hasta 6 ha con vista a incorporar todas las vacas en ordeño dentro del sistema.
- Transferir esta tecnología a otras vaquerías de la Empresa.
- Realizar un estudio de niveles de suplementación con north gold durante la etapa de lactación de las vacas.
- Incorporar estos resultados a la enseñanza de pregrado y postgrado.

Bibliografía

- Altieri, M. A. 1996. Agricultura Orgánica. En agroecología y agricultura orgánica sostenible. De, CEAS-ISAH. La Habana. P. 142.
- Altieri, M. A. 1985. Sistemas de policultivo. Agroecología., bases científicas de la agricultura alternativa. CETAL. Ediciones. Valparaíso. P. 89-92.
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba.
- Anon. 1987. Nuevas variedades comerciales de pastos y forrajes registrados en Cuba. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Pastos y Forrajes. 10: 63.
- Anon. 2000. Resumen de indicadores productivos y reproductivos. Proyecto Mambí de Cuba. MINAGRI. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Anón. 2000. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. Pastos y Forrajes 23: 105.
- Anon. 2001. "Protección de los recursos naturales en sistemas ganaderos: Los Sistemas agroforestales pecuarios en América Latina". Juiz de Fora, MG, Brasil. P: 38. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 17: 892.
- Ayala, J. R., 1988. Quelques elements sur l' Agrostologie Tropicale (Ed. EDICA) Instituto de Ciencia Animal. La Habana.
- Barber. R & F., Navarro. 1994. Informe preliminar sobre la influencia de 7 cultivos de cobertura. Y densidad de siembra sobre la producción de biomasa de raíces y subsiguientes rendimientos de cosecha. Avances de investigación No. 12 CIAT. MBAT. Bolivia p. 21.
- Barnard, C. 1972. Register of Australian herbage plant cultivars. (Ed. C. Barnard). Australian Herbage Plant Registration Authority. Canberra, Australia. p. 168.
- Benavides, J.E. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus alba*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). En: Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes

- Brewbaker, J.L. 1987. *Leucaena*. A multipurpose tree genus for tropical agroforestry. In: Agroforestry. A decade of development. (Eds. H.A. Stephen and P.K. Nair). International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya. p. 281
- Brunken, J.N. 1977. Systematic study of *Pennisetum* section *Pennisetum* (Gramineae) Amer. J. Bot. 64: 161.
- Burton, G.N. & Monzón, W.C. 1978. Registration of Tifton 44 Bermuda grass. Crop Sci. 18: 115.
- Cáceres, O. 1985. Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de gramíneas forrajeras tropicales en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias Agrícolas. ISCAH. La Habana. Cuba.
- Chenost, M. 1973. La valeur alimentaire de quatre graminées et d'une légumineuse tropicales et ses facteurs de variation. Fourrages. 54: 87.
- CIAT. 1972. Sistemas de producción de ganado de carne. Informe Anual. p. 13.
- CIAT. 1973. Sistemas de producción de ganado de carne. Informe Anual. p. 13.
- CIAT. 1974. Sistemas de producción de ganado de carne. Informe Anual. p. 1.
- CIAT. 1978. Sistemas de producción de ganado de carne. Informe Anual. p. 17.
- Corbea, L.A., Blanco, F. 2005. Métodos de propagación, siembra y establecimiento de plantas arbóreas con fines silvopastoriles. Edit. L. Simón. Universidad de San Carlos, Guatemala p: 75.
- Corbea, L.A., Hernández, Marta; Machado, R.; Lamela, L. & Cáceres, O. 1996. Variedades comerciales de pastos y forrajes para el desarrollo ganadero en Cuba. Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. Cuba. P: 118. Editorial José Martí. Ciudad de la Habana, Cuba. P: 100.
- Chacón, E.; Rodríguez-Carrasquel, S. y Chicco, CF. 2002. Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el valor nutritivo del pasto colorado (*Panicum coloratum*). Agronomía Tropical 21:495-502
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple f test. Biometrics. 11:1
- Escobar, A.; Alfonso, H y Ramírez, R. 1989. ¿Es potencialmente tóxica la planta de *L. leucocephala*? Revista ACPA. 1:20
- Escobar, A.; Romero, E. y Ojeda, A., 1998. *Gliricidia sepium* el matarratón, un árbol multipropósito. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 78 p.

- Espinoza, F.; Argenti, Patricia; Gil, J.L; León, L. y Perdomo, E. 2001. Evaluación del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* cv. king grass) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Trop.*, 19: 59
- Faría-Mármol, T. 1994. Consideraciones para la selección y manejo de especies tolerantes a la sequía. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 11(2): 164.
- Franco, Franco. R; Vargas, S; Silveira E. A. 2005. Influencia del banco de proteínas y del Clon CT-115 (*Pennisetum purpureum*) para el pastoreo, sobre algunos indicadores productivos de una vaquería destinada a la producción de leche. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105/110518.pdf>. [Consultado diciembre 22 del 2008] Veterinaria organización S.L.
- Fonseca, Tamara Canto; Cuco, Silvia Marina & Machado, Silvania. 2000. Aspectos da morfologia floral da amoreira (*Morus alba* L.). *Boletim de Indústria Animal*. 57:33
- Funes, F. 2001. El movimiento cubano de agricultura orgánica. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. ACTAF-CES. Universidad agraria de la Habana.
- GAIPA. 2004. Resumen tomado del "Programa Estratégico de Ganadería Vacuna" MINAGRIC. p. 3.
- García Trujillo, R. 1993. Tendencias mundiales de la agricultura orgánica. En: Conferencias y mesas redondas. Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, P: 1.
- García-Trujillo, R. 1981. Utilización y manejo de los pastizales en las explotaciones lecheras. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Pastos y Forrajes. 4: 3.
- García-Trujillo, R. 1995. El papel de los animales en los sistemas agrícolas. Seminario Científico Internacional. ICA, La Habana, Cuba. p. 44.
- García-Trujillo, R.; Pérez-Infantes, E.; García, F. y Basalto, R. 1978. Velocidad de consumo de algunos pastos tropicales. Seminario Científico Técnico. Estación Central de Pastos, Las Tunas, Cuba. P: 80.
- García, D.; Guillermo, J.; Ramírez, L.; Roque, G.; Morales, R.; Rocío *et al.* 2007. Digestión ruminal y composición química de nuevos genotipos de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) bajo irrigación y fertilización. *INCI*, vol.32, no. 5, p. 349 - 353. ISSN 0378-1844.
- Gomidez, J.A.; Noller, C.H.; Mott, G.O.; Conrad, J.H. & Hill, D.L. 1969. Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and in vitro cellulose digestibility of tropical grasses. *Agron. J.* 61:116.

- González, A; Domínguez, C; Ureña; J. A. y Zahalka, Karen. 2005. Suplementación con dietas basadas en recursos locales en vacas post-parto de doble propósito en el paisaje colinoso del estado Guárico-Venezuela. I. efecto sobre la producción de leche. <http://www.alpa.org.ve>. [Consultado diciembre 8 del 2008] grasses by sheep. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 38: 303.grasses when fed a choff and pellets to sheep. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 8: 270.
- Gray, S.G. 1968. A review of research on *Leucaena leucocephala*. Tropical Grasslands. 2:19
- Guevara, R. 1999. Contribución al estudio del pastoreo racional con bajos insumos en vaquerías comerciales. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez". La Habana, Cuba.
- Gutiérrez, Odilia; Delgado, Denia; Oramas, A. y Cairo, J. 2000. Consumo y selección animal de vacas en pastoreo de gramíneas con o sin bancos de proteína. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 119.
- 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. 21: 214.
- 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, Cuba. p. 26.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; García-Trujillo, R.; Mendoza, C.; Robles, F. 1992. Estudio del manejo de *Panicum maximum* cv. Likoni para la producción de leche. IV. Respuesta animal y comportamiento del pastizal. Pastos y Forrajes 15: 249
- Hernández, D.; Carballo, Mirtha y Reyes, F. 2000. Reflexiones sobre el uso de los pastos en la producción sostenible de leche y carne de res en el trópico. Pastos y Forrajes. 23:269.

- Hernández, I. & Simón, L. 1994. Razones para emplear plantas leñosas perennes en la ganadería vacuna. Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 p.
- Huo, Y. 2002. Mulberry cultivation and utilization in China. In: Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome. p. 11
- Iglesias, J.M. y Hernández, D. 2005. Sistemas Silvopastoriles para la producción bovina en Cuba. 2005. En: Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. Ed. L. Simón. Universidad de San Carlos, Guatemala p. 151.
- Jerez, Irma. 1983. Comportamiento de vacas lecheras con diferentes cargas en gramíneas tropicales Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencia ICA- ISCAH La Habana, Cuba 215 p.
- Jiménez, Maribel; Aguirre, J.; Ibrahim, M. & Pezo, D. 1998. Efecto de la suplementación con morera (*Morus alba*) en la ganancia de peso pos-destete de terneros de lechería. Agroforestería en Las Américas. 5 (17):24
- Kramer, C.Y. 1956. Extension of multiple range test to group with unequal numbers of replications. Biometrics. 12:307
- Kitahara, N.; Shibata, S. & Nishida, T. 2002. Management and utilization of mulberry for forages in Japan. 1. Productivity of mulberry-pasture association systems and nutritive value of mulberry. In: Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome. p. 235
- Kitahara, N.; Shibata, S.; Kawano, 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
- Kumar, R. 1992. Antinutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. In: Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. (Eds. A. Speedy y P.L. Pugliese). FAO, Rome. p. 145
- La O, O.; Chongo, Berta; Valenciana, Daikys; Elías, A.; Ruiz, T.; Torres, Verena y Scull, Idania. 2000. Degradabilidad ruminal de nutrientes y digestibilidad intestinal *in vitro* de nitrógeno indegradable de *Leucaena leucocephala* cv. CIAT-7929. [cd-rom]. Memorias: IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 122

- Lamela, L.; Matías, C. & Díaz, Magaly. 1998. Siembra y establecimiento de un sistema silvopastoril en una vaquería comercial. Forum provincial de Proteína. Matanzas, Cuba.
- Lamela, L.; Matías, C. & Gómez, A. 1999. Producción en un sistema con banco de proteína. Pastos y Forrajes. 22:339
- Lamela, L.; Valdés, R. & Fung, Carmen. 1996a. Comportamiento del banco de proteína para la producción de leche. Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. P: 14.
- Lamela, L.; Valdés, R. & Fung, Carmen. 1996b. Producción de leche en un sistema en banco de proteína. Resúmenes. II Taller Internacional "Los árboles y arbustos en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. P: 77.
- Lamprecht, H. 1990. Los ecosistemas forestales en los bosques y sus especies arbóreas- posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. En: Silvicultura en los trópicos. GTZ, República Federal de Alemania. p. 295
- Laredo, M.A. & Minson, D.J. 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheeps of leaf and stem fractions of five grass. Aust. J. Agric. Res. 24: 875.
- Lazenby. 1981. Relaciones del nitrógeno en los ecosistemas de pastizales. En: XIV Congreso Internacional de Pastos. Ed. CIDA. Ciudad de la Habana. P: 29.
- Legel, S. 1981. Tablas de los valores alimenticios de forrajes tropicales. Inst. Agric. Trop. Univ. Karl Marx, Leipzig, RDA.
- Leng, R.A. 1991. Feeding strategies for improving milk production of dairy animals managed by small-farmers in the tropics. In: Feeding dairy cows in the tropics. (Eds. A. Speedy and R. Sansoucy). Proceedings of the FAO Expert Consultation held in Bangkok, Thailand. P: 82.
- Leng, R.A. 1997. Tree foliage in ruminant nutrition. FAO: Animal production and health paper, 139. Roma, Italia. 100 p.
- López, Mirta. 1987. Simbiosis rizobio-Leucaena. Inoculación. En: *Leucaena* una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruiz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 43.
- López, O. 2002. Caracterización del comportamiento productivo y reproductivo de vacas Mambí de primera lactancia en un sistema Silvopastoril. Tesis en opción al Título de MSc Master Académico en Master en Reproducción Animal p: 33.

- López, O.; Lamela, L. & Sánchez, Tania. 2003. Efecto del Sistema Silvopastoril en el comportamiento productivo de vacas Mambí en una finca lechera comercial. Pastos y Forrajes. 25: 195.
- López, O.; Lamela, L.; Sánchez, Tania. 2003. Efecto de la época en la condición corporal y el comportamiento productivo de hembras Mambí en silvopastoreo. Pastos y Forrajes 26:221.
- Machado, R. y Seguí, Esperanza. 1997. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".20(1):7.
- Machado, R.; Milera, Milagros; Menéndez, J. & García-Trujillo, R. 1978. Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam de Wit). Pastos y Forrajes. 1:321
- Mahendranathan, T. 1971. Potencial of topioca as a livestock feed. A review Malaysian Agric. J. 48:77
- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, J. 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. Pastos y Forrajes.14: 101.
- Martínez, R.O.; Herrera, R.; Martha Monzote., Cruz. R. 1998. Avances de las investigaciones biotecnológicas y su aplicación a los pastos y forrajes en Cuba. ACPA, 1., pp.: 50-56.
- Martínez, R.O. 1999. Manual de Agro- Red para la ganadería. Tomo II. Agrotecnia y producción de alimentos. Pág. 16.
- Martínez, R.O. 1999. Cómo guardar alimento para la seca con la hierba elefante cubana CT-115. Manual AGRO-RED para la ganadería. 2: 14.
- Menchaca, M.A. 1978. Modelo multiplicativo. Efecto de curva de lactancia controlado para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ISCAH. La Habana, Cuba.
- Michalet-Doreau, B. & Xande, H. 1979. Influences de la saison sur le comportement alimentaire des moutons recevant des fourrages verts en zone tropicale humide. Ann. Zootech. 28 (4): 381.
- Milera, Milagros. 1992a. Efecto de la carga y el número de cuartones en un sistema de producción de leche con segregación de áreas para conservar. 1. Comportamiento de la producción de leche. Avances en Investigativos Agropecuaria, Colima. 15: 61.
- Milera, Milagros. 1992b. Manejo y explotación de los pastos para la producción de leche. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Pastos y Forrajes. 15(1): 1.

- Milera, Milagros; Iglesias, J. M.; Remy, V. & Cabrera, N. 1991. Empleo del banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. Pastos y Forrajes. 17: 73.
- Milera, Milagros; Martínez, J.; Cáceres, O.; Hernández, J. 1987. Efecto de diferentes ofertas del pasto *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastcross-1 sobre la estructura y el valor nutritivo de la planta en pastoreo. Pastos y Forrajes 10:239.
- Minson, D.J. & Laredo, M.A. 1972. Influence of leafives on voluntary intake of tropical grasses by sheep. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 38: 303.
- Minson, D.J. & McLeod, M.V. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. Proc. XI Int. Grassld. Congr., Queensland. P: 719.
- Minson, D.J.; Raymond, W.F. & Harris, C.E. 1960. The nutritive value of four tropical grasses when fed a choff and pellets to sheep. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 8: 270.
- Minson, D.J.; Harris, C.E.; Raymond, W.F. & Milford, R. 1964. The digestibility and voluntary intake of S-22-H-1 ryegrass, S-17 totall frescue, S-48 timotly, S-215 meadow fescue and germinal coasffot. J. Brit. Grassl. Soc. 19 (3); 298.
- Monzote, Martha y Funes-Monzote, F. 1997. Integración Ganadería- Agricultura, una necesidad presente y futura. Revista Agricultura Orgánica. La Habana. Cuba. 3: 7.
- Morillo, D. Mármol, J. Rivera, Á 1997. Producción de leche y cambio de peso vivo de vacas mestizas con sustitución parcial de alimento concentrado por harina de leucaena (*leucaena leucocephala*). Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Maracaibo, Venezuela. <http://avpa.ula.ve/congresos/ALPA97/NR13.pdf> [Consultada diciembre 16 del 2007]. "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Pastos y Forrajes. 15(1):1. 11(2): 119. 4: 63. Agric. J. 48:77
- Motta, M.S. 1953. *Panicum maximum*. Emp. J. Exp. Agric. 21: 33.
- Muzilli, O. 1992. Plantas promisorias para la protección del suelo en sistemas de producción. Inf. Tec. No. 8 CIAT-MBAT. Bolivia p. 24
- Norton, B.W. 1994. Antinutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge y H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 216
- Norton, B.W.; Lowry, B. y McSweeney, C. 1994. The nutritive value of *Leucaena* species. In: *Leucaena*, opportunities and limitations. (Eds. H.M. Shelton, C.M. Piggín y J.L. Brewbaker). ACIAR Proceedings No. 57. Canberra, Australia. p. 103

- NRC. 2001. NRC (National Research Council). 2001. Water. In: Nutrients requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington, DC. p. 179.
- Olivera, Yuseika; Machado, R. y León, Belkis. 2003. Evaluación agronómica de recursos genéticos forrajeros. Memorias V taller Internacional sobre Recursos fitogenéticos. S. Spíritus, Cuba. P: 91.p. 29
- Oquendo. G. 2002. Tecnología para el fomento y explotación de pastos y forrajes. P:67.
- Pacheco, J. 2007. Evaluación de la producción de leche de un sistema de pedestales en la empresa pecuaria "la vitrina". Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas p: 60
- Padilla. C. 2006. Siembra y establecimiento de pastizales de gramíneas. Curso Agrotecnia de los pastos. Maestría en Pastos y Forrajes. p: 5.
- Pardini, Andrea. 2000. Pascoli e foraggere tropicali e subtropicali. Iper testo- Versione 2.1. EuroPlanet Informática, Italia.
- Paretas, J.J.; Suárez, J.J.; Vádez. L.R. 1989. Gramíneas y leguminosas comerciales y promisorias para la ganadería en Cuba. MINAGRI, Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes.
- Pérez-Infante, F. 1977. Posibilidades de los pastos en el trópico. Rev. Cubana Cienc. Agric. 11(2): 119.
- Pezo, D. 1994. Interacciones suelo-planta-animal en sistemas de producción animal basados en el uso de pasturas. Algunas experiencias en el trópico húmedo. En: IV Jornadas de Producción e Investigación en Pastos Tropicales. (Ed. T. Clavero). Maracaibo, Venezuela. p. 113.
- Pezo, D. e Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Colección de Módulos Agroforestales No. 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 15 Proc. XI Int. Grassld. Congr., Queensland. P: 719.producción y calidad del forraje de tres variedades de morera (*Morus alba* L.). Agroforestería en las Américas. 3 (11-12):24
- Reinoso, M. 2000. Contribución al conocimiento del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo arborizados empleando vacas Siboney de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Central "Marta Abreu". Santa Clara, Cuba. 99 p.
- Robert, M. 1999. La agricultura cubana: Un modelo para el próximo siglo En: Cuba verde Editorial José Martí. Ciudad de la Habana, Cuba. P: 100.

- Roche, R. y Hernández, J.E. 1993. Estudio comparativo de somaclones de king grass (*Pennisetum purpureum*), con riego. Pastos y Forrajes 16 (2), p: 135-146
- Rodriguez, J.M.; Lannes, M. & Chávez, J.L. 1976. Características nutritivas de los principales alimentos y aditivos utilizados en la alimentación de los animales. Fac. Ciencias Agrop. Universidad de La Habana. Cuba. P: 42.
- Romero, L. 2002. El pasto y cómo conseguirlo. INTA - EEA Rafaela. Producir XXI N° 123.
- Ruiz, T. E., G., Febles. H., Jordán., E., Castillo & F., Funes, 1995. Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico. Memorias. Seminario Científico Técnico. XX Aniversario ICA. P. 75-82.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Cobarrubia, P.; Díaz, L.E. y Bernal, G. 1986. Altura de la planta para comenzar a pastorear la leucaena después de la siembra. Resúmenes. VII Seminario Científico Nacional y I Internacional de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 50
- Sánchez, M. 1999. Sistemas Agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina Tropical. Memorias. Agroforestería para la producción animal en América Latina 1.
- Sánchez, M.D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. In: Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome. p. 1
- Sánchez, Tania. 2002. Evaluación de un sistema silvopastoril con hembras mambí de primera lactancia bajo condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al título de master en pastos y forrajes. EEPF "Indio Hatuey" Matanzas. Cuba 93 p.
- Sánchez, Tania; Lamela, L.; Valdés, R.; López, O. 2005. Evaluación de los indicadores productivos de vacas Holstein en pedestales EEPF "Indio Hatuey" Matanzas. Cuba
- Sánchez, Tania. 2007. Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Camagüey p: 86.
- Sánchez, Tania; Lamela, L.; Valdés, R.; López, O. 2005. Producción de leche en una vaquería con un área de pedestales en condiciones comerciales. Pastos y Forrajes 28:155.

- Senra, A. 1982. Estudio sobre el número de cuartones por grupo para vacas lecheras en pastoreo La Habana: ICA-ISCAH, 192p.
- Shelton, H.M. y Brewbaker, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala* the most widely used forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge y H.M. Shelton). CAB International. Wallingford. UK. p. 15.
- Shelton, M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 17
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma, Italia. 707 p.
- Skerman, P. J.; Cameron. D.G. & Riveros. F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. N, Roma.
- Stobbs, T. H. 1977. Short-term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cow grazing nitrogen-fertilised tropical grasspastures. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 17: 892.
- Tang, M. (1994). Efecto de la inoculación con *Rhizobium* en el rendimiento de materia seca, contenido de nitrógeno y nodulación en *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. Pastos y Forrajes 17:143.
- Tergas, L. E. 1986. El potencial del pasto king grass como gramínea forrajera seleccionada para América Latina. Información Express. Pastos y forrajes, vol. 10. No. 2 (44)
- Torres, A. F, Chacón, E. Armas, S y Espinoza, F. 2005. Efecto de los patrones de siembra sobre la producción de proteína cruda en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Zootecnia Trop., 23(1):27-38.
- Tuarez, J.A. 1977. Evaluación de rendimiento y valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras, pertenecientes a la colección de la Est. Exp. Pichilingue. Tesis D.M.V. Universidad Técnica de Manabe, Ecuador. 94 p.
- Valdez, G. Álvarez, J.L.J. Rodríguez, V., Martínez, O., Orta, S., Molina, A. 2001. Alimentación, capítulo 3. Sociedad cubana de criadores de ganado de carne y doble propósito, ACPA, SOCCA.

- Vázquez, C.M. Lao, O. 1979. Influencia del número de cuartones en la producción de leche en un sistema intensivo de explotación. Ciencia y técnica en la Agricultura, La Habana Cuba. Pastos y Forrajes. 2: 49.
- Verdecia, J.C.; Falcó, Marlenis y González, E. 2002. Sistema de producción intensiva de forraje VERDEMAR. ACPA. 21: 29.
- Voisin, A. 1963 Productividad de la hierba Edit. Tecnos. SA. Madrid. 423 p.
- Whiteman, P.C. 1980. Tropical pastures science. Oxford University Press. New York. P: 392.
- Wood, P.D.P. 1969. Factors affecting the shape of lactation curve in cattle. Ani. Prod. 11:307.
- Wilkinson, S. R.; Adams, W.E. & Jackson, W.A. 1970. Chemical composition and in vitro digestibility of vertical leavers of coastal bermudagrass. Agron. J. 62:69
- Xande, A. 1979. Valeur alimentaire des fourrages tropicaux. Nov. Agron. Antilles-Guyane.
- Ye, W. & Ye, C. 2001. Nutritional value of mulberry leaves and perspectives as feed. Proceedings of a Workshop. Mulberry for animal feeding in China. Hangzhou, P.R. China.
- Ye, Z. 2002. Factors influencing mulberry leaf yield. In: Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome. p. 123

Anexo 1

CRITERIO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD

CRITERIO	ALTURA DEL PASTO (CM)
1 Disponibilidad <u>muy baja</u>	8 - 20
2 Disponibilidad <u>baja</u> .	21 - 50
3 Disponibilidad <u>regular</u> .	51 - 100
4 Disponibilidad <u>buena</u>	100 - 150
5 Disponibilidad <u>Muy buena</u>	151 - 170
6 Pasto pasado	> 171

RESUMEN SEMANAL DE LA EVALUCIÓN DE LOS CUARTONES

Fecha:

CLASIFICACION	TOTAL DE CUARTONES
1	
2	
3	
4	
5	
6	
TOTAL	

Anexo 1**DIAGNOSTICO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS CUARTONES**

Número del cuartón	Evaluación de la Disponibilidad	Número del cuartón	Evaluación de la Disponibilidad
1		10	
2		11	
3		12	
4		13	
5		14	
6		15	
7		16	
8		17	
9		18	

Anexo 1. Criterios para la disponibilidad del pasto



Disponibilidad muy baja
Categoría 1



Disponibilidad baja
Categoría 2



Disponibilidad regular
Categoría 3



Disponibilidad buena
Categoría 4



Disponibilidad muy buena
Categoría 5

Anexo 2.

Balance alimentario de los nutrientes PDIN del Periodo poco lluvioso 2007

Aporte de los nutrientes	Cons (kg/MF)	Cons (kg/MS)	EM (MCal)	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Ct-115	13,34	3,09	6,2	121	113	1,7	0,4
Northgold	2,00	1,81	6,2	310	257	0,1	1,5
Cítrico pulpa fresca	7,00	1,15	3,3	49	90	20,9	1,5
Morera	10,50	3,88	10,5	427	303	9,7	7,8
Leucaena(Cunningham)	4,10	1,27	2,9	140	100	29,2	3,2
Fosfato dicálcico	0,11	0,11	0,0	0	0	26,3	22,2
Total	37,12	11,32	29,0	1046	863	87,9	36,5
Requerimientos			27,4	868	868	63,6	36,5
Diferencia			1,5	178	-5	24,3	0,0

Balance alimentario de los nutrientes PDIN del Período lluvioso 2007

Aporte de los nutrientes	Cons (kg/MF)	Cons (kg/MS)	EM (MCal)	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Ct-115	13,08	3,03	6,1	118	111	1,7	0,4
Northgold	1,96	1,77	6,0	303	252	0,1	1,5
Cítrico pulpa fresca	8,00	1,32	3,7	55	103	23,8	1,7
Morera	10,50	3,88	10,5	427	303	9,7	7,8
Leucaena (Cunningham)	4,10	1,27	2,9	140	100	29,2	3,2
Fosfato dicálcico	0,11	0,11	0,0	0	0	26,1	22,0
Total	37,83	11,39	29,2	1044	868	90,7	36,5
Requerimientos			27,4	868	868	63,6	36,5
Diferencia			1,8	176	0	27,0	0,0

Anexo 3. Metodología de trabajo para obtener el sistema



Vivero de leucaena



Siembra del sistema



Rotación de los cuartones



Utilización del cuartón