

FACTORES DEL MANEJO PARA ESTABILIZAR LA PRODUCCION DE BIOMASA EN SISTEMAS GANADEROS

Tomas Elías Ruiz, Emilio Castillo, Jatnel Alonso y Gustavo Febles

Instituto de Ciencia Animal, Cuba. E-mail: teruizv@hotmail.com

RESUMEN

Este material abunda acerca de aquellos factores del manejo que conduzcan a estabilizar la producción de biomasa en sistemas ganaderos en el trópico. La aplicación de tecnologías adecuadas y la ausencia de sobrepastoreo entre otros son elementos que deben ser considerados. De aquí que es obvio que los sistemas mejorados y bien manejados de pasturas de gramíneas y leguminosas, en cualquier de sus alternativas son opciones para lograr la sostenibilidad de los sistemas. A esto se une la importancia trascendental de maximizar la fotosíntesis como mecanismo fisiológico para mejorar la producción de biomasa. Es nuestro criterio que una concepción más amplia y profunda es aquella en que los estudios de pasturas mixtas deben tener un enfoque más biológico por lo que, además de considerar el ambiente en el cual se desarrollan y crecen, hay que incluir y destacar el control de malezas y la forma en que los componentes vegetales se desarrollan y se manifiestan en las especies implicadas en el agroecosistema. Dentro de este contexto no podemos olvidar el efecto del animal. Los problemas asociados con la persistencia se reconocen cada vez más como una preocupación real. Por otro lado, los diversos factores que controlan la persistencia de las especies forrajeras se agrupan, en sentido amplio, en aquellos que pueden ser manejados y controlados por el productor y en aquellos en que el productor no puede intervenir. Es por ello, que las producciones animales y de otro tipo, derivados de estos sistemas, varían positivamente en el tiempo, en la medida en que se va consolidando la relación suelo/planta/animal. De esta relación no puede quedar excluido el papel interactuante y modificador desempeñado por el hombre con los elementos constitutivos antes señalados. Queda demostrado que la producción de biomasa es una actividad multidisciplinaria por

naturaleza, de aquí que el éxito de su funcionamiento está condicionado al conocimiento que se logra de las interacciones entre sus componentes y entre estos y el medio ambiente, lo cual permitirá la generación de estrategias de manejo acordes con la ecología y por lo tanto que conduzca a mejorar la productividad y la sostenibilidad del agroecosistema. Por tanto es evidente que la producción de biomasa constituye un elemento determinante en el éxito y la eficiencia del empleo de los sistemas con leguminosas. No obstante, es imprescindible conocer todos aquellos factores que determinan su expresión.. Esto debe hacerse bajo dos puntos de vista. En primer lugar, no puede evaluarse como escalones aislados de un sistema, sino interactuando entre sí y, en segundo lugar, es fundamental conocer la forma en que deben ser manejados para lograr una producción más eficiente y estable de biomasa vegetal. A todo lo anterior debemos agregar el grado de experiencia, conocimiento e interpretación que deben poseer nuestros productores y técnicos para alcanzar la potencialidad de estos sistemas.

Palabras clave: manejo, producción de biomasa, asociación, silvopastoreo, leguminosas herbáceas y arbustivas

INTRODUCCIÓN

El trópico representa una alternativa para la producción de alimentos de origen animal el cual tiene como base alimentaría los pastos, que pueden presentar una alta producción de biomasa, pero en forma estacional (Palma, 2005). Además, es conocido que en las áreas tropicales de América Latina se desarrolla el 60 % de los bovinos de la región en unas 1.500 millones de hectáreas (Martínez, 2005).

La mayoría de las actividades humanas impactan el ambiente; la agricultura y la ganadería no son las excepciones. La ganadería

frecuentemente es censurada por los efectos adversos medio-ambientales pero, recíprocamente, rara vez, se da un énfasis al papel positivo de los animales en la conservación medioambiental (Alonso, 2004). Por ejemplo, el pastoreo modifica las comunidades de plantas y se puede manejar para sostener o mejorar las plantas deseables y beneficiar, en menor o mayor grado, al suelo y a la fauna. Sin embargo, los pastoreos inapropiados, afectan adversamente los agroecosistemas.

La ganadería tropical enfrenta serios cuestionamientos debido al modelo imperante de producción, caracterizado por grandes extensiones y poca o ninguna diversidad de especies (Molina y Uribe, 2005) además, de que presenta problemas tanto ecológicos como económicos (Ibrahim *et al.*, 2005).

En los sistemas ganaderos tradicionales uno de sus principales problemas es la degradación de pasturas, lo que se traduce en una disminución de oferta en forraje, siendo la principal amenaza a largo plazo para la sostenibilidad del sistema (Ibrahim *et al.*, 2000; Szott *et al.*, 2000) al causar el declive en la productividad de las pasturas provocando la baja eficiencia económica (Jansen *et al.*, 1997). Esto se debe principalmente a factores de manejo como el uso de químicos (herbicidas, funguicidas y fertilizantes), la carga animal inadecuada (sobrepastoreo) lo que provoca: pérdida de cobertura vegetal, reducción de la fertilidad del suelo, incremento de la erosión, compactación del suelo y desertificación (Szott *et al.*, 2000). Además, que se destruyan hábitats y se aumente las emisiones de gases de efecto invernadero (Harvey *et al.*, 2005).

Así tenemos que la deforestación del bosque nativo y la conversión final de estas áreas en pastura representa el más importante cambio en el uso del suelo en América Tropical en los últimos 50 años. El 77 % del área agrícola de esta zona está hoy cubierta de pasturas. A lo anterior se une que por un manejo inadecuado más del 60 % de estas tierras se encuentran en severo estado de degradación (Amezquita *et al.*, 2004).

Por ello, la necesidad de incorporar prácticas y técnicas que cumplan con un doble propósito: mejoren el sistema de producción ganadero al aumentar la oferta en forraje (no solo pasturas en monocultivo) y que contribuyan en la conservación de los recursos naturales, mejorando así la imagen ante los entes decisores y los consumidores sensibles ante la problemática ambiental (Pezo *et al.*, 1999).

Ruiz y Febles (2004) informaron que, entre las causas humanas que influyen en este proceso se destacan la aplicación de tecnologías inadecuadas, el sobrepastoreo y la deforestación. Tal sobreexplotación suele ser causada por la presión económica y social, la falta de conocimientos y las sequías. Sin embargo, los sistemas mejorados y bien manejados de pasturas, agro-pastoriles y agrosilvopastoriles representan una importante alternativa de recuperación de esas áreas degradadas.

La generación y multiplicación de sistemas productivos que privilegien la alta producción de biomasa, y maximicen el fenómeno de la fotosíntesis y, por tanto, la capacidad de almacenar el carbono ocioso del aire en medios estables como la materia orgánica del suelo, se convierte en la alternativa práctica y real para la regulación ambiental, y es precisamente en la franja tropical donde se cuenta con las mayores ventajas naturales para abordar esta línea de desarrollo (Molina y Uribe 2005; Amezquita *et al.*, 2004).

Por tanto, hoy adquiere una importancia trascendental maximizar el fenómeno de la fotosíntesis como principal mecanismo de mitigación del efecto invernadero generado por la emisión sin control de gases, donde el dióxido de carbono es responsable de más del 65 % de su impacto global.

Los sistemas donde estén presentes las leguminosas, ya sean arbustivas o rastreras asociadas con gramíneas, pueden jugar un papel destacado al contribuir positivamente en muchos de los aspectos indicados anteriormente y, por tanto, pueden lograr sistemas que sean sostenibles con el medio ambiente. A iguales consideraciones llegó Murgueitio (1999).

Dentro de las opciones para intensificar el uso de la tierra en zonas ganaderas se encuentra la utilización de los sistemas silvopastoriles los cuales han demostrado que son una alternativa productiva con grandes beneficios como son, mejoran la producción ofrecen oportunidades de empleo (De Haan, 2002), además generan servicios ambientales (secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad, preservación del recurso hídrico entre otros) (Pezo *et al.*, 1999). También existen sistemas de producción ganaderos como la asociación de leguminosas herbáceas con pasturas que presentan ventajas económicas por los incrementos en la producción de leche y carne (Lascano y Avila, 1991) y ecológicos como una mejor persistencia de las pasturas, disminuyen la utilización de fertilizantes nitrogenados y contribuyen en el secuestro de carbono en el suelo (Ibrahim, 1994; Ibrahim y Mannetje, 1998).

De aquí la necesidad de la conversión de sistemas relativamente simples de monocultivo de gramíneas a sistemas más complejos, donde la mezcla de especies se combina, para crear un ambiente favorable para la producción de biomasa y pecuaria y, al mismo tiempo, amigable con los recursos naturales y la biodiversidad (Sánchez *et al.*, 2000).

Los objetivos del presente material es informar las posibilidades de la producción de biomasa mediante sistemas con la presencia de leguminosas herbáceas o arbustivas, cuando logramos un manejo integral de sus componentes, así como los éxitos alcanzados en esta línea en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba.

ANTECEDENTES

Al efectuar una revisión de los trabajos publicados en los últimos Congresos Internacionales de Pastos y Forrajes desde 1988, reuniones de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal a partir de 1995, así como informaciones emitidas por la FAO, la ONU y otros organismos nacionales dentro del contexto tropical, se indica que temáticas como leguminosas herbáceas,

establecimiento, recuperación y manejo de pastizales, silvopastoreo y relación suelo-planta-animal no fueron sistemáticamente discutidos en estas reuniones y existe una ausencia casi total de investigaciones o estudios que valoren a los pastos como un sistema dinámico diverso y, menos aún, y que propongan tecnologías integrales que sean de aplicación al sector productivo (Ruiz *et al.*, 2003).

Otras características del análisis que estamos llevando a cabo y que se han extraído de los últimos Congresos Internacionales de Pastos fue resumida por Maass *et al.* (2001). Estos autores señalaron que el trabajo con leguminosas se ha centrado fundamentalmente en la evaluación y colecta de germoplasma. En este sentido, Botero (2000) planteó que el mejoramiento de praderas en el trópico ha estado orientado a mejorar su adaptación a factores abióticos (climáticos y edáficos) y bióticos (plagas y enfermedades) y su tolerancia a moderadas presiones de pastoreo.

Es nuestro criterio que una concepción más amplia y profunda es aquella en que los estudios de pasturas mixtas deben tener un enfoque más biológico por lo que, además de considerar el ambiente en el cual se desarrollan y crecen, hay que incluir y destacar el control de malezas y la forma en que los componentes vegetales se desarrollan y se manifiestan en las especies implicadas en el agroecosistema. Dentro de este contexto no podemos olvidar el efecto del animal.

Los problemas asociados con la persistencia se reconocen cada vez más como una preocupación real (Jones, 1984; Ruiz y Febles, 2001). Por otro lado, los diversos factores que controlan la persistencia de las especies forrajeras se agrupan, en sentido amplio, en aquellos que pueden ser manejados y controlados por el productor y en aquellos en que el productor no puede intervenir.

En este sentido Jones y Mott (1980) y Ruiz y Febles (2001) plantearon que la persistencia de la leguminosa, mediante el manejo adecuado del pastoreo, dependerá del conocimiento que tengamos de cómo ese manejo afecta la supervivencia de la planta y, por tanto, la producción de biomasa.

A través de este enfoque los pastizales mixtos deben ser, obviamente de gran significado en el mundo tropical en general, cuando logramos que sean productivos, persistentes y económicamente sostenibles.

La producción de biomasa con leguminosas herbáceas o arbustivas, son sistemas biológico-abiológico en desarrollo dinámico constante, el cual se alcanza por etapas y se evalúa a través de la evolución de sus componentes. Es decir, los animales, el pasto base, la leguminosa, el árbol, la flora y la fauna aérea y del suelo, el suelo mismo, el reciclado de los nutrientes, los factores abióticos y otros de carácter socio-económico (Ruiz *et al.*, 2001).

Es por ello, que las producciones animales y de otro tipo, derivados de estos sistemas, varían positivamente en el tiempo, en la medida en que se va consolidando la relación suelo/planta/animal. De esta relación no puede quedar excluido el papel interactuante y modificador desempeñado por el hombre con los elementos constitutivos antes señalados (Ruiz *et al.*, 2005).

Todos conocemos las bondades de los mismos cuando logramos una estabilidad de sus componentes. En este proceso intervienen, a través del hombre, muchos aspectos que, cuando son bien utilizados, alcanzamos una respuesta positiva. El equilibrio adecuado de los componentes de los sistemas en fomento se va logrando en el tiempo, mediante una activa participación antrópica (Ruiz *et al.*, 2000).

SISTEMAS CON LEGUMINOSAS HERBÁCEAS

La asociación de gramíneas con leguminosas rastreras ha sido muy estudiada por los investigadores. Sin embargo, se reconoce un bajo impacto en la adopción por parte de los productores (Pezo *et al.*, 1992). Aunque su introducción ha representado una contribución significativa en la productividad del pastizal, no cabe dudas que su manejo y mantenimiento ha sido difícil de lograr (Milera, 1991 y Sánchez, 1999).

Por otro lado, las investigaciones con especies de leguminosas rastreras han tenido problemas con la persistencia (Espinosa, 2000) y, en este sentido, se ha informado un aumento de las malezas con el incremento de la carga (Walker, 1975 y Monzote *et al.*, 1986). Se conoce que las leguminosas son muy sensibles a las altas cargas, así González *et al.* (2004) plantearon que el aumento de la carga degrada la asociación gramínea-leguminosa y disminuye el porcentaje de leguminosas en el pastizal (Cowan *et al.*, 1975). Chacón y Stobbs (1976) indicaron que el pisoteo y el tamaño del bocado afectan la presencia de la leguminosa en el pastizal, mientras que Castillo *et al.* (1991) lograron mayor persistencia al aumentar el número de cuarterones de 2 a 4 y mucho mejor cuando trabajaron con 6 cuarterones (Castillo *et al.*, 2002).

Trabajos desarrollados para profundizar en el comportamiento de asociaciones de gramíneas-leguminosas rastreras bajo pastoreo nos señalan que la baja población de plantas y de puntos enraizados por metro cuadrado constituyen las causas de la baja estabilidad de la producción de biomasa de estos sistemas. Además, los elementos que componen la disponibilidad (gramínea-leguminosa) varían al disminuir o aumentar uno de los componentes, lo que es una muestra de que existe un estado competitivo entre ellas (Ruiz *et al.*, 1995).

En el Instituto de Ciencia Animal de Cuba, durante los últimos 20 años, se han realizado trabajos con asociaciones de gramíneas y leguminosas que introducen cambios en la forma del manejo y logran la persistencia de las mismas (Ruiz y Febles, 2001) en el sistema durante los 84 meses que duró el trabajo. Sin embargo, señalan la necesidad de profundizar en los métodos de establecimiento, ya que con los existentes se obtienen pastizales con bajas poblaciones de leguminosas, así como pocos puntos de enraizamiento existiendo, además, una alta competencia con la gramínea acompañante, así como que los métodos de cultivo mínimo no logran un lecho adecuado para la germinación, emergencia y desarrollo de la semilla de leguminosas que se desean introducir (Ruiz y Febles, 2001).

En la Figura 1 se observa en la parte izquierda lo que sucede comúnmente en los pastizales asociados en donde la leguminosa tiene solamente como punto de anclaje la planta madre, mientras las ramas crecen por encima de la gramínea pero sin enraizar. Los trabajos relacionados con el establecimiento y explotación del pastizal deben estar encaminados a lograr una mayor cantidad de plantas y puntos enraizados por área como se muestra en la parte derecha de la misma.

Cuando estos indicadores presentan un balance positivo en la asociación se logra una mayor vida productiva de los pastizales. El comportamiento del pastizal presenta una producción estable de biomasa independientemente de la estación climática (Cuadro 1) siendo ello uno de los objetivos que nos trazamos al sembrar mezclas múltiples, ya que cuando una de ellas disminuye su aporte al rendimiento, otra ocupará esa función. Al analizar la contribución / especie podemos apreciar que el kudzú presentó el menor aporte en época seca. Mientras que siratro y stylo disminuyeron su presencia en la lluvia, aunque ello estuvo asociado también a que las mismas comenzaron a desaparecer de la mezcla (Cuadro 2). Por su parte centrosema y glycine

tuvieron un comportamiento muy estable al igual que la gramínea

En Cuadro 3 se muestra la estabilidad alcanzada en la producción de biomasa, a través del tiempo y la capacidad de kudzú y stylo de ir aumentando su presencia en la asociación, mientras teramnus, centro y glycine mostraron estabilidad en el pastizal. Por su parte, clitoria desapareció a los 30 meses.

La frecuencia de aparición de las especies en el potrero también es un indicador de la capacidad competitiva de los componentes en la asociación. Así kudzu, stylo, centro y glycine aumentaron en el tiempo, no ocurriendo así con el resto de las especies.

La clitoria presentó un comportamiento temporal como planta, ya que después de la floración esta leguminosa desapareció y de la semilla producida y caídas al césped surgieron muy pocas plantas, al no poder competir dentro del césped formado por la asociación.

Se destaca el desarrollo armónico de la presencia de plantas y puntos enraizados de las leguminosas rastreras estudiadas, lo que se evalúa como un resultado importante que se

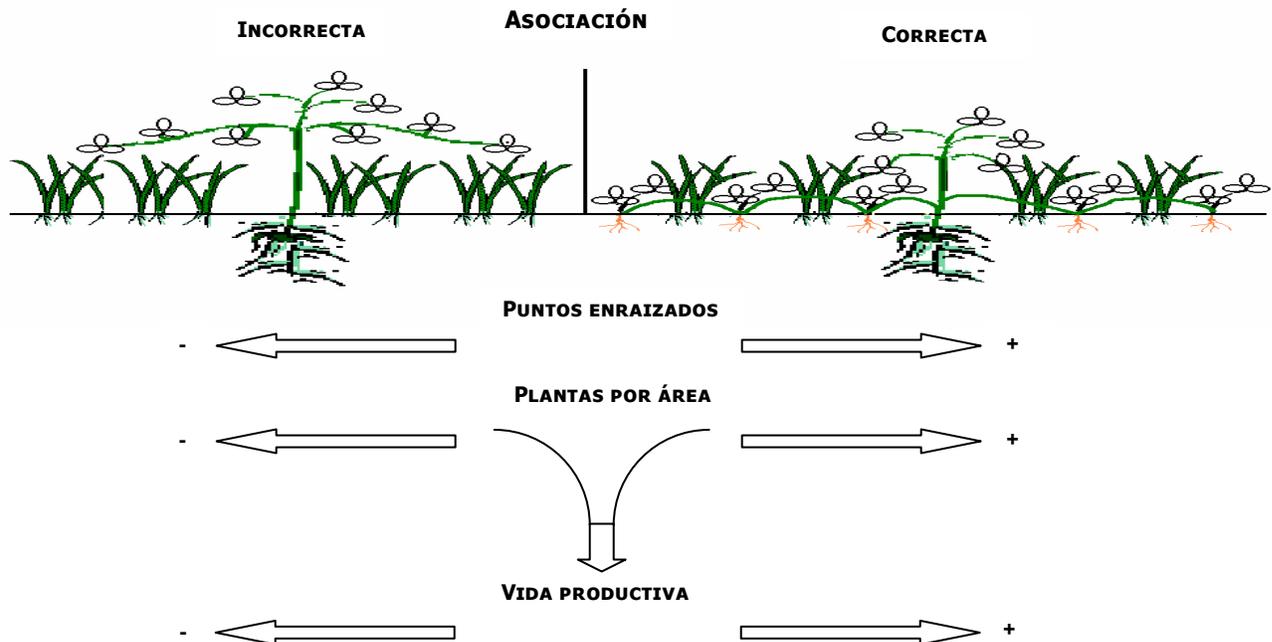


Figura 1. Comparación de la forma de anclaje de dos áreas asociadas de leguminosas rastreras y gramíneas (Ruiz y Febles, 2003).

Cuadro 1. Comportamiento promedio del pastizal por rotación.

| Estación | Disponibilidad de la asociación, t/ha MS | Contribución /Especie, % | | | | | |
|----------|--|--------------------------|---------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|
| | | <i>Kudzu</i> | <i>Centro</i> | <i>Glycine</i> | <i>Siratro</i> | <i>Stylo</i> | <i>Gramínea</i> |
| Lluvia | 3,23 | 3,7 | 28,9 | 29,6 | 13,6 | 10,2 | 14,0 |
| Seca | 2,73 | 21,0 | 25,0 | 22,0 | 8,0 | 2,0 | 22,0 |

Fuente: Ruiz y Febles, 2001a.

Cuadro 2. Frecuencia de aparición (%) de las leguminosas y las gramíneas en las diferentes estaciones climáticas.

| Especies | Estación | |
|-------------------|----------|--------|
| | Seca | Lluvia |
| <i>Kudzu</i> | 50 | 75 |
| <i>Centrosema</i> | 90 | 100 |
| <i>Glycine</i> | 90 | 100 |
| <i>Siratro</i> | 90 | 80 |
| <i>Stylo</i> | 50 | 40 |
| <i>Gramíneas</i> | 90 | 100 |

Fuente: Ruiz y Febles, 2001^a**Cuadro 3. Comportamiento del pastizal en diferentes momentos después del establecimiento.**

| Momento | Disp. t/ha MS | Contribución/especies, % | | | | | | |
|---------|---------------|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------|
| | | <i>Kudzu</i> | <i>Clitoria</i> | <i>Teramnus</i> | <i>Stylo</i> | <i>Centrosema</i> | <i>Glycine</i> | <i>Gramínea</i> |
| Inicio | 3,28 | 9 | 9 | 13 | 8 | 24 | 18 | 19 |
| Final | 3,41 | 23 | 0 | 13 | 24 | 20 | 10 | 10 |

Fuente: Ruiz y Febles 2001a.

refleja en la biodiversidad, el equilibrio y persistencia alcanzada en la producción de biomasa entre los componentes del sistema. De esta forma se puede disponer de pastizales productivos y de una mayor vida útil de no menor de 7 años, en contraste con lo alcanzado en Cuba anteriormente

Los satisfactorios resultados obtenidos con este sistema, pudiera estar relacionado con la presencia de más de una leguminosa en el pastizal con diferente hábito de crecimiento y a la estrategia de trabajar con presiones de pastoreo no mayores de 500 kg/ha, lo cual corrobora lo sugerido por Stobbs (1969). Además, el hecho de aumentar la rotación de 2 a 4 cuarterones y permitir el acceso libre al pastizal contribuyeron también en estos resultados (Castillo *et al.*, 1991; Ella *et al.*, 1991). Esto está acorde con lo informado por Espinosa (2004) quien encontró aumento del valor nutritivo del pastizal, un incremento de la carga y mayor persistencia del sistema.

Queda demostrado, que las leguminosas rastreras necesitan un manejo especial para lograr un equilibrio adecuado con las

gramíneas, que permita un comportamiento biológico aceptable. En este sentido, la categoría animal y la carga pueden decidir un mayor tiempo de persistencia de las leguminosas asociadas y un buen comportamiento animal, en unión de otros factores ya analizados sobre los puntos de anclaje de estas especies (Castillo y Ruiz, 2005).

SISTEMAS SILVOPASTORILES

En Cuba, desde la década de los 80 del siglo pasado se ha estudiado íntegramente el uso de la leucaena para la producción bovina, que ha constituido una alternativa importante biológica y económicamente, con producciones sostenibles y favorables. En estos resultados influyeron también los estudios relacionales con el comportamiento ruminal y fisiológico de los animales (Castillo *et al.*, 2000; Ruiz y Febles, 2003).

Hay que señalar que los estudios con enfoque ecológico e integrado se han incrementado, debido, probablemente a que los sistemas que involucran el uso de árboles y arbustos locales, constituyen una importante opción en los sistemas productivos que

interactúan con las pasturas y los animales, bajo un esquema de manejo integrado (Pérez *et al.*, 1998).

Las leguminosas arbóreas influyen en la productividad animal de tres maneras. La primera, es la capacidad de carga animal, la cual aumenta debido a la mayor producción de biomasa. La segunda, es el mayor valor nutritivo de la pastura asociada en comparación con la gramínea sola y la tercera es el efecto beneficioso del nitrógeno y de la sombra, que unido a los métodos tecnológicos de establecimiento de esta especie (Ruiz y Febles, 2003) coadyuvan a que la gramínea asociada que es la base de la alimentación bovina en sistemas en que está presente el árbol, produzca un mayor volumen de biomasa (Castillo *et al.*, 2002) lográndose que tenga la misma productividad y valor nutritivo que la gramínea no asociada pero fertilizada con 100 kg N/ha/año (Ruiz *et al.*, 1995).

En este sentido, se ha demostrado una mayor persistencia de la gramínea asociada que aquella que no recibe los beneficios del árbol (Jordán, 2003). Por otro lado, se demostró que la inclusión de la leucaena en pastos naturales necesita de un manejo cuidadoso desde el punto de vista de la carga por unidad de área y la suplementación con alimentos voluminosos y fuentes nitrogenadas para lograr alta producción de biomasa de forma sostenible y persistente (Castillo *et al.*, 2003).

En otros trabajos se ha informado que el uso adecuado de la carga, número de cuarterones, tiempo de ocupación y la suplementación en sistemas de asociaciones con la inclusión de árboles en toda el área, fundamentalmente leucaena, constituyen una vía importante para lograr buena persistencia del pasto base, lo que permite una mayor productividad en la producción de leche, la cría de hembras en desarrollo y la producción de carne (Jordán *et al.*, 1998 ; Castillo *et al.*, 2002; Guevara *et al.*, 2003 y Mejías *et al.*, 2004).

El manejo de los árboles debe estar encaminado a lograr una aceptable productividad y crecimiento, ya que si esto no se controla adecuadamente, las plantas

pueden convertirse en árboles y como consecuencia de ello la parte foliar no estará al alcance de los animales, además de afectar el crecimiento de la gramínea asociada, lo que se reflejaría inmediatamente en la estabilidad de la producción de biomasa del sistema (Ruiz *et al.*, 1994; Shelton y Jones, 1995).

Los sistemas silvopastoriles intensivos de ramoneo y de corte y acarreo se incrementan la ganancia de peso vivo en los animales hasta en un 21 a 26 % y en producción de leche en 20 % al compararlos en alimentación con solo gramíneas (Ibrahim *et al.* , 2005).

Los estudios conducidos en sistemas de pastoreo con árboles mostraron de forma novedosa que con un manejo adecuado se logra baja proporción de malezas y altos valores del pasto base mejorada comparada con la gramínea sin asociar con árboles no fertilizadas. Esto muestra que no ocurre deterioro en el pastizal y que se logra un equilibrio aceptable de sus componentes. La presencia del. Árbol asociado a la gramínea mejorada tiende a producir una mayor estabilidad de la producción de biomasa durante todo el año, en comparación con áreas sin árboles y sin fertilización (Cuadro 4 y Fig. 2).

En un sistema leucaena : guinea conducido durante cinco años se puede apreciar que al 4^{to} año de explotación con animales se incrementó en 21 % la producción de biomasa en la época de lluvia respecto al año anterior y en 37 % en la seca. Al 5^{to} año estos incrementos fueron 11 % y 22 % en iguales épocas, respectivamente. Un análisis más prolongado al comparar el 3^{er} año vs 5^{to} año mostró incrementos de 33 % en lluvia y 67 % en seca.

La poda, que constituye una compleja labor que debe ser incluida como práctica de manejo en estos sistemas, puede restituir la producción de biomasa para que esté nuevamente al alcance de los animales, regule la entrada de luz y no sea un factor limitante para la vegetación herbácea que forma parte del silvopastoreo, la cual, además de contribuir en la alimentación animal, cubre el suelo evitando la erosión y favorece el proceso de reciclado de nutrientes.

Cuadro 4. Comportamiento del rendimiento (t MS/ha/año) de leucaena-pasto estrella y pasto estrella sin asociar según los años de estudio.

| Indicadores | 3 ^{ro} | Año 4 ^{to} | 5 ^{to} |
|--------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Leucaena | 5,9 | 6,4 | 7,0 |
| Pasto asociado | 9,8 | 11,1 | 12,0 |
| Pasto más leucaena | 15,7 | 17,5 | 19,0 |
| Pasto sin asociar | 8,1 | 7,3 | 6,7 |

Fuente: Ruiz *et al.*, 1999.

Producción de biomasa
kg /ha

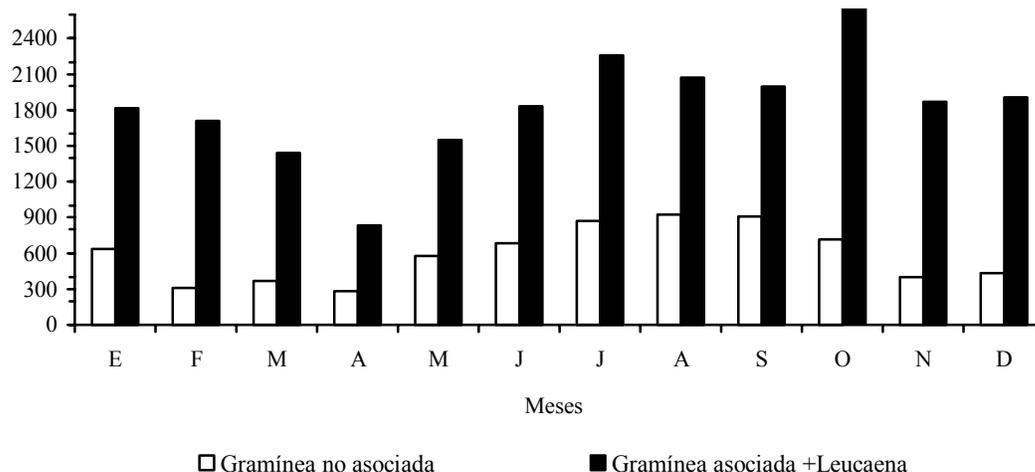


Figura 2. Producción de biomasa mensual en sistemas de gramínea no asociada vs gramínea asociada + leucaena en el 100 % del área (Ruiz *et al.*, 1999).

Se ha demostrado que la altura que alcanzan las plantas de leucaena en explotación, constituye la principal preocupación de los productores, que temen que estas puedan convertirse en árboles. La labor de poda no es necesaria antes de los 4 años después de la siembra si el sistema es bien manejado y se lleva a cabo según el objetivo que se persiga. Así, queremos aumentar la disponibilidad/animal/día durante la seca la poda se deberá realizar de enero a marzo, pero si se quiere lograr una rápida recuperación de las plantas después de la poda, esta debe efectuarse entre los meses de abril-junio a una altura no mayor a 0,50 m del suelo. De esa forma se prolonga el comienzo de la próxima labor en unión de otros factores de manejo como son el porcentaje de

defoliación, el tiempo de descanso y el tipo de pasto herbáceo asociado.

Una estrategia para restablecer la producción de biomasa de los componentes de un sistema silvopastoril puede consistir en podar todas las plantas de leucaena de los dobles surcos, pero de forma alterna. La altura de poda en esta estrategia depende del hábito de crecimiento de la gramínea acompañante y será de 1 m en el caso de la guinea, que es un pasto erecto, y de 0,50 m cuando se emplea estrella, que es de hábito rastrero.

Después de 54 días de podar con la estrategia anterior se comienza nuevamente el pastoreo, logrando una recuperación efectiva de la biomasa de los componentes. Así, la leucaena incrementa su producción en 310 % y la

gramínea en 118 %. Solo hubo 3 % de mortalidad de plantas de la leguminosa (Cuadro 5).

El control permanente de la penetración de la luz solar, de manera que permita un balance adecuado entre los diferentes estratos de la vegetación, es esencial, ya que a través de la selección de especies y el manejo selectivo de las podas fundamentalmente, la misma puede desempeñar un papel preponderante en el desarrollo de los componentes vegetales del sistema, que se reflejaría en una mayor producción estable de biomasa.

Las posibilidades de la leucaena como árbol de sombra también constituye otro aspecto de importancia para la producción de biomasa y la misma se logra sin interrumpir el pastoreo animal lo que constituye una novedad conceptual. Es decir, después de 3-4 años de explotación, a partir de la siembra, un porcentaje de plantas sobrepasa la altura de 200 cm que es aproximadamente el límite máximo para el aprovechamiento de la planta por el animal y es la que se utiliza para introducir la sombra en el potrero.

Durante los primeros años de fomento del sistema, una población de aproximadamente 1.100 plantas/ha para sombra no afecta el desarrollo del pasto base y se logra una utilización más rápida (Cuadro 6). Después de 4 años se ajusta la población a 400 - 600 plantas/ha para evitar un efecto negativo en el crecimiento de la gramínea e incorporar nuevas plantas para la alimentación animal. De esta forma, se dispone de un pasto base con una producción de biomasa más estable durante el año y con una aceptable calidad sin el empleo de fertilizantes químicos. También se produce un enriquecimiento de la fertilidad del suelo.

Otras formas de introducción de la sombra mediante el empleo de diversas especies de árboles sin interrumpir el flujo productivo de la unidad ganadera puede lograrse al sembrar los mismos a lo largo y en la confluencia de los potreros, mediante la protección con cerca eléctrica. Otra alternativa es la siembra de los árboles en franjas dentro de los potreros.

El tiempo de pastoreo aumenta a medida que la estancia del animal bajo la sombra del árbol se prolonga, a lo cual sigue la rumia y el echado. Cuando el agua a voluntad está presente en esta condición, disminuye la ingestión de la misma, lo que representa un indicador de confort ambiental para los animales.

CONCLUSIONES

- Queda demostrado que la producción de biomasa es una actividad multidisciplinaria por naturaleza, de aquí que el éxito de su funcionamiento esta condicionado al conocimiento que se logra de las interacciones entre sus componentes y entre estos y el medio ambiente, lo cual permitirá la generación de estrategias de manejo acordes con la ecología y por lo tanto que conduzca a mejorar la productividad y la sostenibilidad del agroecosistema.
- Es evidente que la producción de biomasa constituye un elemento determinante en el éxito y la eficiencia del empleo de los sistemas con leguminosas. No obstante, es imprescindible conocer todos aquellos factores que determinan su expresión. En primer lugar, no puede evaluarse como escalones aislados de un sistema, sino interactuando entre sí y, en segundo lugar, es fundamental conocer la forma en que deben ser manejados para lograr una producción más eficiente y estable de biomasa vegetal.
- Es fundamental el grado de experiencia, conocimiento e interpretación que deben poseer nuestros productores y técnicos para alcanzar la potencialidad de estos sistemas.

REFERENCIAS

- Alonso, J. 2004. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena-guinea. Tesis Doctoral. Instituto de Ciencia Animal, La Habana. 120 p.
- Amezquita, M.C., Ibrahim, M. y Buurman, P. 2004. Carbon sequestration in pasture, Agropastoral and Silvopastoral Systems in the American Tropical Forest Ecosystem. *In* t Mannelje, L., Ramírez, L., Ibrahim, M.,

- Sandoval, C., Ojeda, N. y Ku, J., eds. The importance of silvo pastoral system in Rural Livelihoods to Provide Ecosystem services. Ends, México. 303 p.
- Botero, R. 2000. Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro del carbono. *In* Reunión de Expertos FAO. Brasil. 170 p.
- Castillo, E., Ruiz, T.E., Febles, G., Puentes, R., Díaz, L.E. y Bernal, G. 1991. Utilización de las leguminosas rastreras para el crecimiento y ceba de bovinos en sistemas de bancos de proteína con libre acceso. *Comportamiento animal. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 25: 265.
- Castillo, E., Ruiz, T.E., Febles, G., Crespo, G., Galindo, J., Chongo, B. y Hernández, J.L. 2000. Efecto de la inclusión de la *Leucaena* en el 100 % del área de pastos naturales en el comportamiento de machos bovinos. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 34:309
- Castillo, E., Ruiz, T.E., Febles, G., Crespo, G., Galindo, J., Chongo, B. y Hernández, J.L. 2002. Efecto de la inclusión de la *Leucaena* en el 100 % del área de pastos naturales en el comportamiento de machos bovinos. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 34: 309.
- Castillo, E., Ruiz, T.E., Stuart, R., Galindo, J., Hernández, J.L y Díaz, H. 2003. Efecto de la suplementación proteico-energética en el comportamiento de machos bovinos que pastaron gramíneas naturales, asociadas a una mezcla de leguminosas rastreras. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 37: 143.
- Castillo, E. y Ruiz, T. E. 2005. Sistema de manejo de pastizales de leguminosas para la producción bovina. Conferencia *.In* III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Habana. CD-Rom.
- Chacón E. y Stobbs, T.M. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the cating behaviour of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 27: 709.
- Cowan R., T., Byford I., F.R. y Stobbs, T.H. 1975. Effects of stocking rate and energy supplementation on milk production from tropical grass – legume pasture. *Oust, Exp. Agric. Animal Hubs.* 15: 740.
- De Haan, C. 2002. Cees de Haan: promotor de los sistemas silvopastoriles como alternativa del desarrollo rural. *Agroforesteria de las Américas* 9(33-34): 6-7.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1
- Ella, A., Blair, G.J y Stur, W.W. 1991. Effect of age of forage tree legumes at the first cutting on subsequent production. *Tropical Grassland* 25 (3): 275.
- Espinosa, F. 2000. Las Leguminosas Forrajeras: más de 50 años de estudios en Venezuela. *Carabobo Pecuario. Artículos Libres.* [en línea] Disponible en: <http://www.asoganaderos.com/articulos/r148p11.htm>. [Consulta: agosto 2004].
- Espinosa, F. 2004. ¿Por Qué Ajustar Cargas Animales?. [en línea] Disponible en: <http://www.asoganaderos.com/articulos/r146p13.htm>. [Consulta: agosto 2004].
- González, E.A., Alfonso, V.J., Avila, M.C. 2004. Es posible producir más con menos ganado y. mantenga en su rancho la carga animal adecuada. [en línea] Disponible en: <http://patrocipes.uson.mx/revistaranchorevi starancho2004/Carga.htm>. [Consulta: agosto 2004].
- Guevara, R., Ruíz, R., Curbelo, L., Guevara, G., Gálvez, M., Martínez, S., Estévez, J. y Pedraza, R.M. 2003. Asociación de guinea (*Panicum maximum*) con leguminosas nativas explotadas en pastoreo racional en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes* 26:215.
- Harvey, C., Alpizar, F., Chacón, M. y Madrigal, R. 2005. Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical review and future perspectives. 1^{er} ed. Mesoamerican & Caribbean Region, Conservation Science Program. The Nature Conservancy, San Jose, Costa Rica 138 p.
- Ibrahim, M. 1994. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the tropics of Costa Rica. Ph. D. Thesis. Wageningen, The Netherlands, Wageningen Agricultural University. 129 p.
- Ibrahim, M. y Mannetje, L.T. 1998. Compatibility, persistence and productivity of grass-

- legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. *Tropical Grasslands* 32: 96.
- Ibrahim, M., Abarca, S. y Flores, O. 2000. Geographical synthesis of data on Costa Rica Pastures and their potential for improvement. *In* Hall, C.H., Perez, C.L. 2000. Quantifying sustainable development: the future of tropical economies. P. 45
- Ibrahim, M., Rojas, J. y Villanueva, C. 2005. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería y la conservación de los recursos naturales en el trópico. *In* Conferencia Magistral I Simposio Internacional de forrajes tropicales en la producción animal. Memorias. UNACH, Mexico. Pp. 77.
- Jansen, H.G.P., Ibrahim, M., Nieuwenhuyse, A., Mannetje, L.T., Joenje, M. y Abarca, S. 1997. The economics of improved pasture and silvopastoral technologies in the Atlantic zone of Costa Rica. *Tropical Grassland* 31: 588.
- Jones, R.M. 1984. Persistencia de las especies forrajeras bajo pastoreo. *In* Evaluación de pasturas con animales. CIAT, Cali. Pp. 167.
- Jones, R.M. y Mott, J.J. 1980. Population dynamical in grazed pastures. *Trop. Grassland* 14: 218.
- Jordán, H., Traba, J.D., Ruíz, T. y Febles, G. 1998. Utilización de las leguminosas para cubrir el déficit de biomasa en la seca con vacas Holstein en pastoreo. Memorias. *In* III Taller internacional silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería" EEPF "Indio Hatuey" Matanzas. Pp. 230.
- Jordán, H. 2003. Los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en bovinos y caprinos. Conferencia. Evento del FIRA México Tamaulipas. Folleto.
- Lascano, C. y Avila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3): 2.
- Maass, B.L. y Pengelly, B.C. 2001. Tropical forage genetic resources-will any be left for future generation. *Int. Grassld. Cong., Brasil*. Pp. 123.
- Martínez, R.O. 2005. Empleo del pasto elefante Cuba CT -115 para solucionar el déficit de alimentos durante la seca. *In* I Simposio Internacional de forrajes tropicales en la producción animal. Memorias. UNACH, Mexico. Pp. 19.
- Mejías, R., Michelena, J.B., Ruiz, T.E., Delia M. C., Díaz, J.A., González, M.E. y Albelo Brito, N. 2004. Sistema de crianza de hembras bovinas con asociación de gramíneas- leguminosas durante la etapa de novillas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 38 (1): 33.
- Milera, M. 1991. Utilización del banco de proteína para la producción de leche. Conferencia. Trópico 91. México. 216 p.
- Molina C.H y Uribe, F. 2005. Experiencia de producción limpia de ganaderías en pastoreo. *In* III Seminario Internacional sobre competitividad en leche y carne. Experiencia en producción limpia de ganadería en pastoreo. Calí. 157 p.
- Monzote, M., Castillo, E., López, A. y García, M. 1986. Comparación de sistemas de alimentación basado en gramíneas puras o asociadas con leguminosas para la producción de carne. *In* II. Comportamiento animal. *Rev. Cubana Ciencia Agrícola* 20: 95.
- Murgueitio, E. 1999. Reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia. *World Animal Review* 93: 2.
- Palma, J.M. 2005. Evaluación de recursos arbóreos tropicales para la alimentación de ovinos. *In* III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Habana, Cuba.
- Pérez Luna, E., Ku Vera, J., Ramírez, A. y Martínez, S. 1998. Suplementación con *Gliricidia sepium*: Efecto sobre el consumo de pasto, digestión ruminal y la ganancia de peso de bovinos en pastoreo en Chiapas, México. *In* Los árboles y arbustos en la ganadería. III Taller Internacional Silvopastoril. EEPF, Perico, Matanzas. Pg. 151.
- Pezo, D., Romero, F. y Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. *In* Fernández-Baca, ed. Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. FAO, Santiago de Chile. Pg. 47.
- Pezo, D., Ibrahim, M., Beer, J. y Camero, L. 1999. Oportunidades para el desarrollo de

- Sistemas Silvopastoriles en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE, N° 44. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 46 p.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H. y Castillo, E. 1994. Conferencia. *In* 7^{ma} Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria. Trópico 94. Univ. Colima. México. Pp. 198
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. y Funes, F. 1995. Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico. *In* Evento Científico XXX Aniv. ICA, La Habana. Pp. 75.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. y Díaz, H. 1998. Evaluación de diferentes poblaciones de leucaena en el desarrollo del pasto estrella. Efecto de la sombra. *In* III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería, EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. Pp.77
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 1999. Sistemas silvopastoriles. Conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. ICA, La Habana. Pg. 34.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Castillo, E. y Elias, A. 2000. Leguminosas herbáceas en la producción pecuaria; Reflexiones y Posibilidades. *In* Estrategias de alimentación con recursos locales para la ganadería de doble propósito en épocas crítica (Curso). Universidad de Colima. México. Pg. 46.
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 2001a. Tecnología para el establecimiento y puesta en explotación de leguminosas asociadas rastreras y arbustivas. CITMA, La Habana. 105 p.
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 2001. Algunas valoraciones conceptuales sobre el establecimiento de las leguminosas en el trópico. *In* I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana. CD-Rom.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E., Galindo, J., Chongo, B., Delgado, D., y Mejias, R. 2001. Sistemas Silvopastoriles; una opción sustentable. Tantakin, FIRA, México. 205 p. Libro.C.D.T
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 2001. Algunas valoraciones conceptuales sobre el establecimiento de las leguminosas en el trópico. *In* I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana. CD-Rom.
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 2003. Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perennes. *In* II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes, La Habana. CD-Rom.
- Ruiz, T.E., Crespo, G. y Febles, G. 2003. Tendencias de la investigación científica sobre pastos tropicales. *In* II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Habana. CD-Rom.
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 2004. La desertificación y la sequía en el mundo. AIA 8(2): 3.
- Ruiz, T.E., Alonso, J., Febles, G. y Lok, S. 2005. Las leguminosas para la producción de biomasa en el trópico. *In* III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Habana, Cuba. CD-Rom.
- 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 N° 143: 1.
- Sánchez, M., Rosales, M. y Murgueitio, E. 2000. Agroforestería Pecuaria en América Latina. *In* II Conferencia Electrónica sobre árboles. FAO, Roma. Pp. 34
- Shelton, H. y Jones, R. J. 1995. Opportunities and limitations in leucaena. *In* Leucaena Opportunities and limitations, Proceedings of a workshop in Bogor. Indonesia. Pp. 61.
- Stobbs, T.H. 1969. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. I. Stocking rate. Trop. Agric. 46: 187-194.
- Szott, L., Ibrahim, M. y Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE, N° 313. CATIE-DANIDA-GTZ, Turrialba. 71 p.
- Walker, B. 1975. Stocking rates. Effect on pasture quantity and quality. *In* Management of improve tropical pasture. Ed. Univ. Queensland. St. Lucia, Australia. Pp. 104.