



Revista Cubana de Ciencia Agrícola

ISSN: 0034-7485

[rcca@ica.co.cu](mailto:rcca@ica.co.cu)

Instituto de Ciencia Animal

Cuba

Alonso, J.; Febles, G.; Ruiz, T.E.; Achang, G.  
Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante  
sus diferentes etapas  
Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 4, 2006, pp. 503-511  
Instituto de Ciencia Animal  
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017672015>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

[redalyc.org](http://redalyc.org)

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas**

J. Alonso, G. Febles, T.E. Ruiz y G. Achang

*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba,  
Correo electrónico: jalonso@ica.co.cu*

Se estudió el efecto de la sombra en el comportamiento productivo de la guinea en un sistema de silvopastoreo con leucaena durante diferentes momentos de su explotación (6, 5 y 4 años). En cada uno de ellos se identificaron tres tratamientos contrastantes: plantas a pleno sol, plantas a sombra parcial y plantas a sombra total. Para el análisis de la información se utilizó un modelo completamente aleatorizado en arreglo factorial ( $3 \times 2$ ), en el que se combinaron los tratamientos y los años de muestreo (1 y 2). En el estrato herbáceo se evaluaron los siguientes indicadores: disponibilidad, altura de la planta, perímetro de la macolla, número de hijos planta<sup>-1</sup>, relación hoja tallo<sup>-1</sup>, índice de área foliar específica (IAFEs), material muerto (MM) y porcentaje de MS planta<sup>-1</sup>, así como composición botánica del área en el sistema. Los indicadores estudiados no mostraron interacción entre las distintas condiciones de sombra y los años de estudio para los diferentes momentos de explotación del sistema. En la mayoría de los indicadores, los efectos principales solamente indicaron diferencia entre los años de muestreo. La disponibilidad de la guinea no se afectó en ninguno de los momentos evolutivos del sistema, pero sí hubo aumento de 1.23 a 1.78 t de MS ha<sup>-1</sup> rotación<sup>-1</sup> y de 1.46 a 2.59 t de MS ha<sup>-1</sup> rotación<sup>-1</sup> entre los años de muestreo, para las siembras de 1995 y 1996. La altura de la planta aumentó de forma significativa y en todos los casos el perímetro de la macolla y el número de hijos planta<sup>-1</sup> disminuyó ( $P < 0.001$ ) entre los años de muestreo. El porcentaje de material muerto, la relación hoja tallo<sup>-1</sup> y el índice de área foliar específica mostraron un comportamiento favorable en cada uno de los momentos productivos del sistema silvopastoril. Los porcentajes de MS planta<sup>-1</sup> no mostraron diferencias entre los tratamientos en los distintos años de siembra del sistema y en todos los casos estuvieron influenciados ( $P < 0.001$ ) por los años de muestreo. La composición botánica del agroecosistema mostró una evolución desfavorable ( $P < 0.01$ ) en el tiempo, para el 6<sup>to</sup> año de explotación, con una disminución que fue de 88.67 a 79.75 en el porcentaje de guinea y aumentos de 8.41 a 10.55 % y de 2.92 a 8.44 % en el área despoblada y otras especies, respectivamente. Se evidenció un comportamiento favorable de la guinea en los tres momentos evolutivos del silvopastoreo con leucaena. Con respecto a términos estructurales y morfológicos de la planta, hubo cambios en la medida que el sistema aumentó su tiempo de explotación, con mejor relación hoja/tallo y aumento del índice de área foliar específica, lo que permitió la producción de biomasa sin deterioro en el tiempo.

Palabras clave: biomasa, silvopastoreo, guinea, leucaena.

En el trópico, la utilización de la sombra natural en los potreros no solo crea un mejor ambiente para los animales, sino que mejora sustancialmente la producción y calidad de los pastos, al reducir la temperatura, aumentar la humedad en la superficie del suelo, así como el reciclaje de nutrientes (Murgueitio 2003).

La tolerancia de las especies pratenses a la sombra se considera como una de las condi-

ciones necesarias para aprovechar las ventajas de la integración de pasturas con árboles y puede variar según la especie y densidad del arbolado. Sin embargo, si este factor no se maneja de forma correcta puede ocasionar deterioro en el comportamiento productivo del sistema. La cantidad de luz disponible para el crecimiento del componente herbáceo en un sistema silvopastoril puede considerarse como

un factor decisivo para la sostenibilidad de estos sistemas (García *et al.* 2001).

De aquí que, en sistemas silvopastoriles, una reducción de la radiación solar que llega al estrato herbáceo puede influir en la producción y calidad de la biomasa, la absorción de agua y una mejor distribución de las raíces, factores que también se relacionan con las condiciones edáficas. Algunos estudios señalan que, en condiciones de campo, las intensidades de sombreo pueden reducir, aumentar o interferir en la producción del estrato herbáceo (Peri 2005).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la sombra en el comportamiento productivo de guinea en silvopastoreo con leucaena durante los diferentes momentos de la evolución del sistema.

### Materiales y Métodos

Se utilizaron áreas de silvopastoreo leucaena-guinea sembradas en un suelo ferrálico rojo (Hernández *et al.* 1999) durante los años 1995, 1996 y 1997.

Al comenzar el estudio, las principales características que diferenciaron los momentos evolutivos del sistema consistieron en que la siembra realizada en 1995 (con seis años de explotación) transcurría por el segundo año después de la primera poda, con una densidad de 400 árboles ha<sup>-1</sup> como sombra. La siembra del año 1996 (con cinco años de explotación) se pudo después de un año de comenzado este trabajo y se utilizó una densidad de 1100 árboles ha<sup>-1</sup> como sombra. La de 1997 (con cuatro años de explotación) no requería aún de la poda y se manejó en la primera fase del sistema silvopastoril, con una densidad de 13000 plantas ha<sup>-1</sup> que no se consideraron como árboles de sombra, ya que tenían

una altura de aproximadamente 2.00 m y los animales las consumían en cada pastoreo. En el estrato arbóreo y en el sistema, se utilizó el área de copa/árbol (m<sup>2</sup>) y el porcentaje de área cubierta por sol-sombra (tabla 1) como características diferenciales en cada año de muestreo. Para medir el área de copa se tomó la proyección en la superficie del suelo a las 12:00 m en 40 árboles, por momento evolutivo del silvopastoreo.

A partir de observación en los distintos momentos evolutivos del silvopastoreo, se identificaron plantas que, en el momento del muestreo (9:00-10:00 am), se encontraban en diferentes niveles de sombra. Se identificaron tres tratamientos contrastantes: plantas a pleno sol, a sombra parcial y a sombra total.

Las observaciones se realizaron en cinco puntos fijos de muestreo, ubicados al azar en cada uno de los cuartones. El estudio se realizó durante dos años consecutivos a través de dos muestreos por época. En el estrato herbáceo se evaluaron los siguientes indicadores: disponibilidad (MS ha<sup>-1</sup> rotación<sup>-1</sup>), altura de la planta, perímetro de la macolla, número de hijos planta<sup>-1</sup> (excepto siembra de 1996), relación hoja tallo<sup>-1</sup>, índice de área foliar específica (IAFEs), material muerto (MM), porcentaje de MS planta<sup>-1</sup> y composición botánica del área.

En cada uno de los tratamientos las mediciones se realizaron en 60 plantas de guinea por muestreo. Para el IAFEs se seleccionaron la primera, tercera y quinta hoja del ápice a la base (Mesa *et al.* 1992) para obtener un valor promedio.

Para el cálculo del IAFEs se utilizó la fórmula de Días-Filho (2001):

IAFEs = A/PS donde:

A = área de la hoja

PS = Peso seco de la hoja

Tabla 1. Porcentaje de área cubierta por sol-sombra y área de copa/árbol (m<sup>2</sup>) en diferentes momentos de explotación de un sistema silvopastoril leucaena-guinea

| Momento de inicio de la explotación del sistema | Año 2001 |           |                                     | Año 2002 |           |                                     |
|---|----------|-----------|-------------------------------------|----------|-----------|-------------------------------------|
|   | Sol, %   | Sombra, % | Area de copa, m <sup>2</sup> /árbol | Sol, %   | Sombra, % | Area de copa, m <sup>2</sup> /árbol |
| 1-sembrado 1995                                 | 45.48    | 54.52     | 18.12                               | 43.25    | 56.75     | 21.86                               |
| 2-sembrado 1996                                 | 53.79    | 46.21     | 11.36                               | 54.50    | 45.50     | 13.3                                |
| 3-sembrado 1997                                 | 58.00    | 42.00     | -                                   | 46.47    | 53.53     | -                                   |

En los diferentes años de siembra, el estudio de la composición botánica se realizó según el método de t Mannetje y Haydok (1963) en las diagonales de cada cuartón. Se efectuaron 30 observaciones, con un marco de 0.25 m<sup>2</sup>. Similar metodología se utilizó para determinar el porcentaje de área con sombra, con la diferencia de que dentro del marco de muestreo se tuvo en cuenta el porcentaje del área cubierta por sol o sombra.

Se realizó el análisis de varianza en cada uno de los años de siembra del sistema silvopastoril, según modelo lineal en arreglo factorial 3 x 2. El primer factor se determinó por los tratamientos de sombra (sombra, sol-sombra y sol) y el segundo, por los años de muestreo (1 y 2):

$$y = \mu + T_i + M_j + (TM)_{ij} + e_{ijk} \text{ donde:}$$

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo Tratamiento

$M_j$  = efecto del j-ésimo Muestreo

$(TM)_{ij}$  = efecto del i-ésimo tratamiento de sombra en el j-ésimo año de muestreo

$e_{ijk}$  = error aleatorio normal con media cero y  $\sigma^2 = (CM_E)$ .

Se aplicó la dócima de Duncan (1955) en los casos necesarios. Para el procesamiento estadístico de la información se aplicó el paquete estadístico SPSSwin versión 5.01 (Visauta 1998). El número de hijos planta<sup>-1</sup> se transformó según  $\sqrt{X}$ .

### Resultados y Discusión

Para los diferentes momentos evolutivos del sistema, los indicadores estudiados no mostraron interacción entre las distintas condiciones de sombra y los años de estudio.

El no haber interacción entre las condiciones de sombra y los años de muestreo en los distintos momentos del sistema silvopastoril indicó que, en esta modalidad silvopastoril en la que se manejan altas densidades de árboles por unidad de área, ya sea para la alimentación animal como para sombra, el efecto de la misma se logra prácticamente en toda el área de pastoreo, independientemente de que, en determinados momentos del día, las plantas del componente herbáceo puedan estar expuestas a determinados porcentajes de sol.

Estos criterios pudieran avalarse al analizar los porcentajes de área cubierta por la sombra

que caracterizaron cada uno de los momentos de explotación (tabla 1). De esta forma, durante el primer año, se observó en todos los casos una tendencia superior del porcentaje de área cubierta por la sombra. Esta fue mucho más amplia (54.52 %) cuando en el sistema se introdujo la sombra después de la labor de poda (sembrado en 1995).

Al analizar este indicador durante el segundo año, se encontró que el porcentaje de área soleada tendió a ser superior solo donde se realizó la poda (sembrado en 1996). En los otros dos momentos evolutivos del sistema, el porcentaje de área sombreada estuvo por encima de 50 %, con valores de 56.75 y 53.53 %, cuando ya existía la sombra (sembrado en 1995) y cuando se explotó en su fase inicial antes de la poda (sembrado en 1997), respectivamente.

Otra característica importante del silvopastoreo es el área de copa que alcanzan los árboles, según el momento evolutivo en que se encuentre el sistema. La tabla 1 muestra que cuando el sistema tuvo un tiempo más prolongado de explotación, este indicador mostró un valor numérico superior y, en todos los casos, el área de copa por árbol se incrementó durante el segundo año.

Estudios realizados por Peri (2005) demostraron que en sistemas silvopastoriles el tiempo de soleado y sombreado del estrato herbáceo puede cambiar en cierto plazo, según el desarrollo de la copa del árbol y las prácticas de manejo aplicadas durante la explotación. Indicaron también que la eficiencia de la actividad fotosintética en la gramínea solamente varía en 1 %, debido a un funcionamiento estomático después de 30 min de estar sometida a estos cambios.

Debe tenerse en cuenta además, que la presencia de árboles y arbustos de leguminosas en los sistemas de pastoreo interviene sustancialmente en los procesos de reciclaje de nutrientes y la energía en el sistema suelo-pasto-animal, debido a la fijación biológica del nitrógeno y por el retorno al suelo de hojas, frutas, ramas, heces y orinas. Crespo (2005) señaló que la utilización de árboles en sistemas de pastoreo mejora la productividad de las gramíneas y suele favorecer el valor nutritivo del estrato herbáceo, así como la estructura y fertilidad general de los suelos.

En la mayoría de los indicadores, al analizar los efectos principales (tablas 2 y 3) solamente se encontró diferencia entre los años de muestreo para los tres momentos evolutivos estudiados. Esto reafirma aún más que el efecto de la sombra estará determinado por el desarrollo del silvopastoreo.

La tabla 2 muestra que para los diferentes momentos de explotación de un sistema silvopastoril leucaena-guinea, la altura de la guinea se desarrolla favorablemente, aumentando de forma significativa. En todos los casos, el perímetro de la macolla y el número de hijos planta<sup>1</sup> disminuyó ( $P < 0.001$ ) entre los años de muestreo.

Tabla 2: Efecto de diferentes condiciones de sombreado en el comportamiento de la altura, perímetro y # de hijos/planta del componente herbáceo, de un sistema silvopastoril en diferentes momentos de explotación.

| Momentos en la explotación del sistema |                | Altura, m           | Perímetro, cm      | Número de hijos/planta <sup>1</sup> |
|--|----------------|---------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Condiciones de sombra                  |                |                     |                    |                                     |
| Sembrado en 1995                       | Pleno Sol      | 97.87               | 29.16              | 6.11 (39.02)                        |
|  | Sombra parcial | 97.77               | 26.99              | 5.94 (36.42)                        |
|  | Sombra total   | 95.25               | 26.40              | 5.91 (36.40)                        |
|  | EE $\pm$       | 2.81                | 1.80               | 0.19                                |
| Sembrado en 1996                       | Pleno Sol      | 103.25              | 35.6               |                                     |
|  | Sombra parcial | 105.38              | 33.92              |                                     |
|  | Sombra total   | 106.18              | 29.68              |                                     |
|  | EE $\pm$       | 2.21                | 1.74               |                                     |
| Sembrado en 1997                       | Pleno Sol      | 90.17               | 33.17              | 5.78 (35.00)                        |
|  | Sombra parcial | 88.87               | 34.87              | 6.39 (42.73)                        |
|  | Sombra total   | 90.27               | 32.30              | 6.04 (38.03)                        |
|  | EE $\pm$       | 3.57                | 2.03               | 0.21                                |
| Años de muestreo                       |                |                     |                    |                                     |
| Sembrado en 1995                       | 1              | 76.43 <sup>b</sup>  | 31.98 <sup>a</sup> | 6.13 <sup>a</sup> (39.08)           |
|  | 2              | 120.17 <sup>a</sup> | 23.05 <sup>b</sup> | 5.84 <sup>b</sup> (35.47)           |
|  | EE $\pm$       | 2.29***             | 1.47***            | 0.16                                |
| Sembrado en 1996                       | 1              | 79.00 <sup>b</sup>  | 41.26 <sup>a</sup> |                                     |
|  | 2              | 130.87 <sup>a</sup> | 24.88 <sup>b</sup> |                                     |
|  | EE $\pm$       | 1.81***             | 1.43***            |                                     |
| Sembrado en 1997                       | 1              | 70.09 <sup>b</sup>  | 44.04 <sup>a</sup> | 6.66 <sup>a</sup> (45.64)           |
|  | 2              | 109.44 <sup>a</sup> | 22.84 <sup>b</sup> | 5.48 <sup>b</sup> (31.53)           |
|  | EE $\pm$       | 2.92***             | 1.66***            | 0.18***                             |

<sup>ab</sup>Medias con letras diferentes dentro de cada columna en los efectos principales difieren a  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

<sup>1</sup>Datos transformado según  $\sqrt{X}$

( )Valores reales

\*\*\*  $P < 0.001$

Los resultados indican que, cuando en un sistema silvopastoril se asocian especies de gramíneas como la guinea, que tiene un crecimiento erecto y macoloso con componente arbóreo, pueden ocurrir cambios en la morfología de la planta. Estos se relacionan directamente con la altura, el perímetro de la macolla y el número de hijos por planta. Estas modificaciones pueden ser positivas o negativas, en función de los niveles de sombra que se alcanzan en la explotación del sistema y de las especies que se involucren en la asociación.

Al estudiar la producción de *P. maximum* cv. Vencedor, Castro *et al.* (1999) encontraron un comportamiento similar en condiciones de sombra artificial y confirmaron la tolerancia de esta especie a niveles de sombra moderada. Sin embargo, hay que considerar en qué momento de la explotación se encuentra el sistema silvopastoril, ya que a edades tempranas pueden ocurrir daños irreversibles en el estrato herbáceo del sistema.

La figura 1 muestra que la disponibilidad de la guinea no se afectó por los niveles de sombra en los distintos momentos evolutivos del sistema, pero sí hubo un aumento significativo entre los años de muestreo, para las siembras de 1995 y 1996. Esto puede relacionarse con las interacciones que se alcanzan entre los componentes vegetales del sistema a diferentes porcentajes de sol-sombra.

Pentón (2000) señaló una relación relativamente baja entre el área cubierta por *P. maximum* y el porcentaje de sombra, lo que demuestra que, aunque esta especie responde favorablemente a la sombra, dadas las ventajas que esta condición ofrece para su desarrollo, puede mantener un comportamiento indiferente al sol. Este razonamiento puede explicar los incrementos de producción de biomasa que se encontraron en este trabajo.

El porcentaje de material muerto, relación hoja-tallo y el índice de área foliar específica, mostraron un comportamiento favorable en cada uno de los momentos productivos del sistema silvopastoril (tabla 3).

En los dos primeros años de siembra (1995 y 1996), los indicadores mostraron un comportamiento favorable en el tiempo, con una disminución del material muerto (MM), mejor relación hoja-tallo y aumento del IAFEs. En el área en la que se estudió un sistema silvopastoril sin podar, no se encontraron diferencias entre los años de muestreo en la relación hoja tallo<sup>-1</sup>, aunque hay que señalar que hubo una disminución numérica (3.98 vs 3.31) entre los años 1 y 2, respectivamente.

Los mayores porcentajes de MM de guinea en el primer año y, generalmente, en el área con un menor tiempo de explotación, se deben, posiblemente, a muchos de los beneficios que se alcanzan con el silvopastoreo, específicamente

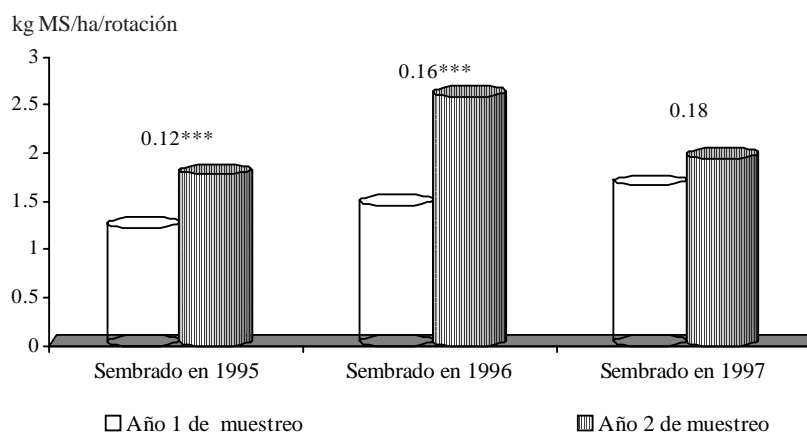


Figura 1. Disponibilidad de guinea (kg de MS/ha/rotación) en tres momentos evolutivo de un silvopastoreo con leucaena

Tabla 3: Efecto de las condiciones de sombreado en el comportamiento fisiológico de la guinea de un sistema silvopastoril en diferentes momentos de explotación.

| Momentos en la explotación del sistema |                | Material muerto, g | Relación hoja/tallo | IAFE, cm <sup>2</sup> /g | % MS plant <sup>-1</sup> |
|--|----------------|--------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| Condiciones de sombra                  |                |                    |                     |                          |                          |
| Sembrado 1995                          | Pleno Sol      | 4.09               | 3.71                | 436.14                   | 23.06                    |
|  | Sombra parcial | 3.29               | 4.11                | 445.67                   | 22.04                    |
|  | Sombra total   | 3.04               | 4.43                | 467.68                   | 21.93                    |
|  | EE ±           | 0.65               | 0.50                | 14.85                    | 0.63                     |
| Sembrado 1996                          | Pleno Sol      | 5.46               | 1.74                | 369.36                   | 23.72                    |
|  | Sombra parcial | 4.88               | 2.10                | 392.22                   | 24.32                    |
|  | Sombra total   | 4.37               | 2.45                | 432.63                   | 22.59                    |
|  | EE ±           | 0.85               | 0.30                | 25.00                    | 0.96                     |
| Sembrado 1997                          | Pleno Sol      | 8.29               | 3.35                | 386.42                   | 24.71                    |
|  | Sombra parcial | 9.37               | 3.63                | 400.16                   | 24.32                    |
|  | Sombra total   | 6.19               | 3.96                | 414.78                   | 23.70                    |
|  | EE ±           | 1.15               | 0.52                | 24.71                    | 0.78                     |
| Años de muestreos                      |                |                    |                     |                          |                          |
| Sembrado 1995                          | 1              | 5.35 <sup>a</sup>  | 3.23 <sup>b</sup>   | 382.26 <sup>b</sup>      | 27.90 <sup>a</sup>       |
|  | 2              | 1.6 <sup>b</sup>   | 4.94 <sup>a</sup>   | 517.40 <sup>a</sup>      | 16.79 <sup>b</sup>       |
|  | EE ±           | 0.53***            | 0.41**              | 19.12***                 | 0.52***                  |
| Sembrado 1996                          | 1              | 7.71 <sup>a</sup>  | 2.31                | 292.49                   | 29.54 <sup>a</sup>       |
|  | 2              | 2.09 <sup>b</sup>  | 1.88                | 503.65                   | 16.51 <sup>b</sup>       |
|  | EE ±           | 0.70***            | 0.24                | 20.41***                 | 0.78***                  |
| Sembrado 1997                          | 1              | 15.27 <sup>a</sup> | 3.98                | 261.21 <sup>b</sup>      | 33.65 <sup>a</sup>       |
|  | 2              | 6.31 <sup>b</sup>  | 3.31                | 539.70 <sup>a</sup>      | 14.83 <sup>b</sup>       |
|  | EE ±           | 0.94***            | 0.42                | 20.18***                 | 0.63***                  |

<sup>ab</sup>Medias con letras diferentes dentro de cada columna en los efectos principales difieren a  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

\*\*  $P < 0.01$  \*\*\*  $P < 0.001$

los relacionados directamente con una menor temperatura registrada en ambientes con sombra (Zelada 1996), menor contenido de humedad en el suelo y mayor radiación incidente en el pasto del agroecosistema.

Estos resultados coinciden con los informados por Mesquita *et al.* (1994), quienes indicaron una mayor proporción de MM en una pastura de *B. brizantha* a pleno sol, con respecto a lo encontrado bajo la copa de diversos árboles. Se trata del efecto benéfico de los árboles, ya

que el MM es de baja calidad, y afecta el contenido de PC y la digestibilidad *in vitro* de la MS del forraje producido.

Los valores obtenidos en este trabajo para la relación hoja:tallo, en cualquiera de las condiciones de sombra, fueron muy superiores a los de Bustamante (1991), quien evaluó 10 especies de *Brachiaria* e informó que el 80 % de los valores estuvieron entre 0.75 y 1.25, con un promedio de 1.1.

A diferencia de ese resultado, en este estudio solo hubo diferencia entre los años de muestreo, con un aumento ( $P < 0.01$ ) en el segundo año en el área en que el sistema silvopastoril se explotó durante el segundo año después de la poda. Esto puede deberse al alto nivel de sombra que se alcanzó en dicha área. En este sentido, Zelada (1996) informó un mayor contenido de hojas en las gramíneas que crecen bajo la copa de los árboles o con sombra artificial, siempre y cuando la reducción en la radiación solar no influya en el mecanismo de adaptación a la sombra, respuesta fisiológica que depende de la especie.

Los porcentajes de MS planta<sup>-1</sup> no mostraron diferencias entre los tratamientos en ninguno de los años de siembra del sistema silvopastoril y, en todos los casos, estuvo influenciada ( $P < 0.001$ ) por los años de muestreo. Estos porcentajes coinciden con los informados en otros estudios realizados en suelos ácidos de baja fertilidad (Santana *et al.* 1993).

Lo anterior puede estar relacionado, directamente, con el aumento del porcentaje de área cubierta por la sombra, entre los años de muestreo, que se evidenció con la evolución de todos los años de siembra. Gallo *et al.* (1999) plantearon que el porcentaje de MS planta<sup>-1</sup> en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril, se reduce en la medida que la sombra aumenta.

A partir de estos resultados, puede plantearse que el porcentaje de materia seca de las gramíneas asociadas en sistemas silvopastoriles depende de la sombra que se alcance en el sistema, la cual debe variar según las especies que se involucren.

Incrementos en AFEs de especies cultivadas en la sombra como los que se produjeron en este estudio son de gran interés, ya que este indicador se asocia con la tolerancia a la sombra. El mayor AFEs implica un aumento en la capacidad de intersección de la luz por la planta y, posiblemente, es una manera de aumentar la superficie fotosintéticamente activa, asegurando un aprovechamiento más eficiente en bajas intensidades luminosas (Ribaski 1999).

Semejantes variaciones en el AFEs, inducidas por la luz, se hallaron en otras especies.

Diversos autores coinciden en que este indicador aumenta cuando las plantas se cultivan bajo intensidades luminosas reducidas (Dias Filho 2001). Ribaski (1999) planteó que la presencia del componente arbóreo en la pastura influye en el comportamiento del área foliar específica (AFE) de las gramíneas cultivadas en el sistema silvopastoril.

El aumento de este indicador puede ser reflejo de modificaciones en las dimensiones y la forma de las hojas de las plantas, en respuesta a las alteraciones de luminosidad. Las hojas de sombra, normalmente, son mayores en longitud y ancho y también son más delgadas que las producidas bajo elevadas intensidades luminosas (Pentón 2000).

En la composición botánica del agroecosistema (tabla 4) se encontró una evolución desfavorable ( $P < 0.01$ ) en el tiempo para la siembra que se explotó durante su segundo año después de la poda (1995), con una disminución significativa en el porcentaje de guinea y aumento en el área despoblada y otras especies. En el resto de los momentos de explotación del sistema, la composición botánica tuvo una evolución favorable.

Estos resultados presentan el mismo comportamiento analizado por Blanco y Pentón (2005). Estos autores observaron en un sistema silvopastoril cuyo estrato arbóreo estaba dominado por *Albizia lebbbeck*, que el *Panicum maximum* presentaba 46.4 % de su población bajo la copa de los árboles y el resto fuera de ella. Concluyeron que esta especie, además de ser tolerante a la sombra, se comporta como heliófila facultativa; es decir, crece en el sol y en niveles relativamente altos de sombra.

Debe señalarse que el desarrollo del dosel del árbol puede afectar la productividad y la composición botánica de la pradera (Ruiz *et al.* 2003). La productividad disminuye a mayor desarrollo de la plantación y la composición botánica cambia de gramínea a especies de hoja ancha, o como sucede en casos como el de este estudio, puede despoblarse el área.

En un amplio estudio realizado en Cuba, Acosta (1998) señaló que la presencia de árboles puede influir en la composición botánica



Tabla 4: Evolución de la composición botánica en diferentes momentos de la explotación de un sistema silvopastoril leucaena-guinea

| Momentos en la explotación del sistema | Especies, %     | Momento de muestreo, año |                    | EE ±  |
|--|-----------------|--------------------------|--------------------|-------|
|  |                 | 1                        | 2                  |       |
| 1-sembrado 1995                        | Guinea          | 88.67 <sup>a</sup>       | 79.75 <sup>b</sup> | 1.34* |
|  | Area despoblada | 8.41                     | 10.55              | 1.79  |
|  | Otras especies  | 2.92                     | 8.44               | 2.66  |
| 2-sembrado 1996                        | Guinea          | 89.75                    | 92.33              | 2.31  |
|  | Area despoblada | 4.64                     | 4.85               | 1.35  |
|  | Otras especies  | 5.61                     | 2.83               | 1.24  |
| 3-sembrado 1997                        | Guinea          | 77.63                    | 85.55              | 5.89  |
|  | Area despoblada | 15.20                    | 11.43              | 4.32  |
|  | Otras especies  | 7.36                     | 3.01               | 1.76  |

<sup>ab</sup>Medias con letras diferentes dentro de cada fila difieren a  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

\*  $P < 0.05$

del área sombreada. Además, las gramíneas presentes en el estrato herbáceo, así como su comportamiento y proporción, tienen una interacción con las leguminosas arbóreas asociadas y esto es un elemento de importancia para el manejo del sistema silvopastoril.

Para evitar efectos indeseables puede regularse el desarrollo de las copas por medio de podas, evaluar diversos arreglos espaciales de los árboles, disminuir la densidad de siembra y efectuar una selección adecuada de las especies (Febles y Ruiz 2001).

Los resultados encontrados evidenciaron un comportamiento favorable de la guinea en los tres momentos evolutivos del silvopastoreo con leucaena. En términos estructurales y morfológicos de la planta, se apreciaron cambios en la medida que el sistema aumentó su tiempo de explotación, con mejor relación hoja/tallo y aumento en el índice de área foliar específica, lo que permitió una producción sin deterioro en el tiempo. Por otro lado, la sombra que se produjo en el sistema después de la poda es un elemento que debe monitorearse para evitar deterioros en la composición botánica del estrato herbáceo.

## Referencias

- Acosta, Z. 1998. Contribución al estudio de leguminosas arbóreas y arbustivas para su uso en sistemas silvopastoriles.. III Taller Internacional Silvopastoril, Matanzas, Cuba. p. 1
- Blanco, F. & Pentón, G. 1994. Efecto de la sombra del estrato arbóreo en la fisiología y la dinámica del pastizal. En: El silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. Ed. Simón, L. Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 91
- Bustamante, J. 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. p. 131
- Castro, C.R., García, R., Carvalho, M.M & Couto, L. 1999. Producao forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. Revista Brasileira de Zootecnia 28: 919
- Crespo, G. 2005. Fertilidad del suelo en ecosistemas de pastizales. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba [CD-ROM]
- Dias-Filho, M. 2001. Processos e causas de degradacao e estratégias de recuperacao em pastagens tropicais. Primer Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba [CD-ROM]
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1

- Febles, G. & Ruiz, T. 2001. Sistemas Agroforestales Pecuarios. En: Sistemas silvopastoriles, Una opción Sustentable. Centro de Desarrollo Tecnológico. Banco de México-FIRA. p. 20
- Gallo, L., Somarriba, E., Ibrahim, M. & Galloway, G. 1999. Productividad de *Panicum maximum* bajo *Pinus caribaea*. Revista Agroforestería en las América. 6: 57
- García, R., Mauricio, C. & Andrade, C.M. 2001. Sistemas Silvopastoris na Região Sudeste. En: Sistemas Agroflorestais Pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Ed. M. Carvalho, M. Alvim y J. Costa. Brasil. p. 173
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, E., Ruiz, 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. & Ruiz de León, J.M. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. La Habana. p. 26
- Mesa, A.R, Lajonchera, G. & Ávila, V. 1992. Método para determinar el área foliar en *Panicum maximum* cv Likoni. Pastos y Forrajes 15:137
- Mesquita, M., De Paula, V., Sette, D.E. & De Assis, H. 1994. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral de forragem em pastagens de Braquiaria. Revista da sociedade Brasileira de Zootecnia 23: 709
- Murgueitio, E. 2003. Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados: La experiencia de CIPAV en Colombia. Taller Internacional Ganadería Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana, Cuba. p. 207
- Peri, P. L. 2005. Modelling photosynthetic efficiency ( $\alpha$ ) for the light-response curve of cocksfoot leaves grown under temperate field conditions. European Journal of Agronomy 22: 277
- Pentón, G. 2000. Tolerancia del *Panicum maximum* cv. Likoni a la sombra en condiciones controladas. Pastos y Forrajes, 23:79
- Ribaski, J. 1999. Influencia del Algarrobo *Prosopis juliflora* en la disponibilidad y calidad del Forraje de Pasto Buffel *Cenchrus ciliaris* en la Región Semi-árida Brasileira. Agroforesteria para la producción animal sostenible [CD-ROM]
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. & Mejías, R. 2003. Valoraciones sobre el proceso de introducción de *Leucaena leucocephala* en el sector ganadero. Taller Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Modelos Alternativos. La Habana, Cuba. p. 181
- Santana, J.R., Pereira, J. M., Morero, M. A. & Spain, J. M. 1993. Persistencia e qualidade proteica da consorciação *Brachiaria humidicola*-*Desmodium ovalifolium* cv. Itabela sob diferentes sistemas e intensidades de pastejo. Pasturas Tropicales 15:2
- Manjetje, L. & Haydok, K.P. 1963. The dry weight rank method for the botanical analysis of pasture. J. Brit. Grassld. Soc. 18:268
- Visauta, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Volumen II. Estadística Multivariante. Ed. Concepción Fernández. Madrid, España. p. 267
- Zelada, S.E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba. Costa Rica. p. 88

**Recibido: 8 de agosto de 2006.**