



Revista Cubana de Ciencia Agrícola

ISSN: 0034-7485

rcca@ica.co.cu

Instituto de Ciencia Animal  
Cuba

Alonso, J.; Febles, G.; Ruiz, T.E.; Torres, Verena; Achang, G.  
Evaluación productiva de un silvopastoreo leucanea-guinea mediante técnicas multivariadas  
Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 41, núm. 2, 2007, pp. 121-124  
Instituto de Ciencia Animal  
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017658003>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

## Evaluación productiva de un silvopastoreo leucaena-guinea mediante técnicas multivariadas

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

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Correo electrónico: [jalonso@ica.co.cu](mailto:jalonso@ica.co.cu)

Con el empleo de componentes principales, como técnica de análisis multivariado, se identificaron los indicadores que mayor aporte realizan a la variabilidad de un sistema silvopastoril leucaena-guinea en el momento que se afectaba la producción de biomasa. Se utilizaron dos áreas que se sembraron de forma escalonada en 1996 y 1997 y se compararon entre sí con iguales tiempos de explotación (4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> año). Los indicadores evaluados fueron: número de macollas m<sup>-2</sup>, altura, perímetro y disponibilidad para la gramínea y la altura, diámetro del tallo, inclinación y disponibilidad en la leucaena. Se observó que el silvopastoreo leucaena-guinea mantiene comportamiento similar al no encontrarse diferencias entre las áreas, con el mismo tiempo de explotación del sistema. En ambos casos, durante el 5<sup>to</sup> año de explotación, decrece la productividad del silvopastoreo, con disponibilidad de biomasa que no alcanzó las 2 t MS ha<sup>-1</sup> rotación<sup>-1</sup>, muy inferior a la obtenida durante el 4<sup>to</sup> año cuando se alcanzó 2.06 y 2.27 t MS ha<sup>-1</sup> rotación<sup>-1</sup> para la siembra de 1996 y 1997, respectivamente. El análisis de componentes principales mostró que solo 4 componentes explicaron el 74 % de la variabilidad productiva del sistema. Se pudo apreciar que los indicadores del rendimiento en el componente árbol, con valor propio de 5.89, fueron los de mayor importancia al agruparse en la primera componente principal con coeficientes superiores a 0.75 y explican el 32.8 % de la variación que ocurre. La disponibilidad de la guinea y su peso secante planta, conjuntamente con la disponibilidad total, realizaron los mayores aportes en el 18 % de la variación en la segunda componente principal. En la tercera, el número de macollas m<sup>-2</sup>, de forma negativa, y en la cuarta el número de hijos planta<sup>-1</sup> en la guinea, de forma positiva, fueron los indicadores que más contribuyeron y ambos en conjunto solo explicaron el 23 % de la variabilidad del sistema. Se concluye que desde el punto de vista productivo, los indicadores que deben ser controlados en un sistema silvopastoril leucaena-guinea, en primera instancia, están relacionados principalmente con el componente árbol porque son los indicadores que mayor aporte realizan a la variabilidad productiva del sistema.

Palabras clave: *silvopastoreo, leucaena, guinea, producción de biomasa, componente principales*.

El manejo, la explotación y la evaluación de un sistema silvopastoril implican la existencia de diferentes etapas agronómicas y biológicas, dentro de las cuales, las interacciones entre los componentes del sistema pueden ser variadas. Para determinar este comportamiento, es de fundamental importancia emplear métodos de análisis multivariado que posibiliten identificar y conocer qué variables de los componentes desempeñan un papel preponderante en cada una de las etapas del desarrollo del sistema.

Ruiz *et al.* (2003a) señalaron que el silvopastoreo es un sistema biológico-abiológico en desarrollo dinámico constante, el que se alcanza por etapas y se conoce a través de la evaluación y la evolución de sus componentes, es decir, los animales, el árbol, el pasto base, 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.

En los sistemas con árboles, durante la explotación con animales, es esencial determinar cuando comienza a declinar la producción total de biomasa, que se refleja en el desenvolvimiento de los diversos componentes vegetales. En ese instante, se debe tener claridad de cómo actuar y qué procedimiento utilizar para restituirla y contribuir a mayor vida útil y a la generalización de estos sistemas.

El objetivo de este trabajo fue identificar los indicadores que con mayor preponderancia caracterizan el

### Materiales y Métodos

Se utilizaron dos áreas de un sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala* vc Perú)-guinea (*Panicum maximum* vc Likoni) las que se sembraron en 1996 y 1997, según la tecnología de banco de proteínas (Ruiz *et al.* 2003b) en una vaquería del Instituto de Ciencia Animal, en la que se estudiaba la evolución productiva del sistema.

En estas áreas se apreció, con manejo similar al sistema, un mismo comportamiento productivo hasta el 5<sup>to</sup> año de explotación, cuando decreció la producción de biomasa (Alonso *et al.* 2005). Para comprobar este hecho, se planteó esta investigación en la que ambos años de siembra se compararon con igual tiempo de explotación (4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> año) y se evaluó para la guinea: el número de macolla m<sup>-2</sup>, el perímetro de la macolla, la altura y la disponibilidad de MS rotación<sup>-1</sup>. En la leucaena se midió el número plantas m<sup>-2</sup>, el diámetro del tallo, la inclinación, la altura y la disponibilidad de MS rotación<sup>-1</sup>.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y el procesamiento estadístico de la información, se empleó el programa estadístico SPSSwin versión 5.01 (Visalia 1998), y en los casos necesarios se aplicó la prueba de comparación de medias de rango múltiple de Dunnett (1955). El número de macollas m<sup>-2</sup> se transformó se

se utilizó el análisis de componentes principales (Morrison 1967, citado por Torres *et al.* 1993 y Quevedo 1993) como método de análisis multivariado y se empleó como criterio de análisis y selección aquellos componentes principales que presentaron valores propios superiores a 1 y factores de suma o de preponderancia mayores que 0.75.

### Resultados y Discusión

Los indicadores estudiados durante la evolución productiva del sistema (Alonso 2003) demostró que para el análisis de la producción de biomasa es necesario no solo tener en cuenta la materia seca producida (MS), sino que además es imprescindible relacionar un grupo de indicadores y factores del manejo que determinan el comportamiento productivo, ya que la misma debe valorarse como un conjunto, formado por las variables de crecimiento y desarrollo de la vegetación y las interacciones que ocurren entre los componentes del sistema.

La asunción de estos criterios llevó a la comparación, en este nuevo trabajo, de dos sistemas leucaena-guinea, y los resultados (tablas 1 y 2) mostraron que no hubo diferencias entre los distintos años de siembra al compararse con igual tiempo de explotación (4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> año).

Un análisis más puntual de la producción de biomasa del silvopastoreo leucaena-guinea, a partir de los resultados obtenidos, puede indicar que estos sistemas son capaces de expresar, con el mismo tiempo de explotación, una repetibilidad en el comportamiento productivo. Este aspecto debe evaluarse puntualmente en situaciones similares, debido a la gran variabilidad genética de las especies arbóreas (Stewart 1999).

A pesar de lo anterior, durante el 5<sup>to</sup> año de explotación en ambos años de siembra, la disponibilidad total de biomasa no alcanzó las 2 t MS ha<sup>-1</sup> rotación<sup>-1</sup> (tabla 2) y fue menor que la obtenida durante el 4<sup>to</sup> año (tabla 1), e indicaba la disminución productiva del sistema que se caracterizó, fundamentalmente, por el menor aporte del componente arbóreo a la producción del sistema.

Este hecho se debe a que, cuando se utilizan los animales para explotar sistemas silvopastoriles, se tiene como criterio que la biomasa que se produce por encima de los 2.00 m de altura no es accesible por los animales y, por ende, todo el follaje por encima de esta altura no contribuye a la disponibilidad para la alimentación animal. Ruiz *et al.* (2003b) señalaron que por este concepto

Tabla 1. Indicadores productivos de un sistema silvopastoril durante su cuarto año de explotación

Indicadores	1996	1997	EE ±
<b>Componente guinea</b>			
Macollas <sup>1</sup> m <sup>-2</sup>	1.90 (3.6)	1.93 (3.8)	0.08
Altura de la guinea, m	0.95	1.09	0.04
Perímetro de la macolla, cm	40.94	35.65	2.97
Disponibilidad, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	1.46	1.65	0.20
<b>Componente leucaena</b>			
Altura de la leucaena, m	2.93	2.40	0.23
Diámetro, cm	2.88	2.73	0.24
Disponibilidad, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	0.60	0.62	0.14
Disponibilidad total, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	2.06	2.27	0.06

<sup>1</sup>Datos transformados según  $\sqrt{x}$  ( ) Valores reales

Medias dentro de cada fila no difieren a P < 0.05 (Duncan 1955)

Tabla 2. Indicadores productivos de un sistema silvopastoril durante su quinto año de explotación

Indicadores	1996	1997	EE ±
<b>Componente guinea</b>			
Macollas <sup>1</sup> m <sup>-2</sup>	2.26 (5.2)	2.28 (5.3)	0.06
Altura de la guinea, m	1.20	1.10	0.34
Perímetro de la macolla, cm	27.58	25.43	3.14
Disponibilidad, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	1.59	1.42	0.12
<b>Componente leucaena</b>			
Altura de la leucaena, m	2.90	2.85	0.21
Diámetro, cm	2.83	2.99	0.26
Disponibilidad, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	0.35	0.32	0.12
Disponibilidad total, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	1.94	1.74	0.07

to se pueden producir pérdidas de hasta el 60 % en la productividad del sistema silvopastoril.

Los resultados encontrados en este análisis pueden indicar además, que cuando el sistema silvopastoril se maneja según la tecnología propuesta por Ruiz *et al.* (2006) para el establecimiento y su explotación, los indicadores del rendimiento siguen el mismo patrón en la curva productiva del sistema, en ambos componentes vegetales y esto conduce a identificar, en esta etapa, cuales de ellos influyen más en la variabilidad del mismo.

El análisis de componentes principales, empleado como herramienta práctica, mostró (tabla 3) que solo 4 componentes explicaron el 74 % de la variabilidad productiva del sistema silvopastoril leucaena-guinea en el 5<sup>to</sup> año de explotación.

Se pudo apreciar que los indicadores del rendimiento en el componente árbol, con valor propio de 5.89, son los de mayor importancia al presentar en la primera componente principal coeficientes superiores a 0.75 y explican el 32.8 % de la variación total. La disponibilidad de la guinea y su peso seco por planta conjuntamente con la disponibilidad total, realizaron los mayores aportes con el 18 % de la variación encontrada en la segunda componente principal. En la tercera, el número de macollas

$m^{-2}$ , de forma negativa, y en la cuarta el número de plantas $^{-1}$  en la guinea, de forma positiva, fueron los indicadores que más contribuyeron, y ambas en conjunto solo explicaron el 23 % de la variabilidad del sistema.

Estos resultados llevan a pensar que, desde el punto de vista productivo, los indicadores que deben controlarse en un sistema silvopastoril leucaena-guinea, en primera instancia, están relacionados principalmente con el componente árbol porque son los que mayor aporte realizan a la variabilidad productiva del sistema. En seguimiento, en condiciones prácticas de la ganadería, se debe realizar fundamentalmente con el uso de la alimentación de la planta y la disponibilidad de la leucaena.

No se debe dejar de prestar atención al rendimiento del componente guinea porque, en unión de los ya identificados en la leguminosa, logran explicar el 50.8 % de la variación productiva. Además, esto indica la importancia que tiene el estrato herbáceo en la explotación de los sistemas silvopastoriles.

Estos hallazgos constituyen elementos importantes para futuras investigaciones y son esenciales para el productor primario en la toma de decisiones durante la conducción y manejo adecuado del silvopastoril leucaena-guinea en el tiempo.

Tabla 3. Matriz de autovectores estandarizados en los cuatro primeros componentes principales (CP) obtenidos para los indicadores productivos estudiados en un sistema silvopastoril leucaena-guinea durante el 5<sup>to</sup> año de explotación

Variables	Componentes Principales			
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
Altura de la guinea, m	.01842	.16755	.27901	-.70106
Altura de la leucaena, m	.89638	.13047	.08753	.01532
Años de siembra	.69117	-.06482	-.24770	.31413
Disponibilidad de la guinea, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	-.03616	.96189	-.19942	.08405
Disponibilidad de la leucaena, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	.81874	.04428	-.04428	.19078
MV de la guinea, g	.34125	.66195	.33660	-.24351
MV de la leucaena, g	.91129	.02207	.12640	-.04694
% de MS en la guinea	.47274	.12089	-.18174	.56469
% de MS en la leucaena	.59687	.17610	.19124	.33310
Peso seco de la guinea, g	.03444	.84138	.42343	-.07867
Peso seco de la leucaena, g	.91296	.02987	.09006	.02928
No. de macolla	-.09662	.27880	-.81690	.15093
No. de leucaena	.57083	.16695	-.07197	.42405
No. de hijos en la guinea	.18974	.04826	.18836	.83694
Perímetro de la macolla, cm	-.71056	.04788	.49094	.18690
Diámetro de la leucaena, cm	.20452	.22654	.60257	-.22279
Disponibilidad del sistema, t MS ha <sup>-1</sup> rotación <sup>-1</sup>	.07637	.95405	-.20246	.10887
Valor propio	5.89	3.23	2.46	1.70
% de variación explicada	32.8	18.0	13.7	9.5
% de variación acumulada	32.8	50.8	64.5	74.0

#### Agradecimientos

Queremos agradecer todo el apoyo recibido en el

#### Referencias

Alonso, J. 2003. Factores que intervienen en la producció

- Alonso, J., Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H. & Achang, G. 2005. Evolución de la producción de biomasa en los componentes de un sistema silvopastoril leucaena-guinea. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 39:367
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1
- Ruiz, T.E., Castillo, E., Alonso, J. & Febles, G. 2006. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa en sistemas ganaderos. X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Univ. de Zulia, Maracaibo, Venezuela (CD-ROM).
- Ruiz, T.E., Febles, G. & Alonso, J. 2003a. Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perennes. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. (CD-ROM)
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. & Mejías R. 2003b. Valoraciones sobre el proceso de introducción de *Leucaena*

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 41, Número 2, 2007

- leucocephala* en el sector ganadero. Taller Internacional de Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Modelos Alternativos. La Habana, Cuba. p. 181
- Stewart, J. 1999. Variación genética en árboles forrajeros. En Agroforestería para la producción animal en América Latina. Ediciones FAO, Roma. p. 327
- Quevedo, R.I. 1993. Metodología para el estudio de fincas. Aproximación Multivariada. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela 44:322
- Torres, V., Martínez, R.O. & Noda, A. 1993. Ejemplo de Aplicación de técnicas multivariadas en diferentes etapas del proceso de evaluación y selección de especies de pastos. Componentes principales. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 27:131
- Visauta, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Volumen II. Estadística Multivariante. Ed. Concepción Fernández. Madrid, España. p. 267

**Recibido: 3 de agosto de 2005.**