

## El árbol y su efecto en la estabilidad productiva del pasto en un sistema silvopastoril

T. E. Ruiz, G. Febles, H. Jordán y H. Díaz

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

Durante tres años se condujo un experimento para estudiar el efecto del árbol en el desarrollo del pasto asociado en un sistema silvopastoril. Se utilizó la leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* vc. Perú, que ocupó 100 % del área de pastoreo, asociada a *Cynodon nlemfuensis*, y un control de esta gramínea sin la inclusión del árbol, fertilizado o no, con 90 kg N/ha/año, mediante pastoreo en un diseño de bloques al azar, con cuatro réplicas. Se midió la composición botánica del pasto estrella, malezas y despoblación, porcentaje de material muerto y hojas, así como del número de excretas/m<sup>2</sup> y la producción de biomasa del pasto estrella. En el primero y segundo año, después de iniciado el trabajo, el porcentaje de pasto estrella (81 y 52) fue menor para el tratamiento donde no hubo efecto del árbol ni de la fertilización nitrogenada ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ), mientras que en el tercer año el mayor valor (86 %) se alcanzó cuando se sembró el árbol ( $P < 0.001$ ). El menor valor de maleza siempre se obtuvo con el árbol presente, y solo no difirió en el segundo año (13 vs 15 %) con el área que se fertilizó con nitrógeno ( $P < 0.01$ ). Los mayores valores de área despoblada siempre fueron para el tratamiento que no tuvo el beneficio de la fertilización nitrogenada ni del árbol, y no difirieron en el primer año (8 vs 9 %) con el tratamiento fertilizado con nitrógeno ( $P < 0.05$ ). En la estación lluviosa, el tratamiento con árbol no difirió ( $P < 0,01$ ) del que recibió fertilización nitrogenada, para las medidas producción de biomasa del pasto (2.70 vs 2.37 t/ha MS) y porcentaje de hoja (34 vs 31 %). Sin embargo, fue el mejor para el resto de las medidas. En la estación seca, el tratamiento con la presencia del árbol fue el de mejor comportamiento, y solo no difirió para el porcentaje de material muerto (6 vs 12 %), para el que recibió fertilización nitrogenada. En este trabajo se demostraron los efectos beneficiosos de la presencia del árbol en el potrero, los que se consolidan en el tiempo mediante el incremento de la presencia de pasto, el decrecimiento del área descubierta y mayor producción de biomasa, con mayor porcentaje de hojas y menor de material muerto. También se confirmó que cuando un pasto mejorado no recibe el beneficio de la fertilización biológica o química, pierde con el tiempo sus características productivas.

Palabras clave: *sombra, fertilización, gramíneas y leucaena*

La inclusión de los sistemas silvopastoriles, como concepción productiva de un país, es de importancia relevante, ya que en la asociación de árboles con otras plantas el objetivo central es la ganadería.

En este sentido, Sánchez (2000) indicó que la introducción de árboles y arbustos multipropósito o forrajes no solo tiene el potencial de aumentar la calidad y la cantidad de forraje disponibles para los animales domésticos, que se puede traducir en mayores rendimientos por animal y por unidad de área, sino que además, proporciona beneficios adicionales. Entre estos pueden citarse determinados servicios ambientales (mejora de las cuencas hidrográficas, captura de carbono o reemplazo de combustibles fósiles, disminución de emisiones de gases de efecto invernadero) y la expansión de la biodiversidad vegetal y animal.

No obstante estas ventajas, la introducción de especies arbóreas dentro del sistema pecuario con diferentes propósitos, como por ejemplo la sombra, es una de las problemáticas que requiere mayor atención por parte de técnicos y productores, si se pretenden alcanzar resultados beneficiosos a partir de estos sistemas.

Las tecnologías fitotécnicas y de producción animal en las que interviene *Leucaena leucocephala* se basan, fundamentalmente, en su utilización como alimento animal. No obstante, es de vital importancia incursionar en otros aspectos, como su función como árbol de sombra en los sistemas silvopastoriles. Esta especie presenta

mejores resultados cuando se asocia con pastos mejorados. Al respecto, Carvalho *et al.* (2001) señala que en la literatura especializada se refiere que el aumento en la producción de forrajes por efecto de sombra ha sido más observado en pastos cultivados que en pastos naturales.

El objetivo de esta investigación fue estudiar en el tiempo el efecto del árbol en el desarrollo del pasto asociado en un sistema silvopastoril.

### Materiales y Métodos

*Tratamientos y diseño.* Se estudió la leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* vc. Perú en sistemas silvopastoriles que ocupaban 100 % del área de pastoreo, asociada a *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), y un control de esta gramínea sin la inclusión del árbol, fertilizado o no con 90 kg N/ha/año, mediante un diseño de bloques al azar, con cuatro réplicas.

*Procedimiento experimental.* Los trabajos se realizaron en un suelo ferrálico ródico de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas (Hernández *et al.* 1999), equivalente al subtipo cambisol ferrálico ródico, según FAO-UNESCO (Duran y Pérez 1994), en el área experimental del Departamento de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Esta instalación se halla ubicada en el occidente del país, a 22° 53 de latitud norte y los 82° 02 de longitud oeste, a una altitud de 80 m.

El sistema silvopastoril, así como la gramínea utilizada como control, tenían ocho años de establecidos y fueron sembrados en 1982. La población de leucaena era de 7000 plantas/ha. Las áreas fueron pastoreadas por vacas lecheras, con carga de 2.6 vacas/ha y 520 kg de peso promedio, con intervalos de rotación de 27 y 54 d, y ocupación de tres y seis días, para la época lluviosa y seca, respectivamente. Se trabajó en parcelas con área neta de 9.6 x 20.0 m. El trabajo se desarrolló entre 1990 y 1992. La fertilización nitrogenada se efectuó siempre en la estación lluviosa.

Para conocer el comportamiento de los tratamientos en cada rotación, se midió en marcos fijos de 0.25 m<sup>2</sup>, y cinco observaciones por parcela, la composición botánica del pasto estrella, malezas y despoblación, porcentaje de material muerto y hoja, así como el número de excretas/m<sup>2</sup> y la producción de biomasa del pasto estrella.

De estas medidas, las cinco primeras se transformaron mediante  $\text{arc. sen } \sqrt{x}$  y el número de excreta, según  $\sqrt{x}$ . Para determinar la producción de biomasa de la gramínea se cortó a una altura de 15 cm. Se realizó análisis de varianza y se aplicó la dócima de Duncan (1955) en los casos necesarios.

### Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestra cómo los tratamientos estudiados influyeron en las diferentes medidas a través del tiempo. En el primer y segundo año después de iniciado el trabajo, el porcentaje de pasto estrella fue menor para el tratamiento donde no existió el efecto del árbol ni de la fertilización nitrogenada ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ), mientras que en el tercer año el mayor valor ( $P < 0.001$ ) se alcanzó en presencia del árbol.

La menor presencia de malezas en cada uno de los tratamientos en estudio, se observó siempre cuando el árbol estuvo presente, y solo no difirió en el segundo año

con respecto al área que se fertilizó con nitrógeno ( $P < 0.01$ ).

Para la medida área despoblada, los mayores valores siempre fueron para el tratamiento que no tuvo el beneficio de la fertilización nitrogenada ni del árbol, y no difirieron en el primer año del tratamiento que recibió fertilización con nitrógeno ( $P < 0,05$ ).

A lo anterior debemos agregar lo informado en trabajos de Ruiz *et al.* (2008b), quienes indicaron que la determinación de la composición florística o botánica depende del análisis de factores morfoestructurales de las pasturas, tales como la cobertura efectiva y la producción de biomasa forrajera. Asimismo, a través del estudio de la composición botánica también se puede determinar, en cierto grado, el estado de persistencia o degradación de la pastura. Esto último se halla muy relacionado con la persistencia, que se verá afectada en la medida que las especies no forrajeras (malezas) ocupen un área y distribución mayor que las forrajeras.

Los resultados planteados indican el efecto beneficioso de la sombra para todas las medidas en evaluación, al compararlas con el resto de los tratamientos. Además, ratifican que los sistemas silvopastoriles van mejorando en el tiempo (Ruiz *et al.* 2008a), cuando se manejan adecuadamente sus indicadores relacionados con la producción de biomasa. En este sentido, Silva y Zbigniew (1999) señalan que una sombra moderada, obtenida por medio de una cantidad adecuada de árboles, produce efecto positivo en el desarrollo del pasto asociado.

El aumento de la despoblación del pasto estrella para el tercer año puede indicar que existe un aumento de la sombra en ese sistema.

Las tablas 2 y 3 muestran el mejor comportamiento para el tratamiento donde el pasto recibió el beneficio del árbol para todas las medidas en estudio. En la estación lluviosa (tabla 2), el tratamiento con árbol no difirió del

Tabla 1. Evolución de la vegetación de los tratamientos en el tiempo, %

Momento de la medición, años	Indicadores	Áreas			E.E. ±
		Sistema silvopastoril	Pasto estrella Fertilizado	Pasto estrella No fertilizado	
Inicio	P. estrella	55.0 (68)	52.0 (62)	52.0 (62)	4.0
	Maleza	28.0 (23)	37.0 (33)	28.0 (24)	10.0
	Despoblación	16.0 (9)	10.0 (5)	17.0 (11)	9.0
1	P. estrella	72.0 <sup>a</sup> (87)	72.0 <sup>a</sup> (87)	65.0 <sup>b</sup> (81)	2.0*
	Maleza	10.0 <sup>a</sup> (4)	20.0 <sup>b</sup> (13)	17.0 <sup>b</sup> (11)	2.0*
	Despoblación	0.0 <sup>a</sup>	16.0 <sup>b</sup> (9)	10.0 <sup>b</sup> (8)	1.0*
2	P. estrella	72.0 <sup>a</sup> (87)	67.0 <sup>a</sup> (85)	47.0 <sup>b</sup> (52)	6.0***
	Maleza	22.0 <sup>a</sup> (13)	22.0 <sup>a</sup> (15)	44.0 <sup>b</sup> (48)	6.0***
	Despoblación	0	0	0	-
3	P. estrella	71.0 <sup>a</sup> (86)	57.0 <sup>b</sup> (69)	54.0 <sup>b</sup> (63)	5.0***
	Maleza	19.0 <sup>a</sup> (12)	36.0 <sup>b</sup> (30)	37.0 <sup>b</sup> (32)	5.0***
	Despoblación	8.0 <sup>a</sup> (2)	4.0 <sup>a</sup> (1)	10.0 <sup>b</sup> (5)	1.0**

<sup>a,b,c</sup> Medias sin letras comunes dentro de cada fila difieren significativamente a  $P < 0.05$  (Duncan 1955) \* $P < 0.05$  \*\* $P < 0.01$  \*\*\* $P < 0.001$

( ) Medias originales

Tabla 2. Efecto de la sombra de leucaena en pasto estrella, a los tres años de iniciada la explotación del área al final de la estación lluviosa

Áreas	Número de excretas/m <sup>2</sup>	Producción de biomasa del pasto t/ha	Porcentaje		
			Hoja	Material muerto	Maleza
Con sombra	1.54 <sup>a</sup> (2.4)	2.70 <sup>a</sup>	36.0 <sup>a</sup> (34.0)	17.0 <sup>a</sup> (8.6)	8.0 <sup>a</sup> (2.0)
Sin sombra, fertilizado	0.89 <sup>b</sup> (0.8)	2.37 <sup>a</sup>	34.0 <sup>ab</sup> (31.0)	24.0 <sup>b</sup> (17.6)	22.0 <sup>b</sup> (16.0)
Sin sombra, no fertilizado	0.94 <sup>b</sup> (0.9)	1.56 <sup>b</sup>	29.0 <sup>b</sup> (24.0)	24.0 <sup>b</sup> (17.0)	21.0 <sup>b</sup> (15.0)
E.E ±	0.2*	0.3**	2.0**	2.0**	4.0**

<sup>a,b,c</sup> Medias sin letras comunes dentro de cada columna difieren significativamente a P < 0.05 (Duncan, 1955) \*P < 0.05 \*\*P < 0.01  
( ) Medias originales

Tabla 3. Efecto de la sombra de leucaena en pasto estrella, a los tres años de iniciada la explotación del área, al final de la estación seca

Áreas	Número de excretas/m <sup>2</sup>	Producción de biomasa del pasto t/ha	Porcentaje		
			Hoja	Material muerto	Maleza
Con sombra	1.44 <sup>a</sup> (2.1)	1.23 <sup>a</sup>	40.0 <sup>a</sup> (42.0)	12.0 <sup>a</sup> (6.0)	16.0 <sup>a</sup> (8.0)
Sin sombra, fertilizado	0.83 <sup>b</sup> (0.7)	0.96 <sup>b</sup>	42.0 <sup>b</sup> (43.0)	14.0 <sup>ab</sup> (12.0)	40.0 <sup>b</sup> (41.0)
Sin sombra, no fertilizado	0.89 <sup>b</sup> (0.8)	0.75 <sup>b</sup>	35.0 <sup>c</sup> (34.0)	22.0 <sup>b</sup> (14.0)	36.0 <sup>b</sup> (38.0)
E.E ±	0.2*	0.1**	0.9*	1.0*	7.0**

<sup>a,b,c</sup> Medias sin letras comunes dentro de cada columna difieren significativamente a P < 0.05 (Duncan, 1955) \*P < 0.05 \*\*P < 0.01  
( ) Medias originales

que recibió fertilización nitrogenada para la producción de biomasa del pasto y el porcentaje de hoja (P < 0.01), mientras fue el mejor para el resto de las medidas.

También en la estación seca (tabla 3), el tratamiento que incluía el árbol fue el mejor, y solo no difirió para el porcentaje de material muerto en el tratamiento fertilizado con nitrógeno (P < 0.05).

Es evidente que la distribución adecuada del árbol en el potrero contribuye a llevar la sombra a toda su superficie y, por tanto, ayuda de mejor forma al proceso de reciclaje de nutrientes. Igualmente, los animales hacen una mejor distribución de la excreción (tablas 2 y 3) con relación al número de excretas/m<sup>2</sup>, que fue tres veces superior al resto de los tratamientos en estudio.

Hubo mayor producción de biomasa, con mayor porcentaje de hojas y más baja cantidad de material, unido a menor presencia de malezas en el potrero. Estas condiciones dan la idea de un pastizal de mayor calidad, y fueron aún más marcadas en la estación seca. Se debe agregar que esta información se obtuvo tres años después de haberse iniciado el trabajo, lo que refleja que el sistema donde estuvo presente el árbol puede ser más sostenible y productivo en el tiempo que el resto de los sistemas evaluados.

La sombra, cuando es adecuada, ejerce efecto positivo, y siempre estará influenciada por el manejo del sis-

tema. En este tiene una participación decisiva la observación del técnico u obrero para determinar en qué momento la sombra produce efecto negativo. Mahecha (2003), en un estudio realizado en la reserva natural «El Hatice», en el Valle del Cauca, para la caracterización de un sistema silvopastoril de *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*, informó que la producción promedio de pasto en el sistema (25 t MS/ha/año), fue mayor con respecto a la encontrada en monocultivo de *Cynodon plectostachyus* (21 t MS/ha/año), en la misma explotación y con aplicación de 400 kg de urea/ha/año.

Según Noguera-Talavera *et al.* (2008), la gramínea debajo de la copa de los árboles se somete a cambios sustanciales en la cantidad y calidad de la luz que recibe. Sin embargo, aún cuando la cantidad de biomasa producida por la gramínea se reduce con sombra intermedia, el área foliar y la eficiencia fotosintética se incrementan en estas condiciones, lo que implica mayor calidad del forraje producido.

De igual manera, la sombra del árbol reduce la temperatura foliar en la gramínea, lo que ocasiona menor transpiración, aumentando la eficiencia del uso de agua de la gramínea.

En este trabajo, los efectos beneficiosos de la presencia del árbol en el potrero se consolidan en el tiempo

mediante el incremento del pasto, el decrecimiento del área descubierta y el aumento en la producción de biomasa, con mayor porcentaje de hojas, y menor de material muerto. También se confirma que cuando un pasto mejorado no recibe el beneficio de la fertilización biológica o química pierde sus características productivas en el tiempo.

### Agradecimientos

Se agradece a la Dra. Verena Torres y a la técnica Lucía Sarduy, del Departamento de Biomatemática del Instituto de Ciencia Animal, por el análisis realizado a la información presentada en este trabajo.

### Referencias

- Carvalho, M. M., Deise Ferreira, X. & Maurílio, J. A. 2001. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação e sustentabilidade de pastagens cultivadas. En: Sistemas Agroflorestais Pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Eds. M.M. Carvalho, M. J. Alvim y J. Da Costa Carneiro. 194 pp.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F. test Biometrics. 11:1
- Duran, J. L. & Pérez, J. M. 1994. Correlación de la clasificación genética con otros sistemas de clasificación. Primera Conferencia de Clasificación de los Suelos. La Habana. Cuba. p. 21
- Hernández, A., Pérez, J.M. & Bosch, O. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Cuba. p. 64
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 44, Número 3, 2010.
- Mahecha, L. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Rev. Col. Cienc. Pec. 6:11
- Noguera-Talavera, A., Reyes Flores, F., Murillo, I. & Sánchez, L. 2008. Influencia de la estructura arbórea en la producción de pasto en un sistema de árboles dispersos en potreros, Tipitapa, Nicaragua, La Calera. Rev. Científica de la Universidad Nacional Agraria 8:5
- Ruiz, T. E., Febles, G., Castillo, E. & Alonso, J. 2008a. Algunos factores que influyen en la producción de biomasa en sistemas silvopastoriles en el trópico. En: Sistemas Agro y Silvopastoriles. Eds. José Manuel Palma García y Leonor Sanginés García. Universidad de Colima. Colima, México
- Ruiz Fonseca, C.J., Rodolfo Zúñiga, M. & Martínez Tinoco, E.B. 2008b. Importancia de la cobertura vegetal y control de malezas en el manejo de pastos. Estudio de caso en pasto estrella (*Cynodon nemfluencis*), Cofradía, Managua, La Calera. Rev. Científica de la Universidad Nacional Agraria. 8:17
- Sánchez, M. 2000. Panorama de los sistemas agroforestales pecuarios en América Latina. En: Sistemas agroflorestais pecuarios na América do Sul. Ed. Margarida M. Carvalho y M. Bressan. Embrapa Gado Leite. p. 7
- Silva, V. P. & Zbigniew Mazuchowski, J. 1999. Sistemas Silvopastoris. Paradigma dos pecuaristas para agregacao de renda e qualidade, Curitiba. Serie Informacao Tecnica 50. p. 29

**Recibido: 5 de septiembre de 2009**