

Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo¹

Hernán J. Andrade², Muhammad. Ibrahim³,
Francisco Jiménez⁴, Bryan Finegan⁵, Donald Kass⁶

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, eficiencia de radiación solar, energía metabolizable, *Panicum maximum*, producción de materia seca, proteína cruda, radiación fotosintéticamente activa.

RESUMEN

Se estudió el efecto de dos especies arbóreas (*Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta*) sobre la productividad y eficiencia del uso de radiación (EUR) en tres gramíneas (*Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* y *Panicum maximum*) en Guápiles, provincia de Limón, Costa Rica. La especie de mayor producción de materia seca, energía metabolizable y proteína cruda fue *P. maximum*, que superó a *B. brizantha* y *B. decumbens* (34.8, 19.2 y 14.0 t MS ha⁻¹ año⁻¹; 12.3, 5.9 y 4.0 Gcal ha⁻¹ ciclo⁻¹; 533, 298 y 201 kg PC ha⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente). La eficiencia del uso de radiación (EUR) fue mayor en las áreas sombreadas que en las expuestas al sol. *P. maximum* fue la gramínea de mayor EUR, respecto a *B. brizantha* y *B. decumbens* (3.6, 1.8 y 1.4 g MS MJ⁻¹).

Production dynamics of silvopastoral systems with *Acacia mangium* and *Eucalyptus deglupta* in the humid tropics

ABSTRACT

The effect of two tree species (*Acacia mangium* and *Eucalyptus deglupta*) on the productivity and radiation use efficiency (RUE) of three grasses (*Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* and *Panicum maximum*) was studied in Guápiles, Costa Rica. *P. maximum* was the species of greater production of dry matter, metabolizable energy and crude protein, outproducing *B. brizantha* and *B. decumbens* (34.8, 19.2 and 14.0 t DM ha⁻¹ year⁻¹; 12.3, 5.9 and 4.0 Gcal ha⁻¹ cycle⁻¹; 533, 298 and 201 kg CP ha⁻¹ cycle⁻¹, respectively). The radiation use efficiency (RUE) was greater in shaded zones than in those exposed to sun. *P. maximum* was the grass with the greatest RUE, exceeding *B. brizantha* and *B. decumbens* (3.6, 1.8 and 1.4 g DM MJ⁻¹).

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una opción productiva y desaceleradora del proceso de degradación observado en las áreas ganaderas. En estos sistemas se presentan relaciones de interferencia y facilitación entre componentes (Pezo e Ibrahim 1999); una de las más importantes es la alteración de la radiación incidente en las pasturas (Wilson y Ludlow 1991) y su efecto sobre la producción y calidad forrajera. *A. mangium* y *E. deglupta* son especies arbóreas de uso múltiple, bien adap-

tadas a las regiones tropicales húmedas, con una estructura del dosel contrastante. *B. brizantha*, *B. decumbens* y *P. maximum* están ampliamente distribuidas en el trópico y se utilizan con frecuencia en los sistemas ganaderos.

El objetivo del estudio fue estimar el efecto de las especies arbóreas (*A. mangium* y *E. deglupta*) sobre la productividad y la calidad nutricional de tres gramíneas (*B. brizantha*, *B. decumbens* y *P. maximum*) en SSP en el trópico húmedo.

¹ Basado en Andrade HJ 1999 Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. ² M.Sc en Agroforestería Tropical, 1999. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Email: h Andrade@starmedia.com ³ Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2595. Email: mibrahim@catie.ac.cr ⁴ Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2251. Email: fjimenez@catie.ac.cr ⁵ Profesor Investigador. CATIE. Tel. 558-2615. Email: bfinegan@catie.ac.cr ⁶ Profesor Investigador. CATIE. Tel. 558-2592. Email: dkass@catie.ac.cr

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en Guápiles, en la Zona Atlántica de Costa Rica (10° 09' Lat. N.; 83° 38' Long. O.; 125 msnm; temperatura media de 24.6 °C; humedad relativa promedio de 87%; precipitación media anual de 4560 mm), que se clasifica como bosque tropical lluvioso. La radiación solar global promedio varía entre 13 y 17 MJ m⁻² día⁻¹ (Zelada 1996). Los suelos de la zona se clasifican como Typic Dystropept.

Los árboles de *A. mangium* y *E. deglupta* fueron plantados en septiembre de 1997. En cada parcela se establecieron seis hileras de árboles de 33 m de longitud, con 9 m de distancia entre hileras y 3 m entre árboles, en dirección 5° SE. Las gramíneas se sembraron con semilla sexual entre junio y septiembre de 1998. En total, se establecieron 18 unidades experimentales, que se pastorearon durante tres días, con una carga animal de 2 UA ha⁻¹ y 24 días de periodo de descanso.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas en franjas, con tres repeticiones. Las parcelas principales estaban formadas por un arreglo factorial de las dos especies arbóreas y las tres gramíneas; las subparcelas fueron posiciones respecto a la línea de árboles (A, B, C, D, E, F).

Producción de materia seca. Se realizaron muestreos antes de cada pastoreo. Se cortaron dos muestras por subparcela, utilizando marcos de 50 x 50 cm, con una altura de corte de 10 cm para las braquiarias y 20 cm para *P. maximum*. El material vegetal contenido dentro del marco se pesó fresco y luego se secó en un horno a 65 °C, hasta peso constante. Para estimar la producción anual se consideró una eficiencia de uso del forraje de 0.6 para las braquiarias y 0.5 para *P. maximum*; esta eficiencia se calculó a partir de muestreos realizados antes y después de un pastoreo.

Eficiencia del uso de radiación (EUR). Se estimó con base en la relación entre la producción de materia seca y la radiación fotosintéticamente activa (RAFA) incidente; esta última se calculó mediante la radiación global y el porcentaje de transmisión, que se presume que no varía considerablemente a lo largo del día (Zelada 1996). El porcentaje de transmisión se estimó realizando mediciones con un ceptómetro y considerando el mayor valor de RAFA para cada parcela.

Producción de energía metabolizable y de proteína cruda. Se tomaron 200 g de material fresco de plantas enteras y se secaron en el horno hasta peso constante (65

°C); luego se determinó la digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIMS) y el contenido de proteína cruda. Con base en la producción de materia seca y las variables mencionadas, se estimó la producción de energía metabolizable (EM) y de proteína cruda (PC).



Las especies arbóreas no afectaron la productividad de las pasturas, ni su eficiencia de uso de radiación. *Panicum maximum* fue la gramínea de mejor comportamiento productivo (Foto: J.C. Camargo)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

B. decumbens fue la especie que redujo más el rendimiento bajo sombra, seguida de *P. maximum* y *B. brizantha* (23, 30 y 39%, respectivamente). La producción de materia seca fue mayor en *P. maximum*, que superó a *B. brizantha* y *B. decumbens* en 81 y 149% (34.8, 19.2, 14.0 t ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente) (Figura 1). Zelada (1996) obtuvo resultados similares, donde la producción de *P. maximum* fue siempre superior a la de *B. brizantha*. En un estudio de productividad de pasturas en SSP con *E. poeppigiana*, Bustamante (1981) encontró que *P. maximum* produjo más que otras seis especies de gramíneas. Estas diferencias de producción se deben a las características fenotípicas de las especies.

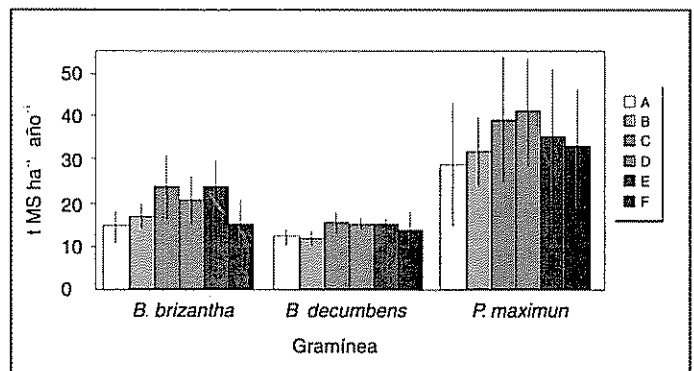


Figura 1. Efecto de la posición sobre la producción de tres gramíneas mejoradas; las barras de error corresponden a la desviación estándar

Se presentaron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre especies en la eficiencia del uso de radiación (EUR). *P. maximum* fue la más eficiente, pues superó en un 94% a *B. brizantha* y en un 149% a *B. decumbens*. La mayor EUR se alcanzó en las posiciones A y F, que fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) a las demás; la EUR a pleno sol (C y D) se redujo respecto a los sitios sombreados (A y F) (Figura 2). Zelada (1996), al reducir artificialmente la luz a un 25%, encontró una EUR menor en *P. maximum* y mayor en *B. brizantha* (6.4 y 4.5 g MS MJ⁻¹). El aumento de EUR en condiciones de sombra posiblemente se debe a cambios morfológicos de las plantas para compensar la baja fotosíntesis, como un incremento en el área foliar específica (Wong y Wilson 1980, Shelton *et al.* 1987).

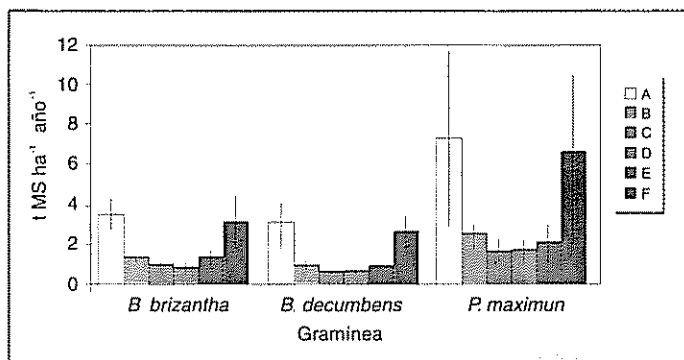


Figura 2. Eficiencia del uso de radiación (EUR) para tres gramíneas mejoradas; las barras de error corresponden a la desviación estándar.

Las especies arbóreas y las posiciones no afectaron significativamente ($P > 0.05$) la producción de energía metabolizable y de proteína cruda de los forrajes, mientras que las especies gramíneas sí influyeron ($P < 0.05$). *P. maximum* alcanzó la mayor producción de EM, superando en 79 y 166% a *B. brizantha* y *B. decumbens*, respectivamente (Figura 3). La producción de PC en *P. maximum* fue superior a la de *B. brizantha* y *B. decumbens*, que fue 107 y 205% más alta, respectivamente (Figura 4). Aunque el contenido EM y PC en el forraje de *P. maximum* fue inferior al de las demás gramíneas, esto se compensa con la alta producción de biomasa. En las tres gramíneas se observa un mecanismo de compensación, pues aunque hubo diferencias de pro-

LITERATURA CITADA

Bustamente, J. 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc Turrialba, CR, CATIE. 131 p.
 Pezo, D.; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. 2ª ed. Turrialba, CR, CATIE. 275 p (Módulos de enseñanza agroforestal Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ No 2)
 Shelton HM; Humphreys, LR; Batello C. 1987 Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: Performance and prospect Tropical Grasslands 21: 159-168

ductividad entre posiciones, la producción de EM y PC se mantuvo constante, lo que indica el alto grado de adaptación de estas especies en SSP.

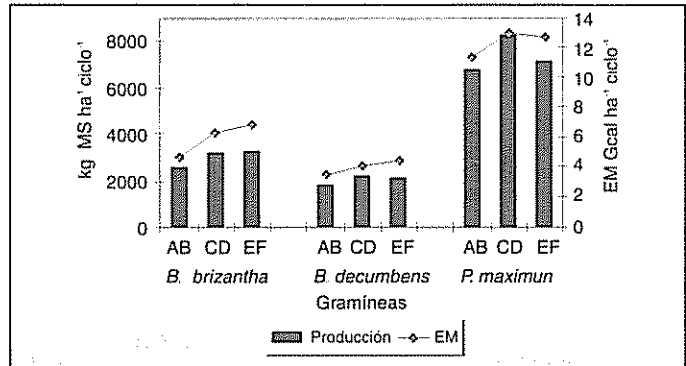


Figura 3. Producción de materia seca (MS) y energía metabolizable (EM) de tres gramíneas en SSP.

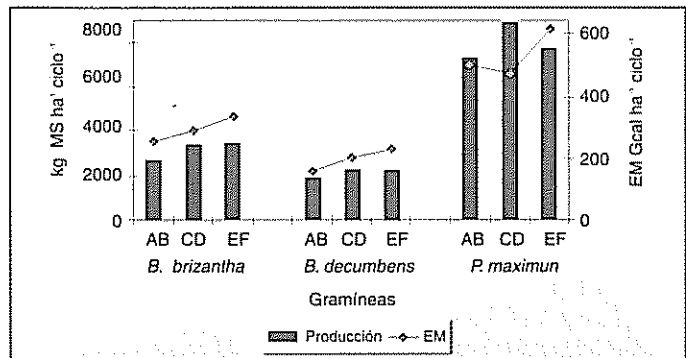


Figura 4. Producción de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de tres gramíneas mejoradas en SSP.

CONCLUSIONES

Las especies arbóreas no afectaron la productividad de las pasturas ni su eficiencia de uso de radiación. *Panicum maximum* fue la gramínea de mejor comportamiento productivo en términos de producción de materia seca, energía metabolizable y proteína cruda y en eficiencia de uso de radiación. *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens* mostraron un rendimiento semejante. La mayor producción de las pasturas bajo sombra, en comparación con los monocultivos de gramíneas nativas, muestra la alta productividad de estos SSP.

Wilson, JR; Ludlow, MM. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. In Shelton, HM y WW Stür, eds. Forages for plantations crops. ACIAR Proceedings No. 32. Canberra, AU, ACIAR p 10-24.
 Wong CC; Wilson, JR. 1980 Effects of shading on the growth and nitrogen content of Green Panic and Siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Australian Journal of Agriculture Research 31: 269-285.
 Zelada E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc Turrialba, CR CATIE. 88 p