

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Response of *Bothriochloa saccharoides* ([Sw.] Rydb.) grass to different simulated shade intensities in the warm valley of Magdalena in the Department of Tolima (Colombia)

Respuesta del pasto *Bothriochloa saccharoides* ([Sw.] Rydb.) a diferentes intensidades de sombra simulada en el valle cálido del Magdalena en el Tolima (Colombia)

Roberto Piñeros¹, Jairo Mora Delgado¹, Vilma A. Holguín¹

ABSTRACT

Silvopastoral systems must withstand shading and have good nutritional quality. This study aimed to analyze dry matter production, agronomic indicators and nutritional quality in *Bothriochloa saccharoides* grass, under simulated shade conditions: 30%; 50% and 0% sunlight, the last acting as control. This study was carried out at the "La Estrella" farm, located in the municipality of Venadillo, Tolima. Biomass production measurements were taken 52 days after sowing, in both wet and dry season. Dry matter production in the wet season was 3.47, 3.0 and 5.56 t ha⁻¹ and in the dry season 2.33, 2.44 and 2.5 t ha⁻¹, for the simulated covers of 50%, 30% and the control, respectively and no significant differences ($P \leq 0.05$) were found for the variable in these treatments, which potentially suggests the use of this grass in silvopastoral systems with moderate tree cover. We observed significant differences ($P \leq 0.05$) among of the heights of the plants between 30% and 50% simulated shade compared to the control treatment, mainly in the dry season. In nutritional terms, protein results were 11.41%, 10.57% and 8.36% in the wet season and 9.61%, 10.51% and 12.95% in the dry season under the simulated shade of 50%, 30% and the control, respectively. Digestibility analysis indicated values for the wet season of 70.02%, 71.92% and 67.77% and for the dry season of 69.61%, 68.31% and 68.15% under shades of 50%, 30% and the control, respectively. These results revealed a similar productive performance under different simulated shades conditions, which makes this grass tolerant to shade conditions and a good choice for use in silvopastoral systems.

Keywords: Vidal grass, biomass production, simulated shade, silvopastoral systems.

RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles requieren de forrajes que soporten sombreadamiento y buena calidad nutricional. El objetivo del estudio fue analizar indicadores agronómicos, producción de biomasa y calidad nutricional del pasto Vidal bajo simuladores de sombra, con porcentajes de 30%, 50% y 0% (control) de penumbra, este último actuando como control. El estudio se realizó en la Hacienda "La Estrella", ubicada en el municipio de Venadillo, Tolima. Se realizaron mediciones de producción de biomasa a 52 días después de la siembra en dos épocas diferentes (húmeda y seca). Se encontró una producción de materia seca en época húmeda de 3,47; 3,0 y 5,56 t ha⁻¹ y en época seca de 2,33; 2,44 y 2,5 t ha⁻¹ para coberturas de 50%, 30% y el control, respectivamente y no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para esta variable entre las diferentes coberturas, lo cual sugiere un potencial del pasto para implementarse en sistemas agroforestales que presentan coberturas arbóreas moderadas. Con respecto a los indicadores agronómicos, la altura de la planta presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) de los tratamientos 30% y 50% con respecto al tratamiento control, principalmente en la época seca. En términos nutricionales, los análisis de proteína en época húmeda fueron de 11,41%, 10,57% y 8,36% y en época seca de 9,61%, 10,51% y 12,95% para coberturas de 50%, 30% y control, respectivamente; el análisis de digestibilidad indica valores para la época húmeda de 70,02%; 71,92% y 67,77% y para época seca de 69,61%; 68,31% y 68,15% para coberturas de 50%, 30% y control, respectivamente. Estos resultados demuestran un comportamiento productivo similar en las diferentes coberturas, lo cual lo hace un pasto tolerante a la sombra y una buena opción para la utilización en sistemas silvopastoriles.

Palabras clave: pasto Vidal, producción de biomasa, sombra simulada, sistemas silvopastoriles.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles constituyen una opción para la producción bovina tanto a nivel nutricional como de bienestar animal. El adecuado manejo de estos sistemas implica decisiones relacionadas con la identificación de las mejores especies del componente herbáceo, leñoso y animal, para optimizar las interacciones. Entre estas decisiones, la identificación de gramíneas adaptadas a sistemas silvopastoriles, donde la interceptación de radiación solar por el dosel del componente leñoso es significativa, cobra aún más importancia cuando sólo un reducido número de gramíneas se adaptan a las diferentes intensidades de sombras que proporciona el sistema.

Hay reportes que una pastura creciendo bajo diferentes coberturas arbóreas, presenta notables incrementos en

Fecha de recepción 2010-11-08
Fecha de aceptación 2010-11-16

¹ Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima. Ibagué (Colombia). rpinerosv@ut.edu.co; jrmora@ut.edu.co; vholguin@ut.edu.co

calidad nutricional (más proteína cruda y menos carbohidratos estructurales), manteniendo el mismo rendimiento en materia seca que pasturas a libre exposición (Daccarett y Blydenstein, 1968; Wilson, 1982; Bustamante, 1991; Belsky, 1992; Carvalho *et al.*, 1994; Zelada, 1996). Posiblemente esto esté relacionado con una mayor eficiencia en el uso de la radiación solar ya que pastos bajo sombra moderada mejoran su relación entre fotosíntesis y respiración (Cruz, 1997), especialmente en pasturas altamente adaptadas a la zona ecuatorial. Esto fue confirmado por Murtagh y Hallingan (1987) quienes encontraron que la respiración de gramíneas disminuyó a menos de una tercera parte al bajar de 30 a 15°C la temperatura ambiente.

El *Bothriochloa saccharoides* es una buena opción forrajera en el trópico, ya que tolera una alta cobertura de sombra (Piñeros *et al.*, 2009). Esta opción forrajera que se ha reportado en diferentes regiones de Colombia de disímiles condiciones climáticas, como el bosque seco de la costa Caribe, el bosque subhúmedo tropical de la meseta del Tolima y el clima oceánico de San Andrés y Providencia. El potencial de producción de este pasto se puede deducir de evaluaciones preliminares que reportan que animales en pastoreo obtuvieron resultados comparables a los obtenidos sobre praderas de *Brachiaria decumbens*, es decir, ganancias de peso entre 400 g y 500 g/animal/día, y producción de leche entre 4 a 5 L/vaca/día (Duarte *et al.*, 2004).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento agronómico, productivo y bromatológico de *Bothriochloa saccharoides* sometido a diferentes niveles de sombra simulada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Hacienda “La Estrella”, ubicada en el municipio de Venadillo, Tolima, 4°45' N 74°55', a 348

msnm y una temperatura promedio de 26°C. La precipitación promedio anual es de 1.582 mm, correspondiendo a una zona de vida de bosque seco tropical. Los suelos son franco limosos, pobres en materia orgánica (1,5%) y un pH (6,5) ligeramente ácido. La topografía del terreno es plana y con presencia de un horizonte endurecido (hardpan). En la Figura 1 se puede observar que entre los meses de abril a junio se presentó una precipitación de 579,03 mm, meses correspondientes al primer corte, mientras que los meses de julio y agosto se presentó una precipitación de 306 mm, meses que corresponden al segundo corte.

Para estudiar la tolerancia a la sombra del *Bothriochloa saccharoides*, se estableció el pasto en tres parcelas de 3 x 13 m, ubicadas verticalmente una tras otra teniendo en cuenta la orientación del sol (de oriente a occidente). Cada una de las parcelas se dividió en tres eras de 3 x 3 m. El espacio entre parcelas de 2 m para un total del terreno 121 m².

Simulación de la sombra

El primer tratamiento consistió en una cobertura de sombra del 30%, el tercero de una cobertura del 50% y el control se manejó con exposición total al sol, es decir, que la sombra fue 0%. Para simular la sombra se construyó un simulador que consistía en una estructura de madera (3 x 3 m) y cubierta de polipropileno, ubicada a 1,50 m de altura. Los diferentes porcentajes de cobertura se lograron haciendo orificios en la carpa de polipropileno de tal manera que el área que quedaba en cobertura correspondería al 30% y 50% del área total, correspondiendo así al porcentaje de penumbra de cada tratamiento. Para la cobertura del 30% se realizaron 1.260 orificios de 8 cm de diámetro y un área de 50.26 cm² cada uno, dispuestos en 36 filas y 35 columnas, produciendo un área lumínica total de 63.000 cm². Para la cobertura del 50% se realizaron 900 orificios

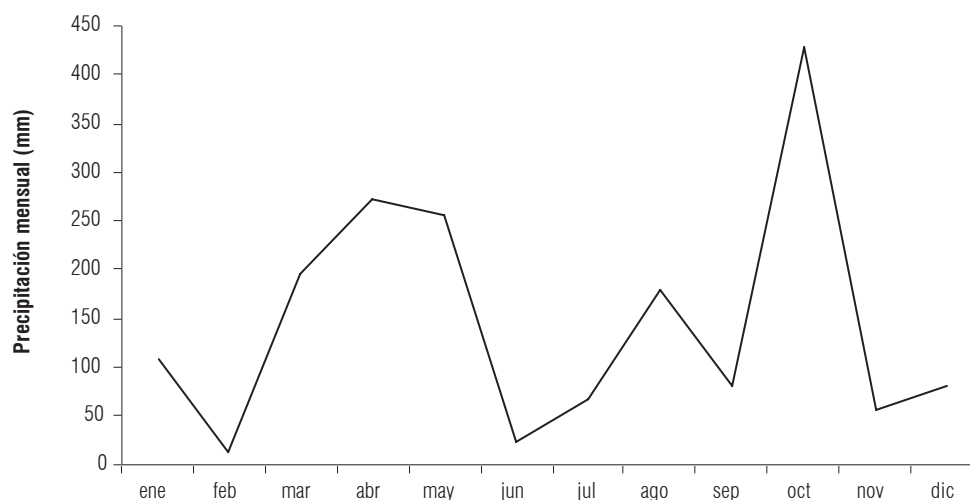


Figura 1. Precipitaciones del año 2007 en la hacienda “La Estrella” (Venadillo, Colombia)

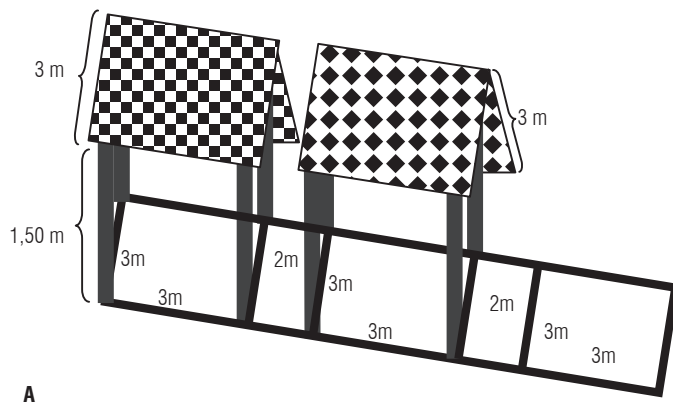


Figura 2. Esquema de los simuladores de sombra. A, estructura de la polisombra; B, vista en campo.

de 10 cm de diámetro, con un área de 50,26 cm² cada uno, dispuestos en 30 filas y 30 columnas, con un área lumínica total de 45.000 cm².

La estructura se dispuso en forma de ángulo de 90° para simular la arquitectura del dosel de los árboles y tener una mayor cobertura en la mañana y en la tarde. La altura inferior del marco fue 2,12 m, para una altura total de 3,62 m, como se muestra en la Figura 2.

Establecimiento parcelas y medición de parámetros productivos

En cada parcela se sembraron 100 macollas de material vegetativo del pasto Vidal (*Bothriochloa saccharoides*), provenientes de un cultivo de la hacienda “La Estrella”. Se realizaron dos mediciones de la producción de biomasa del pasto, el primero a los 52 días después de la siembra en época húmeda y el segundo a los 52 días después del primer corte en época de sequía.

Se recolectaron muestras de plantas por cada parcela para realizar las diferentes mediciones de los parámetros propuestos. Para la evaluación de largo y ancho de hoja y altura total de las plantas, se seleccionó una muestra de 3 hojas por macolla y 10 macollas por era para un total de 90 datos por variable.

La medición de área foliar se estimó mediante la fórmula $A_f = kLA$; donde k es una constante equivalente a 0,905, estimada por Kemp (1960) para gramíneas; L corresponde al largo de la hoja y A al ancho de hoja. Para este efecto se tomó una muestra de 10 hojas de 3 macollas seleccionadas al azar en cada era por parcela, para un total de 90 datos por muestreo.

Para la medición de la relación parte aérea – raíz se tomó una muestra de cada parcela para pesar por separado la

raíz y la parte aérea, la estimación de la relación hoja/ tallo se realizó separando las hojas de los tallos de una macolla, para posteriormente pesar todas las hojas y todos tallos, luego se promediaron y se dividió el peso de las hojas entre el peso de los tallos según metodología de Piñeros *et al.* (2009).

Análisis de calidad del forraje

La muestra de forraje para el análisis bromatológico se recolectó al azar en cada parcela. Cada una de las muestras fue secada y molida para luego ser enviada al laboratorio para el análisis de proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y minerales, siguiendo los protocolos de Van Soest *et al.* (1991). Además, se realizó digestibilidad y energía bruta. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal adscrito al Departamento de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

Diseño experimental

En cada parcela se establecieron 2 tratamientos y un control, los cuales fueron distribuidos en forma aleatoria en un diseño de bloques completos, luego se realizó análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de significancia de Duncan. Para todos los casos se utilizó el *software* estadístico InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de materia seca

La producción de materia seca de *Bothriochloa saccharoides* en el primer corte fue de 2,80; 2,50 y 3,80 t ha⁻¹ y en el segundo corte de 3,50; 2,20 y 2,80 t ha⁻¹ para las coberturas de

50%, 30% y control (0%), respectivamente (Figura 3). No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0,05$) sugiriendo una respuesta productiva en materia seca similar bajo las dos coberturas y la libre exposición a la radiación solar.

En el segundo corte, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en esta variable entre los tratamientos 50% y 30%, frente al control (0%), indicando que en este corte las plantas del tratamiento control fueron las que menos crecieron.

Estas cifras se acercan a las reportadas para otras especies tropicales de uso común en el valle cálido del Magdalena, como *Bothriochloa pertusa* con 3,4 t ha⁻¹ de materia seca al día 42 (Sierra *et al.*, 1986) o el reporte de Chamorro *et al.* (2005) a los 42 y 56 días de rebrote, en épocas de lluvia y sequía, donde se obtuvo rendimientos de materia seca de *B. pertusa* de 1,16 y 1,97 t ha⁻¹, respectivamente, e incluso superior a la producción de materia seca de *Brachiarias* entre 0,78 y 1,12 t ha⁻¹ (Rojas-Hernández *et al.*, 2011).

La proyección forrajera a un año indicó que la producción de forraje seco estaría entre 25,2; 18,8 y 26,4 t ha⁻¹ - año para una cobertura de 50%, 30% y 0% respectivamente, biomasa aceptable zootécnicamente en comparación con otras especies cultivadas en el trópico seco (Chamorro *et al.*, 2005; Estrada, 2001). No obstante cabe resaltar que el comportamiento del pasto sometido a una cobertura de 50% y a libre exposición revela una producción de forraje seco similar, lo cual sugiere una tolerancia a la sombra de *B. saccharoides*. Al respecto, se ha demostrado que algunas gramíneas absorben más nitrógeno y tienen un rendimiento mayor en materia seca cuando están bajo sombra (Wong y Wilson, 1980; Eriksen y Whitney, 1981).

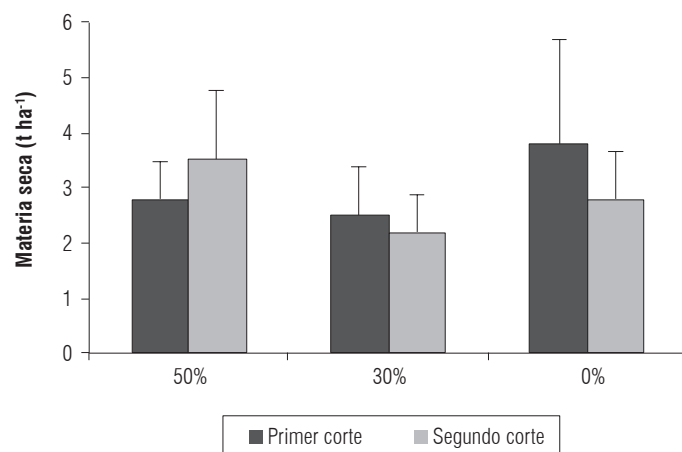


Figura 3. Evaluación de la producción de materia seca de *Bothriochloa saccharoides* bajo diferentes porcentajes de sombra en valle cálido del Magdalena, Tolima. Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

Parámetros productivos

Tabla 1. Parámetros productivos del *Bothriochloa saccharoides* bajo diferentes niveles de sombra en valle cálido del Magdalena, Tolima.

Variable	Época	Cobertura		
		50%	30%	0%
Altura de planta (cm)	Primer corte	114,10 a	133,20 a	135,17 a
	Segundo corte	108,50 b	114,50 b	77,43 a
Relación hoja/tallo	Primer corte	3,34 a	2,07 a	2,72 a
	Segundo corte	2,82 a	2,76 a	2,39 a
Relación parte aérea/raíz	Primer corte	2,42 a	1,72 a	2,19 a
	Segundo corte	1,20 a	0,99 a	0,65 a

Las letras distintas sobre las filas indican diferencias mínimas significativas según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

Se encontró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la altura de las plantas de los tratamientos con cobertura de 30% y 50% respecto al tratamiento control (0%), principalmente en la época de sequía. Los tratamientos 50% y 30% de cobertura en época seca tienden a una mayor elongación para la búsqueda de radiación solar, coadyuvadas posiblemente por una mejor reserva de agua retenida en el suelo bajo el dosel de los árboles.

Wilson y Ludlow (1991) explican que el sombrero provoca cambios morfológicos y fenológicos en las especies forrajeras, los cuales funcionan como mecanismo de adaptación a la baja incidencia de radiación y la consiguiente reducción en el potencial fotosintético de la planta. Así, las especies forrajeras que crecen bajo sombra tienden a desarrollar hojas más largas, pero menos gruesas. Lo primero les ayuda a incrementar su habilidad competitiva para interceptar la luz, mientras que lo segundo les permite reducir su tasa de respiración.

Tal característica, es deseable en la medida que plantas de mayor altura podrán acumular más biomasa. Wilson (1990), en una evaluación de *Panicum maximum* bajo sombra artificial que permitía el paso de 50% de luz, encontró un incremento de 43% en el rendimiento del forraje, un 36% en el contenido de nitrógeno en hojas y un incremento de 106% en nitrógeno y nitratos en el suelo. Shelton *et al.* (1987) atribuye lo anterior a mejores condiciones ambientales bajo sombra, lo cual permite una más efectiva actividad microbiana del suelo actuando sobre la materia orgánica y consecuentemente una mayor liberación de N₂ mineralizado, el que a su vez es utilizado por las gramíneas.

Como se puede observar en la Tabla 1 una leve diferencia en la relación hoja/tallo se encontró bajo la cobertura de 50%, principalmente en la época lluviosa, sin embargo, las

diferencias no son estadísticamente significativas. La mejor relación hoja/tallo obtenida en ambientes sombreados ha sido reportada en otros estudios como un mecanismo de adaptación. Torres (2002) indica una mejor relación hoja/tallo en gramíneas sembradas más cerca del tronco del árbol, lo cual implica un mayor sombrío.

Por otra parte, es de esperarse que el mayor desarrollo foliar en la época lluviosa imprima una mejor respuesta en el parámetro relación hoja/tallo en el tratamiento 50%, aunque las diferencias no sean estadísticamente significativas. Se ha reportado aumentos en la disponibilidad del forraje verde cuando los pastos están asociados con árboles (Bustamante,1991; Libreros,1993); estos aumentos en la mayoría de los casos se han obtenido en condiciones de sombreado moderados (30-40%).

La Figura 4 muestra una relación entre la cobertura de sombra y el peso de la raíz, encontrándose que al aumentar

la exposición solar el *Bothriochloa saccharoides* responde a este con un aumento del sistema radicular, representado por el peso de la misma, tanto en la época seca como húmeda. Sin embargo el análisis estadístico no muestra diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos en ninguno de los dos cortes, probablemente debido a la alta dispersión de los datos evidenciada en la desviación estándar.

No se encontró diferencia significativa ($P \leq 0,05$) con relación al área foliar entre los tratamientos en ninguno de los dos cortes, pero es interesante la respuesta observada en el tratamiento del 50% de cobertura, ya que es evidente un efecto positivo relacionada con la producción de biomasa reflejada en los promedios de área foliar. Esto posiblemente esté relacionado con el hecho de que las gramíneas bajo sombra moderada mejoran su relación entre fotosíntesis y respiración presentando hojas mas suculentas y menos tejidos muertos (Cruz, 1997). Si

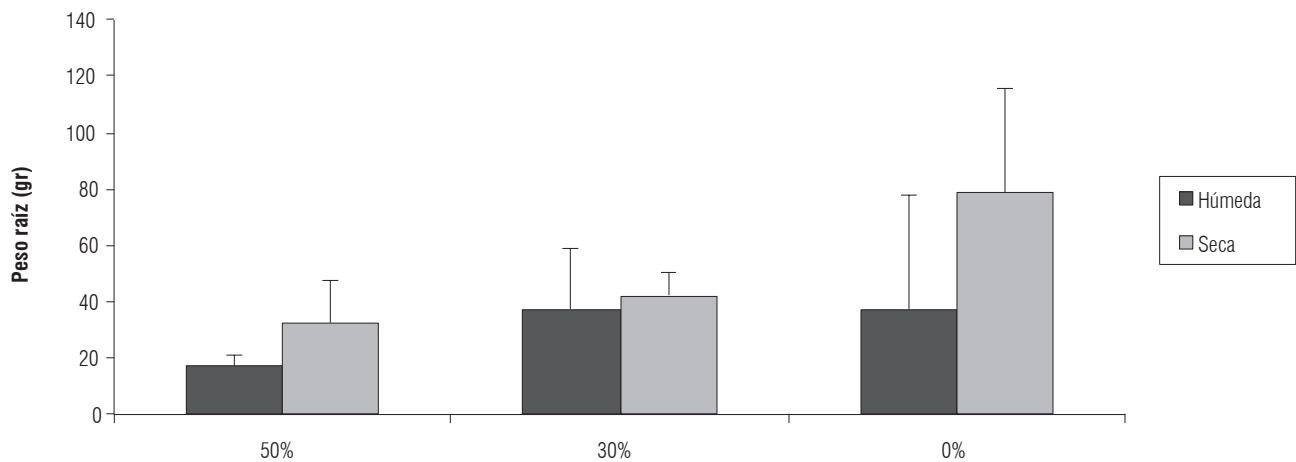


Figura 4. Peso de raíz del *Bothriochloa saccharoides* en época húmeda y seca a diferentes coberturas de sombra. Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

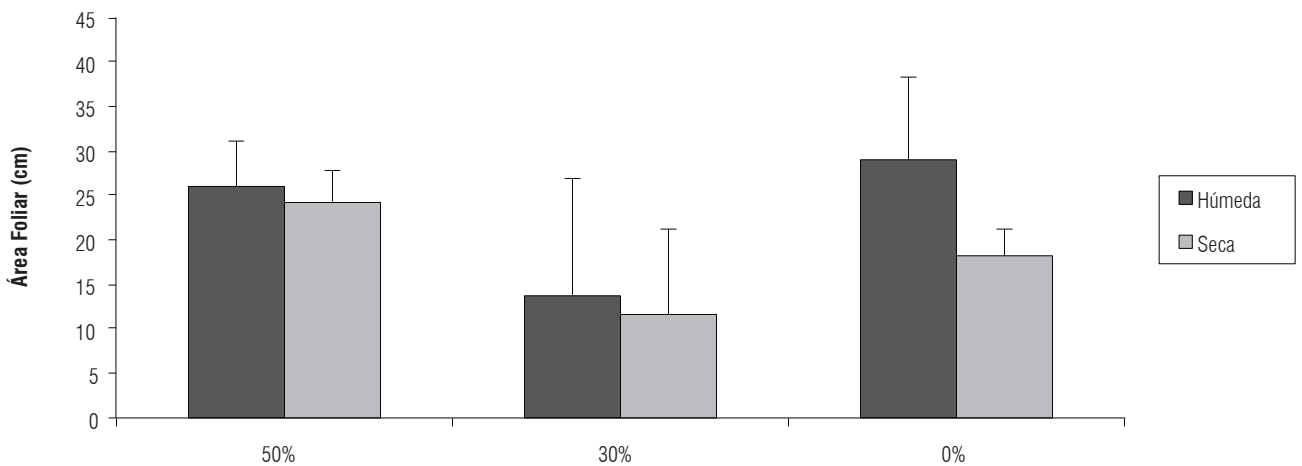


Figura 5. Área foliar del *Bothriochloa saccharoides* en etapa de prefloración en época seca y húmeda con tres niveles de sombreado (30%, 50% y 0%). Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

Tabla 2. Análisis bromatológicos en porcentaje (%) de *Bothriochloa saccharoides* en etapa de prefloración (52 días de la siembra) bajo tres niveles de sombreado y en época seca y húmeda.

Época	Tratamiento	PC	DIVMS	LIG.	FDA	FDN	EB kcal/kg	MS	EE	Ceniza	CHOs	HEM	CEL
Húmeda	50%	11,4	70,1	8,4	46,2	71,7	3965	50,6	1,7	10,5	5	25,5	38,8
	30%	10,5	71,9	8,6	48,6	69,6	4105	49,4	1,2	10,2	8,4	20,9	39,9
	0%	8,3	67,7	7,4	47,4	71,9	4002	39,3	1,4	10,3	7,6	24,4	39,1
Seca	50%	9,6	69,6	9,3	45,2	73,5	4060	46,5	2	10,7	4,1	28,3	35,9
	30%	10,5	68,3	8,3	43,5	71,6	4310	40,1	1,9	10	5,9	29,1	34,2
	0%	12,9	68,1	12,5	42,5	71,2	3987	49,1	2	10,8	2,9	29,1	29,7

PC: proteína cruda; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de MS; LIGN.: lignina; FDA: fibra detergente ácida; FDN: fibra detergente neutro; E.B: energía bruta M.S: materia seca; E.E: extracto etéreo; CHO'S: carbohidratos solubles; HEM: hemicelulosa; CEL: celulosa.

bien, en ambientes calurosos las gramíneas bajo sombra moderada disminuyen su tasa fotosintética (Johnson y Thornley, 1984; Herrero, 1995), es decir, la capacidad de construcción de moléculas de azúcar necesarias para el crecimiento de la planta (Fresenburg, 2005) mediante la captura de radiación solar, éstos reducen también su senescencia, por lo cual la concentración de clorofila en la hoja y demás compuestos nitrogenados, se mantiene por mayor tiempo (Ludlow *et al.*, 1988).

Indicadores nutricionales

El porcentaje de proteína en *Bothriochloa saccharoides* durante los dos cortes y los diferentes tratamientos es superior al 7%, por lo tanto se puede considerar un pasto que supera las cantidades mínimas que garantizan el consumo del mismo.

Los datos de la Tabla 2 indican que durante la época húmeda el tratamiento del 50% de cobertura de sombra presenta una tendencia mayor sobre los demás. Al respecto Eriksen y Whitney (1981) indican que la intensidad de luz que reciben las pasturas modifica la composición química del forraje y otros autores han encontrado incrementos en el contenido de proteína cruda y disminución en el de carbohidratos no estructurales, a medida que disminuye la transmisión de luz (Wilson, 1982; Bustamante, 1991; Belsky, 1992; Carvalho *et al.*, 1994; Zelada, 1996).

Lacorte *et al.* (2004) en su estudio con *Axonopus compressus* bajo diferentes niveles de sombra (0%, 30%, 50% y 65%) en parcelas sin fertilización, encontraron valores de proteína de 9,4%; 10,2%; 9,2% y 12,1%, respectivamente, concluyendo que se obtienen mejores resultados en proteína a medida que el pasto tiene más sombra.

Los contenidos de proteína aumentaron a medida que disminuían los porcentajes de sombra contrario a lo sucedido en época húmeda, presentando altos porcentajes de proteína bajo libre exposición (12,9%), aunque los porcentajes bajos de los 3 tratamientos son aceptables e incluso similares a 21 genotipos de *Brachiaria humidicola*

evaluadas durante la estación seca en el trópico (Reyes-Purata *et al.*, 2009).

El porcentaje de digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) presente en *Bothriochloa saccharoides* en los diferentes tratamientos y en los dos cortes supera el 65%, lo cual indica su buena calidad. También se observa una tendencia de mejora de la digestibilidad a medida que se aumenta el porcentaje de cobertura de sombra, tanto en la época seca como húmeda. La digestibilidad del pasto en general puede afirmarse es buena, por que se aproxima o supera la DIVMS reportada en pastos mejorados en el trópico (Bernal, 2002; Estrada, 2001).

Andrade (1999) manifiesta que no hay acuerdo entre diferentes autores respecto a los resultados encontrados sobre el efecto de la sombra sobre este parámetro, mientras algunos autores afirman que la disminución de la radiación reduce la DIVMS (Belsky 1992), otros afirman lo contrario (Bustamante, 1991; Kephart y Buxton, 1993; Zelada, 1996).

Naturalmente, la digestibilidad es un parámetro asociado a la FDN. Valores de FDN superiores a 65% indican valores nutritivos bajos (Vargas, 2002). Los datos de la Tabla 2 denotan que los valores de FDN en las dos coberturas y el control son un poco más altos en la época lluviosa que en la época seca (70,3 y 70,4, respectivamente), lo cual coincide con el estudio realizado por Fedegan (2008), aunque las diferencias son muy leves. En la época húmeda hay una ligera disminución del porcentaje de FDN bajo la cobertura de 30%.

Se puede observar que el comportamiento de la FDN durante el segundo corte, equivalente a época seca, tiende al aumento a medida que disminuye la exposición solar sobre el pasto. La tendencia de los datos obtenidos en esta época son coincidentes con los reportados por Bolívar (1998) en una evaluación de *Brachiaria humidicola* en sistemas silvopastoriles, según los cuales la FDN es más alta bajo sistemas sombreados (84,7%) que a libre exposición (86,4%). Por su parte, Lacorte *et al.* (2004), en su

estudio con *Axonopus compressus* bajo diferentes niveles de sombra (0%, 30%, 50% y 65%) en parcelas sin fertilización encontró valores de FDN de 60,7%; 59,5%; 60,6% y 59,7%, concluyendo que la cobertura no afectó significativamente los valores.

En la época húmeda existe una tendencia matemática a encontrar una mayor concentración de FDA a una cobertura mayor de sombra y se observa que disminuye al aumentar la exposición a la radiación solar. La respuesta es contraria a la época seca donde encontramos que la mayor exposición solar aumenta la FDA. Según la categorización en la calidad de los alimentos asignada por *American Forage and Grassland Council* (Parsi, 2001), el pasto Vidal, bajo las condiciones de estudio, en todos los tratamientos presentó valores de FDA superiores al 43% y FDN mayores de 65%, por lo cual se clasifica nutricionalmente como un pasto de cuarta a quinta categoría con un bajo valor nutritivo.

Los valores de lignina en los 3 tratamientos fueron superiores a 7%, lo cual clasificaría al pasto Vidal como de medio a bajo valor nutritivo. Es notorio el incremento en el porcentaje de lignina en el segundo corte, respecto al primero en el tratamiento libre exposición (0% de cobertura) al pasar de 7,4 a 12,5. La lignina es un componente estructural de la pared celular, su compleja forma molecular obstaculiza su digestión (Padilla *et al.*, 2009). Según Estrada *et al.* (1998) valores de lignina altos dificultan la degradabilidad potencial de los pastos. Los procesos bioquímicos y fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas están influenciados por la temperatura. Cuando el valor óptimo de temperatura es superado, los pastos utilizan mecanismos estructurales para reducir los efectos de estrés por altas temperaturas, como es el aumento del contenido de la pared celular, en especial de la lignina (Pirela, 2005).

Otros parámetros bromatológicos como porcentaje de extracto etéreo, cenizas, celulosa y hemicelulosa, presentaron valores muy similares a otras especies de pastos tropicales.

Hay que resaltar los valores de energía bruta a partir de la cual, con un promedio de aprovechamiento del 70% (Estrada, 2001) se podría obtener entre 2.775 y 2.873 kcal por kg de alimento, cifras que son consideradas bajas, como es característica de especies de pastos tropicales. Al respecto Feednet (2010), señala que la energía en las pasturas es uno de los principales limitantes en los sistemas de producción basados en pastoreo. Esto junto con los altos contenidos de FDN y FDA, podrían constituir las principales limitantes bromatológicas del pasto Vidal.

CONCLUSIONES

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre la mayoría de las variables con respecto a los porcentajes de sombra, es evidente que estos datos reflejan que el comportamiento tanto productivo como nutricional del pasto Vidal cuando es sometido a cobertura de sombra altas no se ven afectados, confirmando la tolerancia a la sombra descrita por otros autores en campo. Por lo tanto, se puede considerar en una buena opción para ser utilizada en sistemas silvopastoriles.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Oficina Central de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad del Tolima por el apoyo financiero para el desarrollo del estudio; al Médico Veterinario Héctor Vidal por sus aportes, conocimientos y facilidades para el estudio realizado en su hacienda La Estrella.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade H. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo [Tesis de maestría]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. 70 p.
- Belsky AJ. 1992. Effects of trees on nutritional quality of understory gramineous forage in tropical savannas. *Trop Grassl* 26:12-20.
- Bernal J. 2002. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 4a Ed. Bogotá: Banco Ganadero. 78 p.
- Bolívar VD. 1998. Contribución de *Acacia mangium* al mejoramiento de la calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* y la fertilidad de un suelo ácido en el trópico húmedo [Tesis de maestría]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. 105 p.
- Bustamante J. 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas [Tesis de maestría]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. 131 p.
- Cruz P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. *Plant Soil* 188(2):227-237.
- Carvalho MM, Freitas V, Almeida DS, Villaça H. 1994. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral da forragem em pastagens de braquiaria. *Rev Soc Bras Zoot* 23(5): 709-719.
- Chamorro D, Carulla J, Cuesta P. 2005. Caracterización nutricional de las asociaciones gramínea-leguminosa con novillas en pastoreo en el Alto Magdalena. *Rev Corpoica* 6(2):37-51.
- Daccarett M, Blydenstein J. 1968. La influencia de los árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA.
- Duarte J, Libreros HF, Vanegas MA, Arcos JC. 2004. Pastos y forrajes, nutrición y alimentación. Ibagué, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA. 73 p.
- Eriksen FI, Whitney AS. 1981. Effects of lighth intensity on growth of some tropical forage species. 1. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. *Agron J* 73:427-433.
- Estrada X, Ibrahim M, Camero A, Abarca S. 1998. Degradación rumial de forrajes tropicales cuando se sustituye King grass por morera. *Agroforestería en las Américas* 5(17-18):29-33
- [Fedegan] Federación Colombiana de Ganaderos. 2008. Avances en nutrición mineral. *Acta Fedegan* 107. Bogotá: Fedegan. pp. 44-45.
- Fresenburg D. 2005. Grasses in Shade: Establishing and maintaining Lawns in Low light. Fort Collins, CO: University of Missouri Extension.
- Estrada J. 2001. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales, Colombia: Editorial Universidad de Caldas. 506 p.
- [Feednet] Comunidad Internet para la Nutrición Animal Costarricense. 2010. Energía en los pastos tropicales. Convenio Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) – Universidad de Costa Rica (UCR), <http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/eept.htm>; consulta: junio de 2011.
- Herrero M. 1995. Grassland modelling: a decision support tool. En: Central America: Conservation and sustainable development. Proceedings of a workshop on Sustainability of Livestock Production Systems; 8-11 de agosto de 1995. San José. Costa Rica. *Cienc Vet* 17:72-79.
- Johnson IR, Thornley JHM. 1984. A model of instantaneous and daily canopy photosynthesis. *J Theor Biol* 107:531-545.
- Kephart KD, Buxton DR. 1993. Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses under reduced irradiance. *Crop Sci* 33:831-837.
- Lacorte SM, Fassola HE, Pachas N, Colcombet L. 2004. Efecto de diferentes grados de sombreado, con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de *Axonopus Compressus* (Swartz) Beauv. en el sur de Misiones, Argentina. En: 11a Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales FCF; UNAM; EEA Montecarlo; INTA, http://www.inta.gov.ar/montecarlo/info/documentos/forestales/g_lacorte.pdf; consulta: junio de 2011.
- Libreros HF. 1993. Efecto de depositar en el suelo material de poda de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción y calidad de la biomasa de king grass (*Pennisetum purpureum* P. *Typhoides*) establecido en asocio [Tesis de maestría]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. 116 p.
- Ludlow M, Samarakoon, Wilson JR. 1988. Influence of light regime and leaf nitrogen concentration on 77K fluorescence in leaves of four tropical grasses: no evidence for photoinhibition. *Aust J Plant Physiol* 15(5):669-676.
- Murtagh GJ, Hallingan G. 1987. Components of growth and dark respiration of kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Chiov.) at various temperatures. *Ann Bot* 59(2):149-157.
- Padilla A, Castillo M, Marcano E, Padilla D, Savedra S. 2009. Características de la biomasa forrajera de la estación experimental El Irel, estado Barinas, Venezuela. *Agricultura Andina* 16:49-55.
- Parsi J, Godiol, Miazzo R, Maffioli R, Echevarría A, Provencal P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Curso de Producción Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria-FAV_ Universidad Nacional de Río Cuarto-UNRC, <http://www.produccionanimal.com.ar>; consulta: junio de 2011.
- Piñeros R, Silva K, Sanches I, Mora J, Holguín V. 2009. Indicadores agronómicos del pasto vidal (*bothriochloa saccharoides*) bajo sombra simulada en el valle cálido del Magdalena, Tolima (Colombia). *Rev Luna Azul* 29:32-36.
- Pirela M. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. En: González-Stagnaro C, Soto Belloso E, editores. Manual de ganadería de doble propósito. Maracaibo: Grupo de Investigadores de la Reproducción Animal en la Región Zuliana-GIRARZ. pp. 176-182.
- Reyes-Purata A, Bolaños-Aguilar ED, Hernández-Sánchez D, Aranda-Ibañez EM, Izquierdo-Reyes F. 2009. Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto humidícola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Universidad y Ciencia* 25(3):213-224.
- Rojas-Hernández S, Olivares-Pérez J, Jiménez-Guillén R, Gutiérrez-Segura I, Avilés-Nova F. 2011. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. *Avances Invest Agropec* 15(1):3-8.
- Shelton HM, Humphreys LR, Batello C. 1987. Pastures en the plantations of Asia and the Pacific: Perfomance and Prospect. *Trop Grassl* 21:159-168.
- Sierra O, Bedoya JA, Monsalve D, Orozco JJ. 1986. Observaciones sobre Colosuana (*Bothriochloa pertusa* (L) Camus) en la costa Atlantica de Colombia. *Pasturas Tropicales* 8(1):6-9.
- Torres A, Zerpa A, Romero R. 2002. Análisis fenológico cuantitativo, producción de biomas y efecto en la calidad de la leche bovina de dos modalidades de siembra de bancos de *Leucaena leucocephala* Lam de Wit en la zona baja del estado Trujillo. *Rev Fac Cien Vet Luz* 12(Suplemento 2):497-501.
- Vargas BR. 2002. Pastos y forrajes. Serie Tecnología Agropecuaria 6. Bogotá: ICFES; Editorial Guadalupe. pp. 106-112.
- Van Soest PJ, Robertson J, Lewis B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*. 74:3583-3597.

- Wilson JR. 1990. The eleventh hypothesis: Shade. *Agroforestry Today* 2:14-15.
- Wilson JR, Ludlow MM. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. En: Shelton HM, Stür WW, editors. *Forages for plantation crops*. ACIAR Proceeding 32; 1990, Bali, Indonesia. Camberra, Australia: ACIAR. pp. 10-24.
- Wilson JR. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. En: Hacker JB, editor. *Nutritional limits to animal production from pastures*. Framham Royal, UK: CAB International. pp. 111-131.
- 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. *Aust J Agr Res* 31:269-285.
- Zelada E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona atlántica de Costa Rica [Tesis de maestría]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. 88 p.