

## AUTOPERPETUACIÓN ASSEXUADA Y FENOLOGIA REPRODUCTIVA DE *Brachiaria decumbens* Stapf CONSORCIADA EN SISTEMA AGROFORESTAL GANADERO

C. Castro<sup>1</sup>, D. Paciullo<sup>1</sup>, M. Müller<sup>1</sup>, C. Gomide<sup>1</sup>, E. Nascimento Jr.<sup>1</sup>, V. Araújo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Ganado Lechero, R. Eugênio do Nascimento, 610, Barrio Dom Bosco, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, E-mail: [castro@cnppl.embrapa.br](mailto:castro@cnppl.embrapa.br)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigación Amazônica, Brasil

### RESUMEN

Los sistemas silvopastorales contribuyen hasta la sostenibilidad ganadera debido a beneficios proporcionados por árboles. Sin embargo, se necesita profundizar conocimientos de como los árboles y sus sombras pueden impactar los diferentes pastizales. Con este objetivo, se realizó estudio en sistema silvopastoral, que fue implementado en 1998, acerca de la autoperpetuación vegetativa, a través de rebrote, y fenofase reproductiva de *Brachiaria decumbens* establecida en bandas de 30 m de ancho, alternadas por bandas de árboles (4 hileras; 3x3m). Los tratamientos fueron: sombra (medio de la banda de árboles) y sol (medio de la banda de pastura). Las generaciones de rebrotes fueron marcadas con anillos de colores diferentes; en cada evaluación los pertenecientes a las generaciones anteriores fueron recontados y los nuevos marcados con color diferente. Rebrotos reproductivos fueron individualizados y supervisados en: comprimiento del rebrote reproductivo; comprimiento de la hoja bandera; número de hojas totalmente expandidas; número y comprimiento de ráquulas (primaria, secundaria y terciaria); duración de la fenofase reproductiva. Las más bajas tasas de natalidad de rebrotes en sombra fueron compensadas por las más bajas tasas de mortalidad en esta misma condición, proporcionando densidad poblacional capaz de mantener la productividad forrajera en áreas sin sombra. La mortalidad de rebrotes de plantas sombreadas ha sido inferior al de plantas en pleno sol, pero la prolongada sequía parece reducir la ventaja del sistema silvopastoral en prestar condiciones más favorables para el crecimiento de forrajes. La reducción de intensidad luminosa promovió una extensión significativa de la fenofase reproductiva de la gramínea, no causando alteración de demás variables analizadas.

**Palabras claves:** *Brachiaria decumbens*, sistemas silvopascícolas, sombra, fenología, reproducción asexual

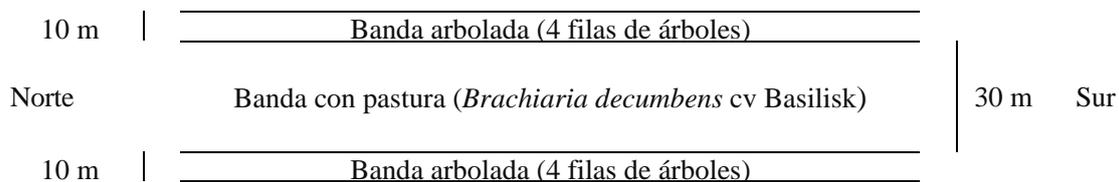
### Introducción

Los sistemas silvopastorales han demostrado ser una alternativa técnica y económicamente factible para promoción de la sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera en pasturas. Los árboles componentes de estos sistemas proporcionan, entre otros beneficios, confort térmico para los animales en pastoreo, control de la erosión y contribuyen para el mayor contenido de nutrientes del suelo a través de ciclismo, que contribuyen a mejorar la calidad de forraje, muchas veces hasta elevar su producción (Castro y Paciullo, 2006). Sin embargo, el impacto de la sombra de árboles sobre las características morfológicas de las pasturas no se ha dilucidado completamente y estudios sobre el efecto de la reducción de la liminosidad en los componentes de la pastura, entre ellos los rebrotes, y en la fenofase reproductiva pueden contribuir a una mejor comprensión de la dinámica de las pasturas asociadas. Por lo tanto, este trabajo tiene como objeto evaluar el efecto de la sombra por especies de árboles en la dinámica de rebrotamiento y en aspectos de la fenofase reproductiva de *Brachiaria decumbens* cv Basiliski componente de un sistema silvopastoral.

**Objetivos:** Evaluar los efectos del sombreado de árboles consorciados en sistema silvopastoral sobre el rebrotamiento y la fenofase reproductiva de *B. decumbens*.

### Materiales y Métodos

Este estudio fue realizado en la Estación Experimental de Embrapa Ganado Lechero en Coronel Pacheco, Zona da Mata, estado de Minas Gerais, Brasil, donde la precipitación media mensual es de 60 mm y la temperatura media de 17°C, de abril a septiembre, y 230 mm y 24°C, de octubre a marzo. Las evaluaciones se realizaron en una pastura de *B. decumbens* establecida en bandas de 30 m de ancho, alternadas por bandas de 10 m de ancho, que consisten en 4 filas de árboles, orientadas al norte y el sur (Figura 1), en área de Latosol rojo y amarillo, topografía montañosa, 30% de declividad. El sistema silvopastoral fue establecido en 11/1997, con braquiaria cultivar Basilisk y las especies de árboles *Eucalyptus grandis* y *Acacia mangium* plantadas en espaciado de 3 x 3 m, que tenían, en 06/2007, diámetros medios a la altura del pecho de 25,50 y 20,00 cm y alturas medias de 21,70 m y 14,20 m, respectivamente. Para estimar la radiación incidente fue utilizado un ceptómetro (DECAGON, modelo 80 LP), realizándose mediciones bimestrales en días con cielo limpio, en tres momentos durante el día (9:00, 12:00 y 15:00). Tomando como referencia los valores medios de las mediciones realizadas en el sol (en el centro de la pastura, a 15 m de las bandas de árboles) obtuviese el nivel medio del sombreado de 60,20% en la porción de pastura cubierta de árboles (mediciones realizadas en el centro de la banda de árboles, entre las dos filas centrales). Los tratamientos eran: sombra (en el medio de la banda de árboles) y el sol (en el medio de la banda de pastura).



**Figura 1 - disposición de bandas de árboles y pasturas en el sistema silvopastoral**

La evaluación de los patrones demográficos de rebrotes y sus tasas de natalidad y mortalidad se realizó en áreas de muestreo de 0,0707 m<sup>2</sup>, representado por un anillo de plástico de PVC con 0,30 m de diámetro y 0,10 m altura fijado al suelo. En cada evaluación, llevada a cabo en un solo día, las generaciones de rebrotes fueron marcadas con anillos de plásticos de diferentes colores y a cada muestreo mensual los rebrotes pertenecientes a las generaciones preexistentes fueron recontados y los nuevos marcados con un color diferente. Las densidades poblacionales de rebrotes y sus tasas de nacimiento y muerte así se calcularon:

$$\text{Densidad Poblacional de Rebotes} = \text{NTRE} / \text{AM} \quad \text{Tasa de Natalidad} = (\text{NRN} / \text{NTREUA}) \times 100$$

$$\text{Tasa de Mortalidad} = [(\text{NTREUA} - \text{NTRE}) / \text{NTREUA}] \times 100 \quad \text{En que:}$$

- NTRE → Número total de rebrotes existentes;      ● AM → Área de muestreo (m<sup>2</sup>);
- NRN → N<sup>o</sup> de rebrotes nuevos;      ● NTREUA → N<sup>o</sup> total de rebrotes existentes en la última evaluación;

El estudio de la fenofase reproductiva fue hecho en 30 rebrotes (15 en el sol y 15 en la sombra), individualizados en bolsas de tejido de gaza ("tul") y mantenidos en posición vertical a través de pilotes de madera, en los cuales se evaluaron las siguientes variables: comprimimiento del rebrote reproductivo; comprimimiento de la hoja bandera; número de hojas totalmente expandidas; número y comprimimiento de ráquulas (primaria, secundaria y terciaria); duración de la fenofase reproductiva, teniendo en cuenta cómo su inicio la emisión de la inflorescencia y la degrana total de sus semillas como su final.

Los resultados han sido sometidos a análisis estadística usando el paquete estadístico SISVAR.

### Resultados

Se observaron efectos estadísticos significativos de los tratamientos y de los meses de muestreo (P<0,05)

sobre la densidad poblacional de rebrotes y sus tasas de natalidad y mortalidad (Tabla 1).

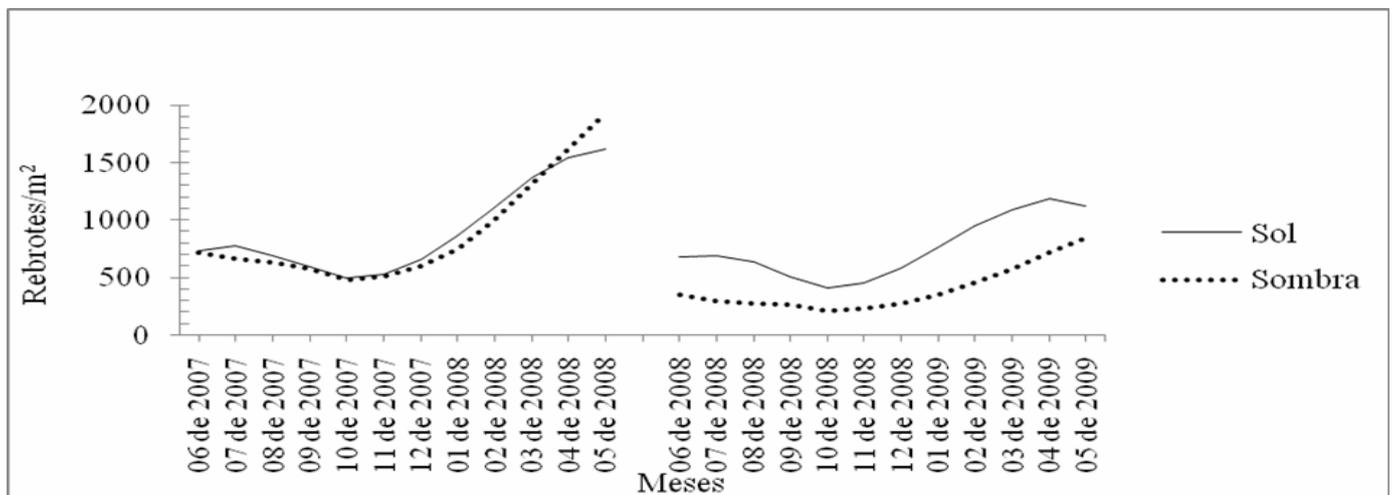
**Tabla 1 - Análisis de varianza de datos relativos a la densidad poblacional, tasa de natalidad# y tasa de mortalidad de rebrotes de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra**

FV	Densidad			Tasa de Natalidad			Tasa de Mortalidad		
	GL	OM	Pr>Fc	GL	OM	Pr>Fc	GL	OM	Pr>Fc
Tratamientos	1	3.246.651,516	0,000*	1	0,205	0,013*	1	5.270,940	0,000*
Mês	23	2.295.511,687	0,000*	21	0,635	0,000*	21	1.303,594	0,000*
Residuo	359	112.292,470		329	0,032		329	19,362	
CV (%)		45,12			12,24			19,25	

\* Significativo (p < 0,05)

# Datos procesados para log x

Las densidades poblacionales de rebrotes disminuirán hasta alcanzar valores mínimos en octubre de los dos años de investigación (10/2007: 498,60 y 475,20; 10/2008: 409,99 y 209,72; sol y sombra, respectivamente), como se muestra en la Figura 2. La población de rebrotes en la sombra siempre fue inferior a la población a pleno sol, excepto el 04 y 05/2008, lo que frecuentemente se observa en otras especies de gramíneas (Bahmani et al., 2000; Almeida et al., 2002; Fernández et al., 2006; Peri et al., 2007). La mayor densidad poblacional de rebrotes de *B. decumbens* a pleno sol se ajusta a los efectos esperados de la calidad de la luz en plantas, dado el predominio de la radiación roja a pleno sol interpretarse por las plantas como una señal de que están en un ambiente con menos competencia, lo que resulta en una mayor emisión de rebrotes. Por otra parte, la más grande proporción de radiación rojo lejano a la sombra de los árboles es interpretada por las plantas como una alerta de que se encuentran en un ambiente de creciente competencia, lo que resulta en una menor emisión de rebrotes.



**Figura 2 - Densidad poblacional media de rebrotes de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra**

Las más bajas tasas de natalidad de rebrotes de plantas en sombra que se observaron en la presente investigación están en consonancia con los resultados obtenidos por Bahmani et al. (2000) y Fernández et al. (2006) en estudios realizados con otras especies de gramíneas. Evaluándose la distribución de las tasas de natalidad de rebrotes durante el período de ensayo (Figura 3), en ambos tratamientos hubo disminución de esta variable hasta el mes de octubre de los años 2007 y 2008. La más baja tasa de natalidad de rebrotes a la sombra posiblemente es debida a la reducida oferta de fotoasimilados en esta condición, los cuales son preferentemente destinados a los rebrotes ya existentes en lugar de desarrollar nuevas gemas axilares (Robson et al, 1998). Desde mediados de octubre de los años de 2007 y 2008, comienzo tadio de la temporada de lluvias, observaranse incrementos mensuales de esta variable, que alcanzó valores máximos en febrero de ambos años (02/2008: 29,18 y 43,41; 02/2009: 44,18 y 42,87; sol

y sombra, respectivamente). Aunque las tasas de natalidad de rebrotes han sido considerablemente más grandes en plantas en sol, desde agosto hasta noviembre de 2007 los valores se acercaron muy a los de las plantas sombreadas.

Las mayores tasas de mortalidad de rebrotes se observaron en julio (07/2007: 39,98 y 33,09; 07/2008: 42,89 y 38,74; sol y sombra, respectivamente), como se muestra en la Figura 4, en la fase inicial del período de sequía, cuando hemos registrado las temperaturas más bajas. A pesar de que en las plantas que se mantienen en la sombra de árboles sus tasas de mortalidad de rebrotes han sido inferiores a las observadas en las plantas a pleno sol, en octubre y noviembre (2007 y 2008) las plantas de sombra presentaron tasas de mortalidad muy cercana a las que se observan en las plantas en el sol, lo que sugiere que la mayor duración del período de sequía reduce la ventaja del sombreado en proveer un ambiente más favorable, en términos de humedad del suelo, para el crecimiento de forraje.

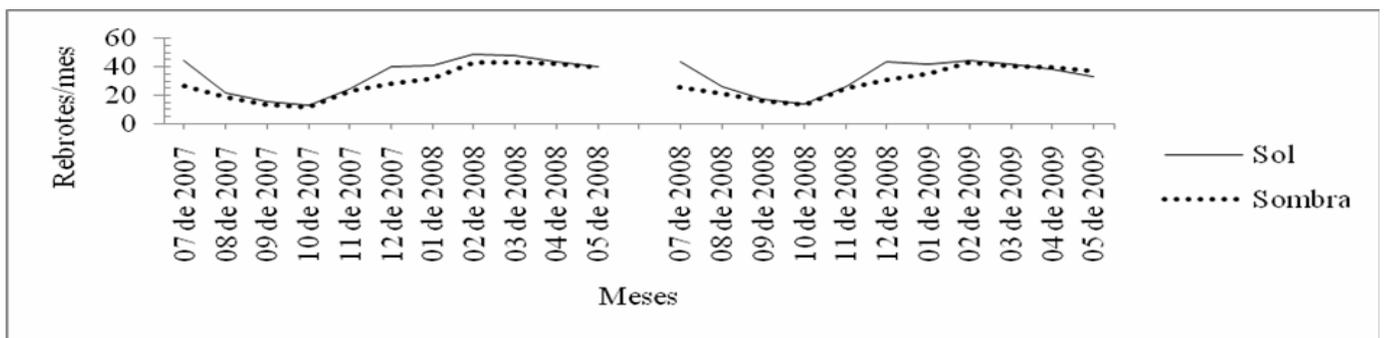


Figura 3 - Tasa de natalidad media de rebrotes de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra

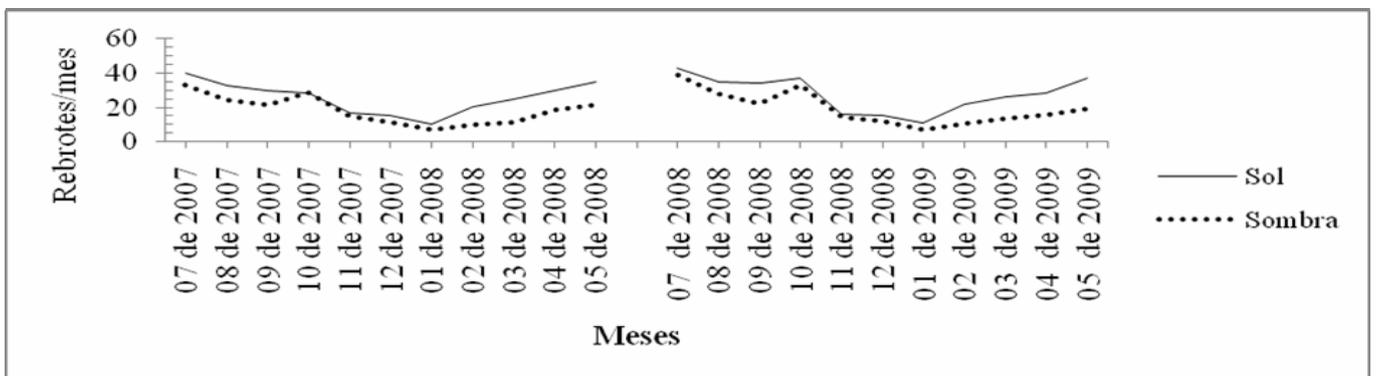


Figura 4 - Tasa de mortalidad media de rebrotes de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra

Los niveles medios de sombra impuestos en la gramínea (48% de interceptación de la radiación) parecen ser capaces de mantener la densidad poblacional de rebrotes en valores equivalentes o mayores que 2/3 de los obtenidos en las plantas no sombreadas, que, según Devkota et al. (2001), serían suficientes para mantener la producción de pasturas sombreadas equivalente a la producción obtenida en pasturas no sombreadas.

Con frecuencia la luminosidad del ambiente afecta, de forma diferente, los componentes morfológicos de las plantas (Castro et al., 1999), resultando en tallos de comprimido más grand y, por consiguiente, en rebrotes reproductivos también más grand, de acuerdo con estudios de varios autores realizados con *B. decumbens* (Campos et al., 2007; Paciullo et al., 2008). Sin embargo, en el presente estudio no se observó efecto significativo de la luminosidad sobre el comprimido de los rebrotes reproductivos y sus valores medios se presentan en la Figura 5. Del mismo modo, el sombreado no afectó significativamente el comprimido de la hoja bandera

(Figura 5), aunque son comunes los incrementos de área de hoja debido a lo sombreado esos son, con frecuencia, resultantes de la expansión celular y no del aumento en el número de células (Castro y García, 1996).

El número de hojas totalmente expandidas por rebrote no se vio afectado por la sombra (Figura 6), en acuerdo con los resultados de Campos et al. (2007), siendo una característica considerada intrínseca a la especie (Castro y García, 1996) y no directamente involucrada con la estrategia de la planta para aumentar la interceptación de radiación luminosa, que se manifiesta principalmente a través de la mayor expansión de la superficie de la hoja y no por medio de aumento del número total de hojas (Paciullo et al., 2008).

La aparición (número) y los comprimientos de ráquulas (primaria, secundaria y terciaria), no se vio afectados por el sombreado y se ilustra en las Figuras 6 y 7, respectivamente; estas variables se consideran como características de las especies y, por tanto, poco sensibles a los cambios en las condiciones ambientales (Castro y García, 1996).

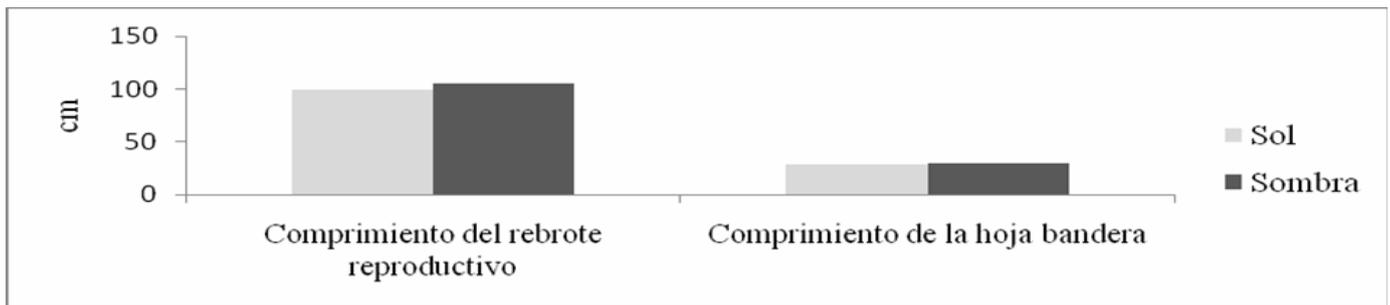


Figura 5 - Comprimientos medios del rebrote reproductivo y hoja bandera de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra

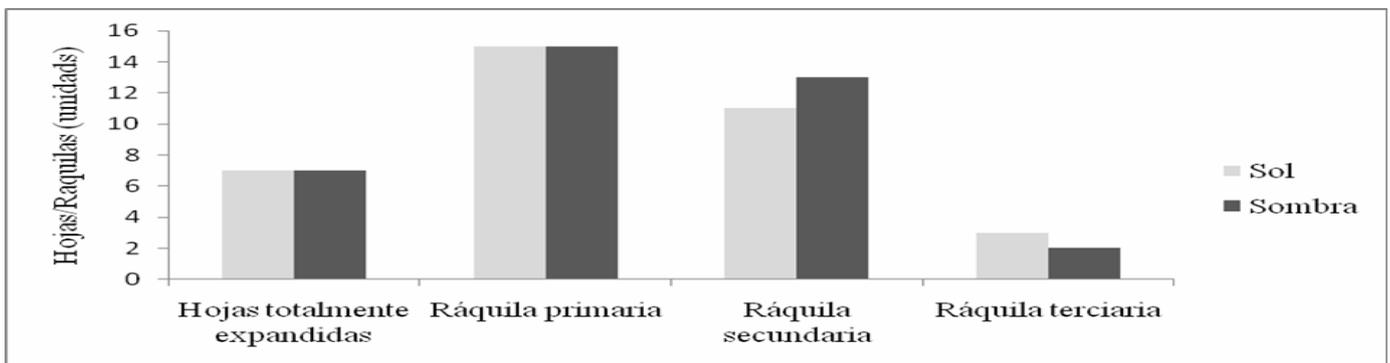


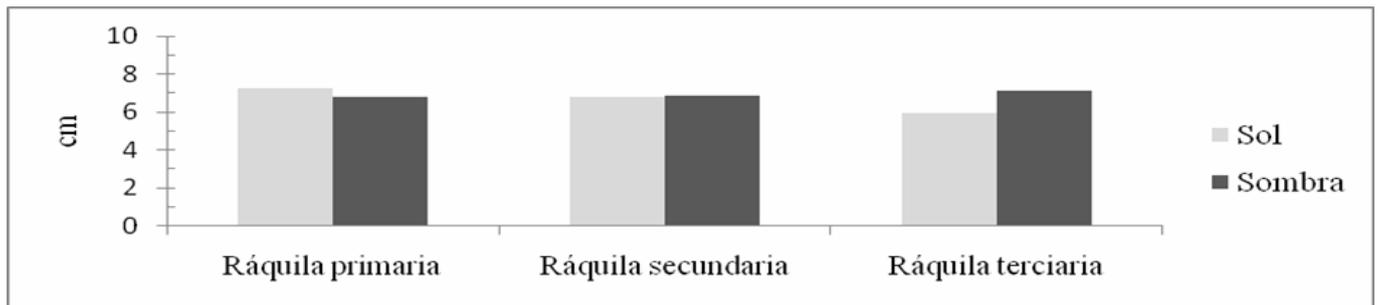
Figura 6 - Nº medio de hojas totalmente expandidas y de las ráquilas de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra

La duración de la fenofase reproductiva fue afectada significativamente por la luminosidad ambiente (Tabla 2), y como puede verse en la Figura 8 fue mayor en la sombra. La mayor duración de la fenofase reproductiva en sombreado puede estar relacionada con la necesidad de un período más largo para el crecimiento y desarrollo de las estructuras reproductivas y acumulación de fotoasimilados en los tejidos de reserva de las semillas producidas en esta condición (Castro et al., 2001), posiblemente lo que implica mayor período de maduración de semillas producidas en esta condición.

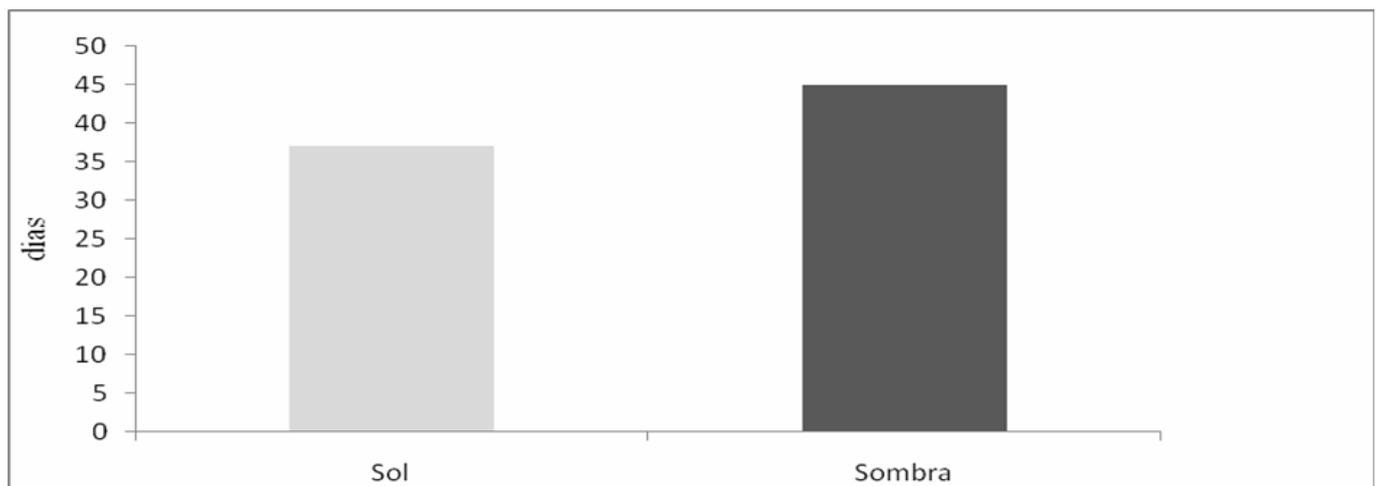
**Tabla 2 - Análisis de varianza de datos relativos a la duración de la fenofase reproductiva de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra**

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamientos	1	472,033	8,014*
Resíduo	28	58,905	
Total	29		
CV (%)		18,52	

\* Significativo ( $p < 0,05$ )



**Figura 7 - Comprimientos médios de las ráquulas de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra**



**Figura 8 - Duración media (días) de la fenofase reproductiva de *B. decumbens*, en el sol y a la sombra**

### Conclusiones

Las más bajas tasas de natalidad de rebrotes de *B. decumbens* cv Basiliski sombreada por árboles parecen ser compensadas por más bajas tasas de mortalidad en esta condición, lo que resulta en una densidad poblacional de rebrotes aproximada de la que se observa en las áreas de pastura no sombreada. La reducción de la intensidad luminosa resulto en la ampliación de la fenofase reproductiva.

### Bibliografía

- Almeida, M.L.; Sangoi, L.; Trentin, P.S.; Gálio, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de matéria seca. *Ciência Rural*, v.32, n.3, p.377-383, 2002.
- Bahmani, I.; Hazard, L.; Varlet-Grancher, C.; Betin, M.; Lemaire, G.; Matthew, C.; Thom, E.R. Differences in tillering of long and short leaved perennial ryegrass genetic lines under full light and shade treatments.

Crop Science, v.40, p.1095-1102, 2000.

- Campos, N.R.; Paciullo, D.S.C.; Bonaparte, T.P.; Netto, M.M.G.; Carvalho, R.B.; Tavela, R.C.; Viana, F.M.F. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, supl. 2, p. 819-821, 2007.
- Castro, C.R.T.; Garcia, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. Ciência Rural, v.26, n.1, p.167-174, 1996.
- Castro, C.R.T.; Garcia, R.; Carvalho, M.M.; Couto, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.5, p.919-927, 1999.
- Castro, C.R.T.; Paciullo, D.S.C. Boas práticas para implantação de sistemas silvipastoris. Embrapa Gado de Leite, Comunicado Técnico, nº 50, agosto 2006. Juiz de Fora, 6p..
- Devkota, N.R.; Wall, A.J.; Kemp, P.D.; Hodgson, J. Relationship between canopy closure and pasture production in deciduous trees based temperate silvopastoral systems. In: Proceedings of International Grassland Conference, XIX, São Paulo, Brasil, 11-21/02/2001, PP. 652-653, 2001.
- Fernández, M.E.; Gyenge, J.E.; Schlichter, T.M. Growth of *Festuca pallescens* in silvopastoral systems in Patagonia - positive balance between competition and facilitation. Agroforestry Systems, v.66, p.259-269, 2006.
- Paciullo, D.S.C.; Campos, N.R.; Gomide, C.A.M.; Castro, C.R.T.; Tavela, R.C.; Rossiello, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, n.7, p.917-923. 2008.
- Peri, P.L.; Lucas, R.J.; Moot, D.J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. Agroforestry Systems, v.70, p.63-79, 2007.
- Robson, M.J.; Ryle, G.J.A.; Woledge, J. The Grass plant - its form and function. In: Jones, M.B. & Lazenby, A. (Eds.). The Grass crop. Chapman and Hall, London. 394p. 1998.