

# VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-BRAQUIÁRIA E DO AMENDOIM FORRAGEIRO SUBMETIDOS AO SOMBREAMENTO

## NUTRITIVE VALUE OF SIGNALGRASS AND FORAGE PEANUT SUBMITTED TO SHADING

Gobbi, K.F.<sup>1\*</sup>, Garcia, R.<sup>2</sup>, Garcez Neto, A.F.<sup>3</sup>, Pereira, O.G.<sup>2</sup> e Rocha, G.C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Estação Experimental de Paranavaí. Caixa Postal 564. CEP 87701-970. Paranavaí/PR. Brasil. \*kgobbi@iapar.br

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG. Brasil. rgarcia@ufv.br

<sup>3</sup>Curso de Medicina Veterinária. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Rua Pioneiro 2153. Jardim Dallas. CEP 85950-000. Palotina/PR. Brasil.

### PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

*Arachis pintoi*. *Brachiaria decumbens*. Digestibilidade. Minerais. Parede celular. Proteína bruta.

### ADDITIONAL KEYWORDS

*Arachis pintoi*. *Brachiaria decumbens*. Digestibility. Minerals. Cell wall. Crude protein.

### RESUMO

As características químico-bromatológicas e a digestibilidade do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) e do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Amarillo) foram avaliadas em resposta a níveis de sombreamento artificial (0, 50 e 70%), com o objetivo de determinar alterações no valor nutritivo destas forrageiras em função das variações no ambiente luminoso. Utilizou-se o delineamento em blocos completamente casualizados, com três repetições. Foram realizados três e dois cortes, respectivamente, para avaliação das plantas de braquiária e amendoim forrageiro, ao longo do período experimental. O teor de matéria seca das duas espécies avaliadas foi reduzido ( $p < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de sombra. Tanto o amendoim forrageiro quanto a braquiária, apresentaram incremento ( $p < 0,05$ ) no teor de proteína bruta em função do sombreamento. Contudo, este aumento não foi significativo no segundo corte do amendoim forrageiro. As plantas de amendoim forrageiro, submetidas a níveis crescentes de sombra, apresentaram incremento ( $p < 0,05$ ) nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), nos dois cortes avaliados. Na braquiária, o sombreamento crescente não causou alterações significativas ( $p > 0,05$ ) nos constituintes de parede celular, no primeiro corte. Já as plantas coletadas no segundo corte apresentaram queda linear ( $p < 0,05$ ) nos teores de FDN e FDA, com o incremento no

sombreamento. No terceiro corte da gramínea, o sombreamento promoveu incremento ( $p < 0,05$ ) nos teores de FDA. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca da gramínea e da leguminosa não foi afetada de modo significativo ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos cortes. De modo geral, o teor dos macronutrientes Ca, Mg, P e K quando alterado, aumentou em função dos níveis crescentes de sombra. Tanto o amendoim forrageiro quanto a braquiária apresentaram variações em sua composição químico-bromatológica em função dos tratamentos. Os coeficientes de digestibilidade das duas espécies não foram afetados de forma significativa pelo incremento nos níveis de sombra.

### SUMMARY

The chemical characteristics and digestibility of signalgrass (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) and forage peanut (*Arachis pintoi* cv. Amarillo) were evaluated in response to different shade levels (0, 50 and 70%) with the objective of determine changes in nutritive value of these forage species. Treatments were arranged in four replicates of a randomised complete block design. There were three and two harvests within the experimental period, for signalgrass and forage peanut, respectively. The dry matter content of both species was reduced ( $p < 0.05$ ) with increasing shade levels. Forage peanut and signalgrass

Recibido: 11-3-08. Aceptado: 16-12-08.

Arch. Zootec. 59 (227): 379-390. 2010.

showed increment ( $p < 0.05$ ) in crude protein content with shading. Nevertheless, the increment was not significant in the second harvest of forage peanut. The neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA) contents of forage peanut increased ( $p < 0.05$ ) with increasing shade levels, in both harvests. In the first harvest of signalgrass, increasing shade levels does not caused significant alterations ( $p > 0.05$ ) in the cell wall constituents. On the other hand, in the second harvest it was observed a linear reduction ( $p < 0.05$ ) in FDN and FDA contents, with shading. In the third harvest of signalgrass shading promoted increment ( $p < 0.05$ ) in FDA content. The *in vitro* dry matter digestibility of both species was not significantly affected ( $p > 0.05$ ) by treatments. The variation in macronutrients (Ca, Mg, P and K) concentration was not consistent between species and harvests, but in general the concentrations of the minerals evaluated were higher under shade. The data indicated that signalgrass and forage peanut have great potential to produce quality forage in silvopastoral systems.

## INTRODUÇÃO

O valor nutritivo das forrageiras, definido em função de sua composição química e digestibilidade potencial, depende de fatores químicos, físicos e estruturais inerentes à planta (Moore, 1994), sendo que todos, de alguma forma, são influenciados por fatores externos como o clima.

O ambiente luminoso sob o qual as plantas se desenvolvem, afeta sua produção, persistência e valor nutritivo (Johnson *et al.*, 2002). Isto faz com que as plantas que crescem em ambientes sombreados, como em sub-bosques de sistemas silvipastoris, apresentem variações na qualidade da forragem produzida em comparação às plantas que se desenvolvem a pleno sol.

Nos sistemas silvipastoris, a presença de árvores promove modificações no microclima do sub-bosque que incluem a redução dos níveis de radiação solar, alterações na qualidade do espectro luminoso, temperaturas mais amenas, maior umidade, menores taxas de evapotranspiração e maiores níveis de umidade no solo

(Lin *et al.*, 2001).

Os fatores ambientais que sofrem alterações sob sombra podem desencadear mudanças nas características anatômicas, morfológicas e na composição química das plantas forrageiras, uma vez que estas são capazes de responder de forma diferente às mudanças no nível de irradiância (Deinum *et al.*, 1996; Belesky *et al.*, 2006; Paciullo *et al.*, 2007), o que por sua vez pode afetar a qualidade da forragem produzida.

Os efeitos da sombra sobre o valor nutritivo das plantas dependem tanto da espécie forrageira considerada quanto do nível de sombreamento sob o qual as plantas se desenvolvem. As plantas respondem de forma diferente tanto fisiológica quanto morfológicamente aos níveis de luz e variam consideravelmente em relação a sua tolerância ao sombreamento (Boardman, 1977).

A grande maioria dos estudos avaliando o efeito do sombreamento sobre o valor nutritivo de espécies forrageiras têm sido conduzidos com gramíneas. Estudos envolvendo leguminosas forrageiras, principalmente aquelas tropicais, são ainda escassos, mas tornam-se cada vez mais necessários em virtude do potencial de algumas espécies em contribuir para a melhoria da qualidade da forragem produzida em sub-bosques de sistemas silvipastoris.

O teor de proteína bruta (PB) ou o conteúdo de nitrogênio (N), geralmente aumenta em plantas sombreadas (Wilson, 1996; Deinum *et al.*, 1996; Garcez Neto, 2006; Paciullo *et al.*, 2007), mas esta tendência é maior em gramíneas do que em leguminosas (Lin *et al.*, 2001).

Com o aumento dos níveis de sombra, o teor de carboidratos solúveis nas plantas diminui (Belesky *et al.*, 2006) e geralmente ocorre aumento concomitante do conteúdo de parede celular e redução da digestibilidade, tanto em forrageiras tropicais quanto temperadas (Castro *et al.*, 1999; Lin *et al.*, 2001; Johnson *et al.*, 2002). Alguns estudos também relatam o aumento do teor

de lignina em plantas sombreadas, fator que contribui para a redução da digestibilidade (Senanayake, 1995). Contrariando os resultados citados anteriormente, alguns trabalhos evidenciam a redução do conteúdo de parede celular e aumento da digestibilidade de plantas sombreadas (Kephart e Buxton, 1993; Deinum *et al.*, 1996; Paciullo *et al.*, 2007).

O teor de minerais nas plantas também pode ser influenciado pelos níveis de luz, ocorrendo, em geral, aumento dos níveis de macro-nutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, sob sombra (Castro *et al.*, 2001; Peri *et al.*, 2007).

Face à necessidade de se selecionar espécies forrageiras com potencial para uso em sistemas silvipastoris, além do desenvolvimento de práticas de manejo adequadas para se otimizar a quantidade e qualidade da forragem produzida, desenvolveu-se um estudo com o objetivo de avaliar o valor nutritivo das forrageiras *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Arachis pintoii* cv. Amarillo, submetidas a três níveis de sombreamento artificial.

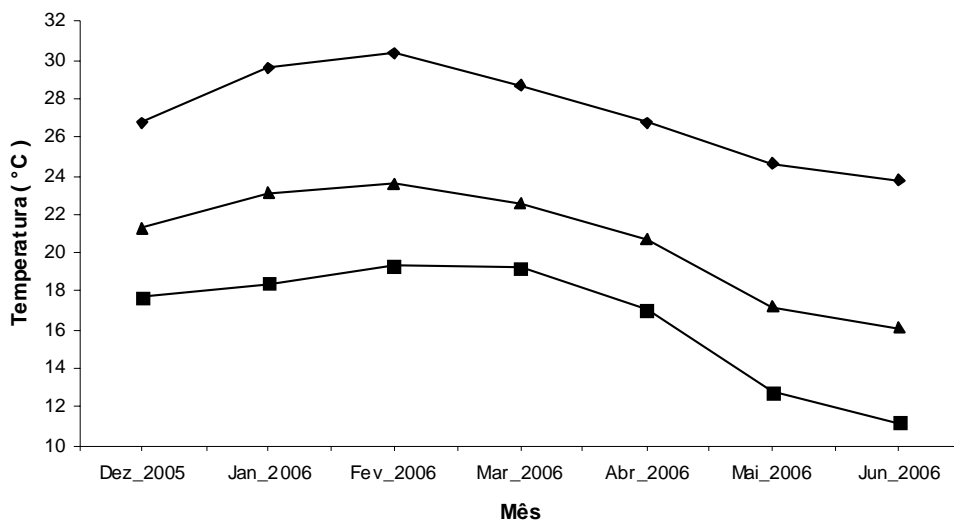
## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido no setor de agrostologia do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, Brasil, no período de Dezembro de 2005 a Junho de 2006. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de forragicultura e nutrição animal do Departamento de Zootecnia.

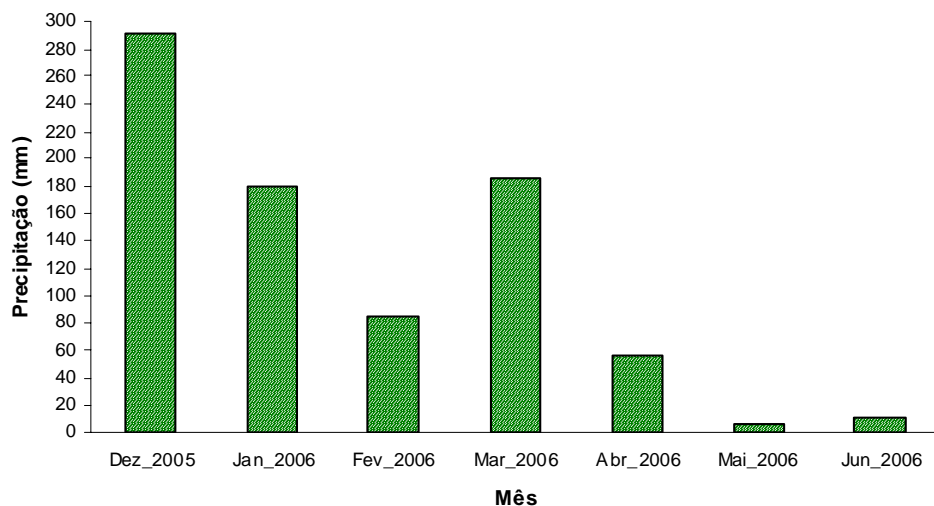
O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais, numa altitude de 651 m acima do nível do mar, com 20° 45' 40" de latitude sul e 42° 52' 40" de longitude oeste. O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa. A precipitação média anual é de 1221 mm, caracterizada por uma distribuição estacional, com estações seca e chuvosa bem definidas.

As temperaturas máximas, mínimas e médias mensais, bem como a precipitação total ao longo do período experimental estão apresentadas nas **figuras 1 e 2**, respectivamente.

No presente estudo, foram utilizadas



**Figura 1.** Temperaturas máximas, mínimas e médias durante o período experimental, em Viçosa-MG. (Mean, maximum and minimum temperatures during experimental time in Viçosa/MG, Brazil).



**Figura 2.** Precipitação total mensal durante o período experimental, em Viçosa-MG. (Total monthly rainfall during experimental time in Viçosa/MG, Brazil).

duas espécies forrageiras, uma gramínea e uma leguminosa, em monocultivo. A gramínea avaliada foi o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk), e a leguminosa o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. e Gregory cv. Amarillo).

Os tratamentos foram definidos por três níveis de sombreamento artificial, de acordo com o delineamento em blocos completamente casualizados, com três repetições. Os níveis de sombreamento artificial foram: 0 (pleno sol), 50 e 70%. Os níveis de 50 e 70% foram obtidos por meio de estruturas de sombreamento artificial, dispostas no campo sobre as parcelas experimentais (4 m<sup>2</sup>).

As estruturas de sombreamento, com 1,10 m de altura foram construídas com seis estacas de madeira, sobre as quais foi colocada uma armação retangular feita com tubos de PVC, sendo cobertas por telas pretas de polipropileno (sombrite) permitindo 50% de transmissão luminosa (sombrite 50%) e 30% de transmissão luminosa (sombrite 70%). Cada estrutura de sombreamento (4 x 2 m) foi montada sobre duas unidades experimentais, uma com gramínea e outra com leguminosa, cultivadas lado a lado. As

telas de sombrite foram presas nas estruturas, obtendo-se uma fração excedente de tela nas laterais, visando impedir a penetração de luz direta nas parcelas nos horários de menor ângulo da luz solar incidente, como no início da manhã e final da tarde. Estas frações excedentes foram presas de forma que em uma das laterais da estrutura fosse possível a abertura e remoção parcial do sombrite, permitindo-se os tratos culturais e a coleta de dados nas parcelas.

Antes da delimitação das unidades experimentais e montagem das estruturas de sombreamento foi feito um corte de rebaixamento e uniformização da braquiária que já estava estabelecida na área, utilizando-se roçadeira costal motorizada. Na seqüência, a área das parcelas foi delimitada utilizando-se estacas de madeira.

As parcelas destinadas à leguminosa foram preparadas para semeadura com aplicação de herbicida à base de glifosato, visando eliminar todas as plantas existentes na área. Em seguida o solo foi preparado manualmente, com o uso de enxadas.

O amendoim forrageiro foi semeado em 21 de dezembro de 2005. A semeadura foi

## VALORDO CAPIM-BRAQUIÁRIA E DO AMENDOIM FORRAGEIRO EM SOMBREAMENTO

feita em sulcos de aproximadamente 3 cm de profundidade e com espaçamento de 20 cm entre sulcos, utilizando-se 20 kg de sementes por hectare. No sulco de plantio foram aplicados 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples. As parcelas foram irrigadas diariamente, garantindo condições favoráveis para germinação das sementes. Após a germinação e emergência do amendoim forrageiro foram montadas as estruturas de sombreamento dentro de cada bloco, sobre as respectivas parcelas da gramínea e da leguminosa.

Um segundo corte de uniformização foi realizado na gramínea em 27 de janeiro de 2006 para início do período experimental. Após o corte foi feita a adubação de cobertura, aplicando-se nas parcelas 50 kg/ha de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio. Foram aplicados ainda 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 70 kg de K<sub>2</sub>O/ha, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Nas parcelas da leguminosa a adubação de cobertura foi feita apenas com potássio (70 kg de K<sub>2</sub>O/ha), uma vez que o fósforo já havia sido aplicado nos sulcos na semeadura. Após cada corte para avaliação das plantas houve adubação de cobertura nas parcelas. As doses de adubo utilizadas foram calculadas em função de análise de solo realizada previamente.

O período de avaliação das plantas foi dividido em ciclos de crescimento, sendo que cada ciclo foi concluído com o corte das plantas. Durante os ciclos de crescimento, as plantas de todos os tratamentos foram monitoradas quanto à interceptação de luz pelo dossel. Para avaliação da interceptação luminosa nas parcelas utilizou-se o sensor linear LI-191SA, de um metro de comprimento, acoplado a um medidor de luz LI-250, ambos da marca LI-COR com o qual foram feitas leituras da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) tanto acima (uma leitura) quanto na base do dossel (cinco leituras). O percentual de interceptação luminosa foi calculado como a quantidade de RFA interceptada (RFA acima do dossel

menos aquela na base do dossel) dividida pela RFA acima do dossel, e multiplicando-se o resultado por 100. As leituras foram realizadas em intervalos semanais, sem as coberturas de sombreamento, no horário de meio-dia, em dias de céu claro. Quando a interceptação luminosa das plantas se aproximava dos 95% (IAF crítico) da luz incidente as leituras eram feitas diariamente.

A interceptação luminosa do dossel foi utilizada como critério para corte das plantas. Quando a interceptação luminosa das plantas de um dos tratamentos atingia o valor médio de 95% da luz solar incidente efetuava-se a coleta de material vegetal para avaliações laboratoriais. Para a *Brachiaria decumbens* foram realizados três cortes de avaliação, 25 de fevereiro, 26 de março e 16 de junho/2006, que corresponderam ao primeiro, segundo e terceiro cortes, respectivamente. Já o *Arachis pintoi*, foi submetido a dois cortes, o primeiro no dia 23 de março e o segundo no dia 13 de maio de 2006.

A coleta de material das parcelas foi realizada utilizando-se quadros de amostragem de 0,24 m<sup>2</sup> (60 x 40 cm), sendo uma amostra por parcela e corte das plantas a 10 cm (gramínea) ou 3 cm (leguminosa) acima do nível do solo. Após a coleta todas as plantas foram submetidas à corte de uniformização. Todo o material coletado foi pesado e em seguida retiradas sub-amostras de peso conhecido, colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. Após secagem as amostras foram moídas, utilizando-se peneira com malha de 1 mm, em moinho tipo Willey, para análises químico-bromatológicas.

Na determinação do valor nutritivo das forrageiras, foram avaliados os teores de matéria seca (MS), por secagem em estufa a 105°C; fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), pelo método ANKOM®; celulose e lignina, pelo método Klason; proteína bruta (PB), pelo mé-

todo semi-micro Kjeldahl; potássio (K) (fotometria de chama), fósforo (P) (colorimetria), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (absorção atômica), após digestão nítrico-perclórica, utilizando-se os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada pelo método de Tilley e Terry (1963).

Os dados da gramínea e da leguminosa foram analisados separadamente. Os resultados obtidos foram interpretados por meio de análises de variância e de regressão. Os modelos que melhor explicaram o comportamento das variáveis foram escolhidos com base no coeficiente de determinação ajustado; e pela significância da regressão, testados pelo teste F; pela significância dos coeficientes de regressão, testada pelo teste *t*, com nível de significância aceitável de até 5% de probabilidade.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se os procedimentos GLM (General Linear Models) e REG disponíveis no pacote estatístico SAS (SAS, 1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de matéria seca das duas espécies avaliadas foi afetado pelos tratamentos, sendo o efeito da sombra mais acentuado na gramínea. No amendoim forrageiro, o teor de matéria seca das plantas diminuiu de forma quadrática ( $p < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de sombra, apenas no segundo corte, observando-se menor teor de MS sob 50% de sombra (**tabela I**). A braquiária apresentou redução linear ( $p < 0,001$ ) no teor de matéria seca, com o sombreamento crescente, nos três cortes avaliados (**tabela II**).

Nos trabalhos de Eriksen e Whitney (1981), Deinum *et al.* (1996) e Castro *et al.* (1999), também foi observada redução no teor de matéria seca de forrageiras submetidas ao sombreamento.

O menor teor de MS pode ser atribuído às menores taxas de transpiração das plantas em ambientes sombreados, resultando

numa maior concentração de água nos tecidos (Volenc e Nelson, 2003).

Tanto o amendoim forrageiro quanto a braquiária, apresentaram incremento ( $p < 0,05$ ) no teor de PB em função dos níveis crescentes de sombra (**tabelas I e II**). Contudo, este aumento não foi significativo no segundo corte do amendoim forrageiro. O teor de PB do amendoim forrageiro foi em média 11% maior sob 50 e 70% de sombra. Na braquiária o teor de PB aumentou em média 45 e 67% sob os níveis de 50 e 70% de sombra, em relação às plantas a pleno sol. Deinum *et al.* (1996) e Paciullo *et al.* (2007), trabalhando com gramíneas de clima tropical, bem como Lin *et al.* (2001), Belesky *et al.* (2006) e Peri *et al.* (2007), avaliando gramíneas de clima temperado, também verificaram maior teor de PB nas plantas submetidas ao sombreamento.

De acordo com Wilson (1996), o maior teor de umidade do solo e as menores temperaturas observadas em ambientes sombreados podem contribuir para a maior taxa de mineralização e ciclagem do nitrogênio (N), resultando na maior disponibilidade de nitrogênio (N) no solo de ambientes sombreados e maior teor de PB das plantas. Além disso, o maior teor de PB pode estar associado ao menor tamanho das células sob sombra. De acordo com Kephart e Buxton (1993), a menor espessura de folha e o menor tamanho das células, juntamente com a manutenção do teor de N por célula podem ter efeito concentrador. Por sua vez Niinemets (1999), verificou que o aumento na concentração de nitrogênio nas plantas pode estar correlacionado com a redução na densidade e espessura das folhas e com o aumento da área foliar específica sob sombra.

Segundo Evans e Poorter (2001), a aclimação das plantas aos ambientes com luminosidade reduzida é caracterizada pela maior alocação de N para os pigmentos protéicos envolvidos na fotossíntese, bem como pela maior área foliar específica.

No presente estudo o aumento no teor



VALORDO CAPIM-BRAQUIÁRIA E DO AMENDOIM FORRAGEIRO EM SOMBREAMENTO

de PB da leguminosa foi de menor magnitude que o observado na gramínea submetida ao sombreamento crescente, confirmando o menor efeito da sombra sobre o teor de PB de leguminosas, o que também foi verificado por Lin *et al.*, 2001.

A leguminosa *Arachis glabrata* apresentou redução na porcentagem de PB tanto nas folhas quanto nos caules, quando submetida à luminosidade reduzida (Johnson *et al.*, 2002). Já Lin *et al.* (2001) não verificaram alteração significativa no teor de PB de leguminosas tropicais e de clima

temperado submetidas a 50 e 80% de sombra, quando comparadas às plantas que se desenvolveram a pleno sol.

Alguns autores sugerem que o aumento ou redução do teor de PB ou N em plantas sombreadas está relacionado com sua maior ou menor tolerância ao sombreamento, respectivamente. Wong *et al.* (1985), sugerem que leguminosas tolerantes ao sombreamento mantêm um balanço adequado entre as frações folha e caule em ambientes sombreados, ao mesmo tempo em que as não-tolerantes geralmente reduzem a relação

**Tabela 1.** Composição químico-bromatológica (%) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, %) de amendoim forrageiro submetido a três níveis de sombreamento artificial. (Chemical composition (%) and *in vitro* dry matter digestibility (%) of forage peanut submitted to three levels of artificial shade).

Variáveis	Sombreamento (%)			Regressão	CV(%)
	0	50	70		
<b>Corte 1</b>					
MS	15,2	14,2	15,0	ns	4,6
PB	17,1	19,0	19,9	Y= 17,3432 + 0,0325*x; r <sup>2</sup> = 0,51	4,3
FDN	52,1	56,1	56,6	Y= 52,3274 + 0,0602*x; r <sup>2</sup> = 0,85	3,9
FDA	33,0	36,1	36,7	Y= 33,1097 + 0,0543*x; r <sup>2</sup> = 0,85	5,3
Celulose	23,9	25,3	25,4	ns	4,0
Lignina	4,9	4,9	5,1	ns	6,9
DIVMS	82,4	82,5	80,4	ns	2,5
Ca	1,7	2,1	1,9	Y= 1,7266 + 0,0163*x - 0,0002*x <sup>2</sup> ; R <sup>2</sup> = 0,77	3,5
Mg	0,21	0,22	0,22	ns	4,7
P	0,22	0,21	0,23	ns	11,9
K	2,5	2,6	2,7	ns	6,3
<b>Corte 2</b>					
MS	19,2	17,5	18,8	Y= 19,2209 - 0,1041*x + 0,0014*x <sup>2</sup> ; R <sup>2</sup> = 0,73	3,7
PB	19,5	21,7	21,1	ns	3,5
FDN	50,5	52,8	55,8	Y= 50,1824 + 0,0708*x; r <sup>2</sup> = 0,81	3,5
FDA	28,0	32,8	33,8	Y= 28,1702 + 0,0850*x; r <sup>2</sup> = 0,97	5,7
Celulose	20,6	23,5	25,4	Y= 20,4872 + 0,0664*x; r <sup>2</sup> = 0,90	3,4
Lignina	4,3	4,6	4,9	Y= 4,3037 + 0,0071*x; r <sup>2</sup> = 0,82	4,8
DIVMS	81,5	82,4	79,4	ns	3,6
Ca	1,7	1,7	1,8	ns	6,9
Mg	0,21	0,21	0,21	ns	0,6
P	0,18	0,21	0,22	Y= 0,1811 + 0,0006*x; r <sup>2</sup> = 0,78	4,7
K	1,8	2,5	2,4	Y= 1,7873 + 0,0263*x - 0,0003*x <sup>2</sup> ; R <sup>2</sup> = 0,99	6,3

Ca: cálcio; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; K: potássio; Mg: magnésio; MS: matéria seca; P: fósforo; PB: proteína bruta. Significativo: \*\*\*0,1%; \*\*1%; \*5%. Não significativo: ns.

folha:caule sob sombra. Por sua vez Izaguirre-Mayoral *et al.* (1995), concluíram que as leguminosas tolerantes ao sombreamento apresentam altas taxas de nodulação e fixação de N sob sombra, fatores estes que influenciam o conteúdo de N da planta.

**Tabela II.** Composição químico-bromatológica (%) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, %) do capim-braquiária submetido a três níveis de sombreamento artificial. (Chemical composition (%) and *in vitro* dry matter digestibility (%) of signalgrass submitted to three levels of artificial shade).

Variáveis	Sombreamento (%)			Regressão	CV(%)
	0	50	70		
<b>Corte 1</b>					
MS	15,1	11,9	10,5	Y= 15,1189 - 0,0649***x; r <sup>2</sup> = 0,98	10,0
PB	10,5	13,6	15,0	Y= 10,5062 + 0,0637**x; r <sup>2</sup> = 0,85	10,8
FDN	68,1	69,4	69,5	ns	3,6
FDA	37,2	37,9	39,2	ns	2,6
Celulose	30,6	30,8	30,6	ns	2,8
Lignina	3,0	2,9	2,7	ns	6,4
DIVMS	81,0	81,6	80,7	ns	2,7
Ca	0,45	0,42	0,43	ns	5,6
Mg	0,14	0,11	0,17	Y= 0,1445 - 0,0033**x + 0,0001**x <sup>2</sup> ; R <sup>2</sup> = 0,91	9,7
P	0,20	0,21	0,27	Y= 0,1969 + 0,0008*x; r <sup>2</sup> = 0,61	5,8
K	2,9	3,6	3,8	Y= 2,9218 + 0,0123**x; r <sup>2</sup> = 0,94	7,3
<b>Corte 2</b>					
MS	16,5	13,0	12,8	Y= 16,3815 - 0,0551***x; r <sup>2</sup> = 0,91	3,9
PB	10,9	16,0	20,1	Y= 10,6177 + 0,1260***x; r <sup>2</sup> = 0,96	8,2
FDN	70,7	67,1	65,0	Y= 70,7983 - 0,0801*x; r <sup>2</sup> = 0,85	3,9
FDA	35,1	34,5	31,5	Y= 35,4802 - 0,0443*x; r <sup>2</sup> = 0,62	2,8
Celulose	29,5	28,8	26,1	Y= 29,7875 - 0,0416*x; r <sup>2</sup> = 0,61	2,4
Lignina	2,8	2,8	2,8	ns	7,4
DIVMS	78,7	79,8	80,1	ns	1,2
Ca	0,51	0,45	0,49	ns	11,9
Mg	0,15	0,14	0,18	Y= 0,1516 - 0,0018***x + 0,00003***x <sup>2</sup> ; r <sup>2</sup> = 0,99	3,5
P	0,22	0,25	0,27	ns	13,4
K	2,9	3,5	3,6	ns	6,3
<b>Corte 3</b>					
MS	29,2	23,1	21,8	Y= 29,0327 - 0,1085***x; r <sup>2</sup> = 0,95	2,6
PB	5,5	8,7	9,6	Y= 5,5674 + 0,0592***x; r <sup>2</sup> = 0,98	5,9
FDN	70,9	70,3	70,4	ns	1,3
FDA	34,2	36,0	36,5	Y= 34,3078 + 0,0318*x; r <sup>2</sup> = 0,84	3,7
Celulose	26,8	28,4	28,4	ns	3,6
Lignina	3,2	3,2	3,9	ns	8,4
DIVMS	67,4	73,1	72,0	ns	3,1
Ca	0,67	0,75	0,62	ns	7,7
Mg	0,23	0,17	0,16	Y= 0,2307 - 0,0010**x; r <sup>2</sup> = 0,79	10,3
P	0,18	0,22	0,22	ns	13,5
K	1,9	2,4	2,5	Y= 1,8903 + 0,0089*x; r <sup>2</sup> = 0,69	7,3

Ca: cálcio; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; K: potássio; Mg: magnésio; MS: matéria seca; P: fósforo; PB: proteína bruta. Significativo: \*\*\*0,1%; \*\*1%; \*5%. Não significativo: ns.



Como o amendoim forrageiro apresentou aumento no teor de PB, ao mesmo tempo em que não sofreu variação significativa na relação folha:caule sob sombra, de acordo com o que foi observado por Gobbi, 2007, pode-se concluir que estas características indicam tolerância desta espécie ao sombreamento.

Os constituintes de parede celular foram afetados de forma diferente em função das espécies e dos cortes estudados (**tabelas I e II**). No primeiro corte do amendoim forrageiro os conteúdos de celulose e lignina não foram afetados de forma significativa pelos tratamentos, contudo, os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) aumentaram linearmente ( $p < 0,05$ ) com os níveis crescentes de sombra. No segundo corte, os teores de celulose, lignina, FDN e FDA aumentaram de modo linear ( $p < 0,05$ ) com o sombreamento crescente (**tabela I**). O teor de FDN da leguminosa aumentou em média 6 e 9%, e o de FDA 13 e 16%, sob os níveis de 50 e 70% de sombra, respectivamente, em relação ao tratamento a pleno sol.

No estudo de Johnson *et al.* (2002), a leguminosa *Arachis glabrata* apresentou aumento no conteúdo de FDN e redução na DIVMS quando submetida a baixos níveis de luminosidade. No entanto, os mesmos autores, a redução no valor nutritivo da forrageira não foi significativa a ponto de limitar seu uso como cultura de sub-bosque.

Nas plantas de braquiária, o sombreamento crescente não causou alterações significativas ( $p > 0,05$ ) nos constituintes de parede celular, no primeiro corte. No segundo corte as plantas apresentaram queda linear ( $p < 0,05$ ) nos conteúdos de celulose, FDN e FDA, com o incremento nos níveis de sombra. O teor de FDN foi reduzido em 5% e 8%, e o de FDA em 2% e 10%, sob 50 e 70% de sombra, respectivamente, em relação às plantas a pleno sol (**tabela II**).

Carvalho *et al.* (2002), avaliando gramíneas tropicais sob sombra natural, não verificaram alterações no conteúdo de FDN,

mas a DIVMS foi significativamente mais alta sob sombra. Kephart e Buxton (1993) observaram redução no teor de FDN com a redução dos níveis de luz, o que contribuiu para o aumento da digestibilidade de gramíneas  $C_3$  e  $C_4$  sombreadas. Todavia, Paciullo *et al.* (2007), não constataram mudanças nos teores de FDA e lignina de *Brachiaria decumbens* crescendo sob sombra natural, entretanto verificaram queda nos teores de FDN e incremento da DIVMS das plantas sombreadas.

A redução nos teores de FDN e FDA em plantas sombreadas pode estar relacionada com a menor disponibilidade de fotoassimilados para o desenvolvimento de parede celular secundária, reduzindo a concentração dos constituintes de parede celular, segundo Kephart e Buxton, 1993.

De acordo com Deinum *et al.* (1996), o maior teor de FDN das plantas sob condições de alta luminosidade, pode estar associado à maior proporção de tecido esclerenquimático, cujas células apresentam paredes mais espessas do que em condições de sombra. O sombreamento pode causar redução na proporção dos tecidos condutor e de sustentação, além de redução na espessura da parede celular (Buxton e Casler, 1993; Berlyn e Cho, 2000).

Para a *Brachiaria decumbens*, a redução dos teores de FDN e FDA das plantas que se desenvolveram sob sombra, no segundo corte, pode estar relacionada com a menor proporção de feixe vascular e esclerênquima na seção transversal de folhas nas plantas sombreadas, de acordo com o observado por Gobbi, 2007.

No terceiro corte da gramínea, apesar de não ocorrer alteração significativa nos teores de FDN, celulose e lignina, os teores de FDA apresentaram aumento linear ( $p < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de sombra (**tabela II**). O aumento no teor de FDA ficou em torno de 5 e 7% para os níveis de 50 e 70% de sombra.

O aumento dos teores de FDN e FDA do amendoim forrageiro sob sombra, prova-

velmente está relacionado com uma redução no conteúdo de carboidratos solúveis nas plantas, uma vez que a proporção dos diferentes tecidos na seção transversal de folhas não foi afetada pelos tratamentos (Gobbi, 2007).

No terceiro corte da braquiária, contudo, a não alteração dos teores de FDN indicam que provavelmente o conteúdo de carboidratos solúveis não foi afetado pela sombra. No entanto, os aumentos dos teores de celulose sob 50 e 70% de sombra e de lignina sob 70% de sombra, apesar de não significativos estatisticamente, podem ter contribuído para o incremento da FDA nas plantas sombreadas.

Apesar do diferente comportamento dos constituintes de parede celular nos três cortes avaliados, a DIVMS da braquiária não foi afetada de modo significativo ( $p > 0,05$ ) em nenhum deles, apresentando tendência de aumento sob sombra, principalmente no segundo e terceiro cortes (**tabela II**). Da mesma forma, a DIVMS, tanto no primeiro quanto no segundo corte do amendoim forrageiro, não foi alterada significativamente ( $p > 0,05$ ) pelos tratamentos (**tabela I**).

Norton *et al.* (1991) e Peri *et al.* (2007), avaliando respectivamente, gramíneas de clima tropical e temperado submetidas ao sombreamento, também não observaram efeito significativo da sombra sobre os coeficientes de digestibilidade.

A não alteração da DIVMS das plantas de braquiária e amendoim forrageiro submetidas a níveis crescentes de sombra pode ser um indicativo de que as variações no conteúdo de parede celular das plantas

não foram de grande magnitude, ou significativas, a ponto de afetar os coeficientes de digestibilidade.

O teor dos macronutrientes cálcio, magnésio, fósforo e potássio não apresentou variação uniforme entre as espécies e cortes avaliados, mas de modo geral, o conteúdo destes minerais quando alterado, aumentou em função dos níveis crescentes de sombra (**tabelas I e II**).

As plantas submetidas a maiores níveis de luminosidade podem apresentar diluição dos minerais em função da maior produção de MS a pleno sol (Eriksen e Withney, 1981). Também de acordo com Peri *et al.* (2007), a razão para o maior teor de macronutrientes em plantas sombreadas pode ser o fato de que estas apresentam menor teor de matéria seca, ou maior conteúdo de água, que as plantas a pleno sol. Além disso, a mineralização ativa da matéria orgânica do solo em ambientes sombreados pode contribuir para a maior disponibilidade de minerais sob sombra (Wilson, 1996; Peri *et al.*, 2007).

## CONCLUSÕES

As forrageiras *Arachis pintoi* cv. Amarello e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk apresentaram variações em sua composição químico-bromatológica em função dos diferentes níveis de sombreamento. Apesar das variações no conteúdo de parede celular, minerais e no teor de proteína bruta, a digestibilidade das duas espécies não foi afetada pelo incremento nos níveis de sombra. Tanto o amendoim forrageiro quanto a braquiária são espécies com potencial para produção de forragem de qualidade em ambientes sombreados

## BIBLIOGRAFIA

- Belesky, D.P., Chatterton, N.J. and Neel, J.P.S. 2006. *Dactylis glomerata* growing along a light gradient in the central Appalachian region of the eastern USA: III. Nonstructural carbohydrates and nutritive value. *Agroforest. Syst.*, 67: 51-61.
- Berlyn, G.P. and Cho, J. 2000. Light, moisture, and nutrient use by plants. In: M.S. Ashton and F. Montagnini (Eds.). The silvicultural basis for agroforestry systems. CRC Press. Boca Raton. pp. 9-39.
- Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annu. Rev. Plant*

## VALORDO CAPIM-BRAQUIÁRIA E DO AMENDOIM FORRAGEIRO EM SOMBREAMENTO

- Phys.*, 38: 355-377.
- Buxton, D.R. and Casler, M.D. 1993. Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. In: H.G. Jung, D.B. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Eds.). Forage cell wall structure and digestibility. American Society of agronomy. Madison. pp. 685-714.
- Carvalho, M.M., Freitas, V.P. e Xavier, D.F. 2002. Início do florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condições de sombreamento natural. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 37: 717-722.
- Castro, C.R.T., Garcia, R., Carvalho, M.M. e Freitas, V.P. 2001. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. *Rev. Bras. Zootecn.*, 30: 1959-1968.
- Castro, C.R.T., Garcia, R., Carvalho, M.M. e Couto, L. 1999. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Rev. Bras. Zootecn.*, 28: 919-927.
- Deinum, B., Sulastri, R.D., Zeinab, M.H.J. and Maassen, A. 1996. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *trichoglume*). *Neth. J. Agr. Sci.*, 44: 111-124.
- Eriksen, F.I. and Whitney, A.S. 1981. Effect of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. *Agron. J.*, 73: 427-433.
- Evans, J.R. and Poorter, H. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant Cell Environ.*, 24: 755-767.
- Garcez Neto, A.F. 2006. Avaliação fisiológica, morfológica e estrutural de forrageiras de clima temperado sob diferentes regimes de luminosidade. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 102 pp.
- Gobbi, K.F. 2007. Características morfoanatômicas, nutricionais e produtividade de forrageiras tropicais submetidas ao sombreamento. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 82 pp.
- Izaguirre-Mayoral, M.L. Vivas, A.I. and Oropeza, T. 1995. New insights into the symbiotic performance of native tropical legumes: I. Analysis of the response of thirty-seven native legume species to artificial shade in a neotropical savanna. *Symbiosis*, 19: 111-129.
- Johnson, S.E., Sollenberger, L.E., Andrade, I.F. and Bennett, J.M. 2002. Nutritive value of rhizoma peanut growing under varying levels of artificial shade. *Agron. J.*, 94: 1071-1077.
- Kephart, K.D. and Buxton, D.R. 1993. Forage quality response of C3 and C4 perennial grasses to shade. *Crop Sci.*, 33: 831-837.
- Lin, C.H., McGraw, R.L., George, M.F. and Garrett, H.E. 2001. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. *Agroforest. Syst.*, 59: 269-281.
- Moore, J.E. 1994. Forage quality indices: development and application. In: G.C. Fahey Jr. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. ASA, CSSA/SSSA. Madison. pp. 967-998.
- Niinemets, Ü. 1999. Components of leaf dry mass per area - thickness and density - alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. *New Phytol.*, 144: 35-47.
- Norton, B.W., Wilson, J.R. Shelton, H.M. and Hill, K.D. 1991. The effect of shade on forage quality. In: H.M. Shelton and W.W. Stür (Eds.). Forages for plantation crops. ACIAR Proceedings N° 32. Canberra. pp. 83-88.
- Paciullo, D.S.C., Carvalho, C.A.B., Aroeira, L.J.M., Morenz, M.J.F., Lopes, F.C.F. e Rossiello, R.O.P. 2007. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a pleno sol. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, 42: 573-579.
- Peri, P.L., Lucas, R.J. and Moot, D.J. 2007. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. *Agroforest. Syst.*, 70: 63-79.
- SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide. Version 6.4 ed., V1, SAS Institute Inc., Cary. 943 pp.
- Senanayake, S.G.J.N. 1995. The effects of different light levels on the nutritive quality of four natural tropical grasses. *Trop. Grasslands*, 29: 111-114.
- Silva, D.J. e Queiroz, A.C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. UFV. Viçosa. 235 pp.
- Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grass. Soc.*, 18: 104-111.
- Volenc, J.J. e Nelson, C.J. 2003. Environmental

GOBBI, GARCIA, GARCEZ NETO, PEREIRA E ROCHA

- aspects of forage management. In: R.F. Burnes, C.J. Nelson, M. Collins and K.J. Moore (Eds.). Forages: an introduction to grassland agriculture. Blackwell. Ames. pp. 99-124.
- Wilson, J.R. 1996. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. *Aust. J. Agric. Res.*, 47: 1075-1093.
- Wong, C.C., Sharudin, M.A.M. and Rahim, H. 1985. Shade tolerance of some tropical forages for integration with plantations: II. Legumes. *Mardi Res. Bull.*, 13: 249-269.