

## Altura do dossel forrageiro de seis espécies perenes tropicais em sistema arborizado<sup>1</sup>

Tiago Celso Baldissera<sup>2</sup>, Laíse da Silveira Pontes<sup>3</sup>, Raquel Santiago Barro<sup>3</sup>, André Faé Giostri<sup>2</sup>, João Daniel Nerone Turok<sup>3</sup>, Sebastião Brasil Campos Lustosa<sup>4</sup>, Paulo César de Faccio Carvalho<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Parte da tese do primeiro autor; Projeto financiado pelo IAPAR e CNPq.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em agronomia (PGAPV) Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR.

<sup>3</sup>Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR). Fazenda Modelo, Ponta Grossa - PR.

<sup>4</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENRO), Guarapuava - PR.

<sup>5</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

E-mail: tiagobaldissera@agronomo.eng.br (autor para correspondência)

**Resumo:** A altura da pastagem é utilizada como ferramenta para frequência de corte, além de refletir a interceptação luminosa do dossel (IL). Em sistemas silvipastoris, o sombreamento das árvores pode afetar a relação altura vs. IL, comparada ao pleno sol. O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito da presença de *Eucalyptus dunnii* e do nitrogênio (0 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) na altura do dossel, em função da IL, de seis espécies forrageiras perenes tropicais (*Axonopus catharinensis*, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Cynodon* spp. cv. Tifton 85, *Hemarthria altissima* cv. Flórida, *Megathyrus maximus* cv. Aruana e *Paspalum notatum* cv. Pensacola). O experimento foi conduzido no IAPAR (Ponta Grossa/PR), durante três anos. *A. catharinensis* e cv. Aruana tiveram suas alturas elevadas no tratamento sem nitrogênio para ambos os sistemas, e a cv. Flórida apenas no pleno sol. O efeito da sombra não influenciou a altura de Aruana e Pensacola ( $P > 0,26$ ), enquanto que *A. catharinensis* apresentou elevação de  $8,4 \pm 0,82$  cm, cv. Marandu  $5,2 \pm 0,52$ , cv. Flórida  $17,3 \pm 0,94$  e Tifton 85 de  $12,6 \pm 0,74$  ( $P < 0,01$ ). Portanto, a resposta ao sombreamento e à adubação nitrogenada da altura do dossel da pastagem em função da IL é espécie-dependente. Palavras-chave: interceptação luminosa; nitrogênio; competição; sombra

### Introdução

Os sistemas silvipastoris associam árvores, plantas forrageiras e animais. Neste tipo de sistema, as árvores interferem no clima do sub-bosque, através de alterações na quantidade

(densidade do fluxo de fótons) e qualidade (e.g. alterações na razão vermelho:vermelho distante) da radiação que atinge o dossel forrageiro (BEAUDET et al., 2011), interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas. O entendimento dos processos que afetam as plantas forrageiras é necessário para um adequado manejo e, conseqüentemente, para otimizar a produção da pastagem em tais sistemas (PALMA et al., 2007). A altura do dossel forrageiro pode ser utilizada como uma ferramenta de manejo para a determinação da frequência de corte, pois ela reflete a interceptação luminosa (IL) do dossel (MESQUITA et al., 2010). Além disso, em áreas sem árvores, o alcance do potencial máximo de produção líquida de folhas, que permite elevados ganhos de peso pelos animais em pastejo, tem sido obtido com 95% de IL para espécies C4 (SILVA; CARVALHO, 2003). Contudo, mudanças na estrutura do pasto, em função do sombreamento provocado pelas árvores, podem alterar a relação altura vs. IL. Por exemplo, a altura poderá ser mais elevada em áreas com restrição de luz, em função da elevação de colmos pelo aumento da distância entre nós, além de outros processos, característicos de plantas que apresentam a “shade avoidance syndrome” (BALLARÉ; CASAL, 2000). Adicionalmente, são escassos os trabalhos em sistemas arborizados avaliando o crescimento e desenvolvimento de forrageiras em função da IL, já que, na maioria deles, intervalo fixos de corte (PACIOULLO et al., 2008) são adotados. Assim, o objetivo deste trabalho é de comparar o efeito interativo do sombreamento de árvores de *Eucalyptus dunnii* e da quantidade de nitrogênio na altura do dossel, em função da IL, de seis espécies forrageiras tropicais.

### Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental Fazenda Modelo, pertencente ao IAPAR, em Ponta Grossa-PR, (25°13'71''S 50°01'04''W), clima cfb e solo Latossolo

Vermelho-Escuro. A altura do dossel, em função da interceptação luminosa, foi avaliada durante 3 anos (2011, 2012 e 2013) com seis forrageiras perenes tropicais, tanto em áreas arborizadas com *Eucalyptus dunnii*, como em pleno sol, e dois níveis de adubação nitrogenada (0 e 300 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>). Cada espécie foi avaliada individualmente em função dos tratamentos, em blocos ao acaso com três repetições. As espécies estudadas foram: *Axonopus catharinensis*; *Urochloa brizantha* cv. Marandu; *Cynodon spp.* cv. Tifton 85; *Hemarthria altissima* cv. Flórida; *Megathyrsus maximus* cv. Aruana; e *Paspalum notatum* cv. Pensacola. O plantio das árvores de *E. dunnii* foi realizado em 2007, em linhas duplas (renques) com 3m entre árvores na linha e 4m entre as linhas de árvores; os renques foram estabelecidos acompanhando as curvas em nível do terreno, espaçados de 21 metros (267 árvores ha<sup>-1</sup>). Em 2012 foi realizado um primeiro desbaste na área, permanecendo em torno de 155 árvores ha<sup>-1</sup>. As forrageiras foram implantadas em janeiro de 2010 em unidades experimentais (u.e) de 100 m<sup>2</sup> e 4,5 m<sup>2</sup>, na área com árvores e sob pleno sol, respectivamente. Foi realizado um corte de uniformização das plantas a 10 cm de altura no dia 10 de dezembro de 2010. *M. maximus* cv. Aruana foi semeada em 30/09/2010 e o corte de uniformização realizou-se 70 dias após as demais espécies. A interceptação luminosa (IL) e a altura do dossel forrageiro foram medidas semanalmente utilizando um ceptômetro (AccuPAR LP-80) e uma régua graduada ("sward stick"). Na área em associação com árvores eram realizadas leituras aos 2,4,10,16 e 18 m de uma das linhas das árvores. A pastagem era cortada quando atingia 95% de IL (critério de intervalo) e a altura do corte correspondeu à redução de 50% da altura inicial do dossel (critério de intensidade). As análises estatísticas foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos dados. Foi realizada a regressão linear entre altura e a IL para cada espécie e cada tratamento (sol e sombra; com e sem N). Através

da análise de covariância (ANCOVA, função lm) foram testadas os coeficientes angulares das curvas e, quando não significativo, foi testado o modelo sem interação para verificar a distância dos interceptos entre as curvas.

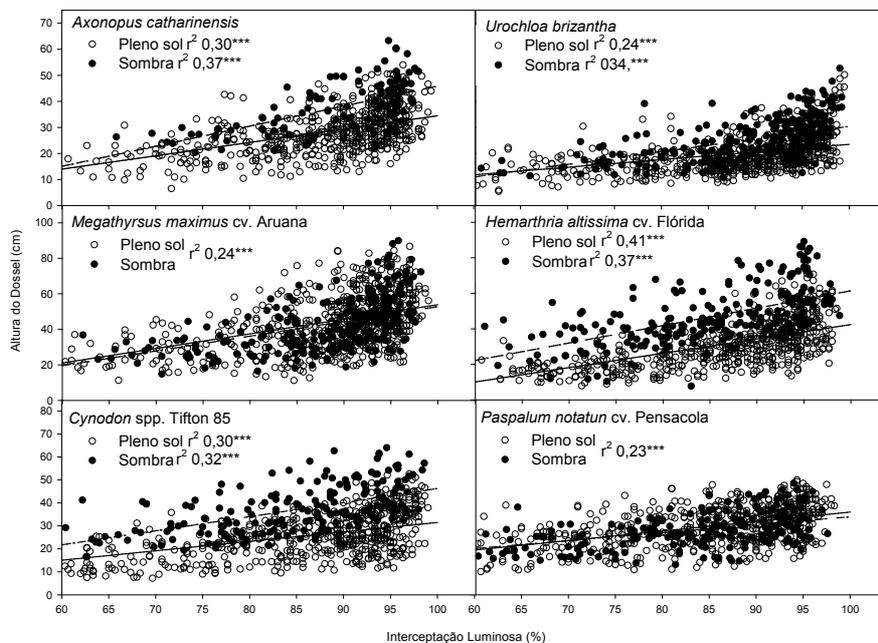
### Resultados e discussão

Ocorreram diferenças nos coeficientes angulares das curvas entre os anos ( $P < 0,04$ ) para as cultivares Marandu, Aruana e Pensacola, bem como na distância dos interceptos entre as curvas para todas as espécies ( $P < 0,05$ ). O terceiro ano apresentou as maiores alturas do dossel. Contudo, como as respostas para N e sombreamento tiveram a mesma magnitude, independente do ano, os dados dos três anos foram utilizados em um único modelo para analisar o efeito de sombra e N. Os coeficientes angulares das curvas para o efeito do N e do sombreamento não foram significativas ( $P > 0,06$ ), e todos os modelos puderam ser testados sem interação. O nitrogênio influenciou a altura da cv. Aruana e da *A. Catharinesis*, em ambos os sistemas (i.e. pleno sol vs. arborizado), e a cv. Flórida no sistema pleno sol ( $P < 0,02$ ). Maiores valores de altura foram observados nas parcelas sem adubação nitrogenada. Segundo Mesquita et al. (2010), o N teria efeito apenas na velocidade em que o dossel atinge 95% de IL, pois acelera as taxas de aparecimento e expansão de tecidos (PAIVA et al., 2012), não alterando, assim, a altura em função da IL. Neste trabalho, contudo, o efeito do N foi dependente do fator espécie para a altura em função da IL. Na comparação entre sistemas não ocorreram diferenças entre os coeficientes angulares das curvas, exceto para a cv. Marandu. Contudo, considerou-se o modelo sem interação para verificar a distância entre interceptos. O sombreamento não influenciou a altura das forrageiras cv. Aruana e cv. Pensacola, sendo gerado apenas um modelo para essas forrageiras (Figura 1,)  $P > 0,26$ ). Para todas as outras espécies ocorreu elevação das alturas

quando cultivadas em associação com as árvores ( $P < 0,01$ ). *A. catharinesis* apresentou elevação de  $8,4 \pm 0,82$  cm, cv. Marandu de  $5,2 \pm 0,52$ , cv. Flórida de  $17,3 \pm 0,94$  e Tifton 85 de  $12,6 \pm 0,74$  (Figura 1). Assim como ocorre com o N, o efeito do sombreamento sobre a altura é distinto entre as espécies. O efeito da redução do fluxo de fótons, como da alteração da qualidade da luz, pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento das espécies como, por exemplo, a elevação de colmos, a alteração da área foliar específica e o comprimento de folhas (BALLARÉ; CASAL, 2000). Contudo, existem respostas variadas entre as espécies de plantas em resposta à restrição de luz, sendo algumas espécies mais adaptadas que outras (FRANKLIN, 2008). Tais resultados demonstram que a altura pode ser utilizada como ferramenta de uso indireto da interceptação luminosa para a frequência de corte de pastagens arborizadas. No entanto, as espécies que apresentam alterações na estrutura em função do sombreamento terão suas alturas de corte elevadas comparadas às condições de sol pleno.

### Conclusões

A resposta da altura do dossel da pastagem em função do sombreamento e da adubação nitrogenada é variável em função da espécie forrageira avaliada. O manejo por IL em sistemas arborizados pode ser utilizado, mas a altura de corte poderá ser mais elevada para as espécies que são influenciadas pelo sombreamento.



**Figura 1.** Altura do dossel forrageiro (cm) de espécies forrageiras tropicais em função da interceptação luminosa (%). \*\*\*  $P < 0,001$ .  $r^2$  indica o coeficiente de determinação da análise de regressão. Linha pontilhada representa regressão para Pleno sol e linha contínua para Sombra. Apenas uma linha contínua no caso de não significância para a ANCOVA entre os sistemas.

### Agradecimentos

Ao suporte técnico de Giliardi Stafin, Sandoval Carpinelli e Pedro Paulo Pomkerner, bem como dos demais bolsistas de iniciação científica do IAPAR. Aos pesquisadores Dr. Vanderley Porfírio-da-Siva, Dr. José Luiz Moletta, Prof. Paulo C. de F. Carvalho e Prof. Anibal de Moraes pela colaboração na concepção do experimento. O presente trabalho faz parte de um acordo de cooperação (Nº 21500.10/0008-2) entre o IAPAR e a Embrapa Florestas e tem recebido apoio financeiro do CNPq (Repena).

### Referências

- BALLARÉ, L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crop Research**, v. 67, p. 149-160, 2000.
- BEAUDET, M.; HARVEY, B. D.; MESSIER, C.; COATES, K. D.; POULIN, J.; KNEESHAW, D. D.; BRAIS, S. Forest ecology and management managing understory light conditions in boreal mixedwoods through variation in the intensity and spatial pattern of harvest : a modelling approach. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, p. 84–94, 2011.
- FRANKLIN, K. A. Shade avoidance. **New Phytologist**, Cambridge, v. 179, p. 930-944, 2008.
- MESQUITA, P.; SILVA, S. C.; PAIVA, A. J.; CAMINHA, F. O.; PEREIRA, L. E. T.; GUARDA, V. D.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Structural characteristics of marandu palisadegrass swards subjected to continuous stocking and contrasting rhythms of growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, p. 23-30, 2010.
- PACIULO, S. D.; CAMPOS, N. R.; AUGUSTO, C.; GOMIDE, M. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, p. 917–923, 2008.
- PAIVA, A. J.; CARNEIRO, S.; ELGALISE, L.; PEREIRA, T.; GUARDA, D. A.; PEREIRA, P. D. M.; CAMINHA, F. O. Structural characteristics of tiller age categories of continuously stocked marandu palisade Grass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, p. 24-29, 2012.
- PALMA, J. H. N.; GRAVES, A. R.; BUNCE, R.G . H.; BURGESS, P. J.; DE FILIPPI, R.; KEESMAN, K. J.; VAN KEULEN, H.; LIAGRE, F.; MAYUS, M.; MORENO, G.; REISNER, Y.; HERZOG, F. Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 119, p. 320-334, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R. Disponível em: <<http://www.rproject.org/>> .

SILVA, S. C. da, CARVALHO, P. C. F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropic/subtropics. In: MCGILLOWAY, D. A. (Ed.). **Proceedings of XX International Grassland Congress** (, 2003, Dublin: editora, 2003. p. 81-95.