

Relação entre o fluxo luminoso interceptado em diferentes épocas no índice de área foliar de diferentes forrageiras

Relationship between luminous flux intercepted at different times in leaf area index of different forages

Bernardo Melo Montes Nogueira Borges^{1*}; Laurêncio Caetano da Silva Júnior²; Fábio Teixeira Lucas³; Wilson Jesus da Silva⁴

Resumo

Objetivou-se avaliar o índice de área foliar de 6 diferentes gramíneas forrageiras. O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação Tecnológico de Uberaba utilizando delineamento em blocos ao acaso em parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas foram semeadas: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraes, *Cynodon dactylon* hb. Tifton e nas subparcelas, dez épocas de avaliação em esquema fatorial 6 x 10 com quatro repetições. Foram avaliados os índices de área foliar de cada forrageira em diferentes épocas do ano. Comparadas com as outras espécies forrageiras, o *Panicum maximum* apresentou maior índice de área foliar quando submetido à adubação periódica e irrigação. Apenas no final do outono a braquiária xaraés apresentou IAF maior, mas, não diferenciou estatisticamente das demais.

Palavras-chave: Área foliar, épocas, gramíneas

Abstract

The objective was to evaluate the leaf area index of six different grasses. The experiment was installed at the Instituto Federal de Tecnologia e Educação of Uberaba, using a randomized block design with split plots in time. The plots were sown: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombasa, *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraes, *Cynodon dactylon* hb. Tifton and the plots, ten seasons of evaluation in 10 x 6 factorial arrangement with four replications. Rates of leaf area of each forage at different times of year were evaluated. Compared to other forage species, *Panicum maximum* had a higher leaf area index when subjected to periodic fertilization and irrigation. Only in the late fall *Brachiaria Xaraés* IAF had increased, but did not differ significantly from the others.

Key words: Leaf area, times, grass

¹ Engº Agrº, Mestrando em Agronomia do Programa de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus Jaboticabal. E-mail: bernardoborges@aol.com

² Engº Agrº. E-mail: laurenciojr@hotmail.com

³ Engº Agrº, Mestrando em Agronomia do Programa de Ciência do Solo da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus Jaboticabal. E-mail: fabiotlucas@hotmail.com

⁴ Engº Agrº, Pesquisador aposentado da EPAMIG. E-mail: wilson@epamig.br

* Autor para correspondência

Introdução

O regime de luz que determina o fotoperíodo exerce marcante influência no crescimento e reprodução das plantas forrageiras. A quantidade de energia disponível para a produção forrageira varia com a latitude, hora do dia, estação do ano e nebulosidade (BLACK, 1957; FAGUNDES et al., 2006). Onde uma época de alta nebulosidade pode influenciar no índice de área foliar das forrageiras.

Desde que os demais fatores (temperatura, água e nutrientes) permaneçam favoráveis, o máximo da produção será obtido com a maior eficiência de utilização da energia luminosa pelas folhas. A captação de luz pelos caules, pecíolos, bainhas e inflorescência, contribuem em diferentes graus para a economia da planta (BROWN; BLASER, 1968), mas sua avaliação geralmente não é considerada no cômputo da fotossíntese global das pastagens.

Mesmo as forrageiras sendo consideradas “plantas de sol” não se invalida a utilização de algumas em exploração juntamente ao eucalipto, integração silvo-pastoril. Por algumas apresentarem um comportamento satisfatório a baixos índices de luminosidade, onde a sombra do eucalipto representaria um dia de alta nebulosidade.

A área foliar, após pastejo ou corte, deve ser suficiente para uma completa interceptação da luz (BROUGHAM, 1956b; FAGUNDES et al., 2001).

As pastagens em que predominam espécies de hábito prostrado ou decumbente, com alto coeficiente de extinção, são menos atingidas em sua área foliar pelo pastejo ou corte. A razão de crescimento das plantas aumenta na medida em que aumenta a área foliar, até que a quase totalidade da luz incidente seja interceptada (YOUNGNER, 1972, FAGUNDES et al., 1999).

Objetivou-se relacionar o fluxo luminoso interceptado pelas forrageiras ao índice de área foliar, em diferentes épocas de coleta.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação Tecnológico de Uberaba, 19°44' S, 47°56' W e altitude de 738 m.

A região de Uberaba possui clima tipo Aw, segundo Köppen, apresentando insolação média diária de 7,2 horas, sendo a máxima média diária de 9,4 horas na primavera e a mínima média diária de 5,8 horas no verão. O fotoperíodo anual é de 3.691,4 horas em termos médios, com 113.447,6 w/m² de radiação solar, precipitação pluviométrica anual média é de 1.684,6 mm. A temperatura média da região é de 21,4 °C, apresentando nos meses mais quentes média de 23,2 °C e nos mais frios, média de 19,4 °C. A umidade média relativa do ar é de 71,4 %, conforme dados obtidos na Estação Climatológica Principal de Uberaba – EPAMIG/ INMET (2010).

A correção inicial da fertilidade do solo foi feita de acordo com análise do solo, aplicando-se à base de 250 kg de P₂O₅/ha antes do plantio e mais 250 Kg de P₂O₅/ha após o 5º corte. Após cada corte, dos 10 realizados, aplicou-se 45 kg/ha de N e 80 kg/ha de K₂O, perfazendo um total de 450 kg de N e 800 kg de K₂O.

A determinação de quando irrigar foi feita pelo balanço de água no solo:

$$f_i = f(i - 1) + E_{ti} - P_{ei} - I_i$$

em que: f_i é a lâmina d'água consumida até o dia “i” em mm.

$f(i-1)$ é a lâmina d'água consumida até o dia anterior em mm.

E_{ti} é a evapotranspiração da planta no dia i em mm.

P_{ei} é a precipitação efetiva no dia i em mm.

I_i = lâmina real de irrigação aplicada no dia i em mm.

O balanço de água no solo foi feito diariamente e, quando o valor de “ f_i ” atingiu o valor pré-

estabelecido, a irrigação foi realizada. Utilizou-se a evapotranspiração de referência (ET_o), calculada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) para determinar a lâmina d'água que foi aplicada durante a execução do experimento.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso em parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas foram colocadas as gramíneas: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraes, *Cynodon dactylon* hb. Tifton 85 e nas subparcelas, dez épocas de avaliação, ou seja: 20, 57, 104, 133, 162, 199, 251, 287, 322 e 352 dias após o plantio. Os cortes foram feitos de acordo com o manejo ideal de cada forrageira, em esquema fatorial 6 x 10 com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de 50m² (10m x 5m) sendo a área total de 1.200 m². O plantio teve início no dia 29 de novembro de 2007.

As características das gramíneas em função da época de avaliação (corte) foram submetidas à análise de variância, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade e os efeitos quantitativos ajustados a um modelo matemático de regressão.

A área foliar foi estimada medindo-se o comprimento e a largura de todas as folhas colhidas em cada parcela. Um fator de correção foi determinado, utilizando-se 100 folhas de cada forrageira. Fez-se a correção, medindo-se o valor real da área de cada folha, através do medidor foliar Δ devidos correlacionando-a com o produto do comprimento (C) e da largura (L) da mesma folha, através de análise de regressão passando pela origem. O fator de correção encontrado para as seis forrageiras foi igual a 0,75. Posteriormente, aplicou-se a seguinte expressão:

$$Af = 0,75 \sum_{i=1}^n (Ci * Li)$$

em que: **n** é o número total de folhas de uma planta de cada parcela,

Af é a área foliar em dm².

O índice de área foliar foi determinado para cada parcela através da fórmula:

$$IAF = Af/At$$

em que, **At** é a área das projeções das folhas das forrageiras em dm².

Os dados meteorológicos foram obtidos da seguinte forma:

Luz incidente (L₀), medida em luxímetro, calibrado pelo Laboratório de Calibração Instrutherm, colocado acima da planta sem qualquer interferência;

Luz transmitida (L_t), medida em luxímetro, igualmente colocado próximo ao solo, abaixo da última folha, e nas posições norte, sul, leste e oeste.

Com os dados do fluxo de luz solar incidente e transmitida e o índice de área foliar, determinou-se o coeficiente de extinção (KI) da planta nas suas diferentes fases de crescimento e desenvolvimento, totalizando a expressão:

$$KI = - \frac{Ln\left(\frac{L_t}{L_o}\right)}{IAF}$$

O fluxo luminoso solar interceptado pelas folhas, perfilhos e estolões foi calculado pela seguinte equação:

$$Li = Lo (1 - e^{-KI \cdot IAF})$$

As informações meteorológicas foram submetidas à análise de regressão polinomial. Como foi utilizada a irrigação por aspersão em malha, mantendo o solo com capacidade de campo a 60%, os únicos fatores limitantes foram temperatura, luminosidade e ataque de pragas e doenças.

Foi feita uma correlação entre as avaliações da

planta e dos dados meteorológicos, quando se procurou identificar as limitações climáticas à produção potencial de cada gramínea forrageira. Através dos resultados foram eleitas espécies de maior potencial, onde sua arquitetura ainda pode ser melhorada, podendo captar mais luz solar, considerando que a luz é um dos fatores limitantes na produção das forrageiras.

Resultados e Discussão

Verificou-se que valores do IAF na cultivar (cv.) Basilisk (decumbens), na cv. Marandu, na cv. Mombaça, na cv. Tanzânia, na cv. Xaraes e no híbrido Tifton (Tabela 1, Figura 1) foram superiores aos encontrados por Fagundes et al. (1999), 0,21 a 3,71, quando estudaram índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp* sob diferente intensidade de pastejo.

Humphreys (1991) afirmou que os valores críticos de IAF para pastagens, situa-se, normalmente entre 3 e 5, sendo que nesta faixa a interceptação luminosa seria de cerca de 95%. Esses valores são inferiores aos da Tabela 1 e da Figura 1 porque os trabalhos foram realizados com o grupo *Cynodon*, apenas.

Observou-se nos dados uma estreita correlação entre o fluxo luminoso e IAF em todas forrageiras avaliadas (Figura 1). Madakadze et al. (1998) mostraram esta íntima relação entre a intensidade luminosa e o IAF, afirmando que um aumento no IAF resulta concomitantemente em aumento no fluxo luminoso interceptado.

É fato amplamente reconhecido que quando o pasto intercepta 95% da luz incidente obtém-se um valor de IAF crítico. Neste valor crítico a taxa de crescimento de qualquer forrageira estaria próxima do seu valor máximo (BROUGHAM, 1956b; DA SILVA; PEDREIRA, 1997). Com exceção do híbrido Tifton, todas as forrageiras avaliadas neste experimento e nas épocas que não eram no final da primavera e no verão, apresentaram 95% de interceptação do fluxo luminoso. Brougham (1956a) afirmou que, relacionando IAF e o fluxo luminoso interceptado (Li) obtém-se o IAF crítico em torno de 5,0, onde 95% do fluxo de luz é interceptado. As épocas de avaliação no final da primavera e até meados do verão apresentaram intensidades luminosas de 95% e, conseqüentemente, IAF menor de 5 devido maiores coberturas do céu por nuvens.

Tabela 1. Índice de área foliar (IAF) para cada época de corte de seis forrageiras em regime de corte sob irrigação.

Época- Data	Decumbens	Marandu	Mombaça	Tanzania	Xaraes	Tifton
1 – 19/12/2007	4,32 Bc	2,62 Ec	8,48 ABb	3,58 Bc	8,02 Aa	2,36 Aa
2 – 25/01/2008	8,1 Ab	7,33 ABCbc	6,9 ABbc	6,61 ABbc	5,40 Aab	4,20 Aa
3 – 12/03/2008	5,10 ABb	4,63 BCDEbc	5,53 BCb	6,97 ABb	6,08 Aa	1,41 Aa
4 – 10/04/2008	6,77 ABb	2,73 Ec	5,52 BCbc	5,48 ABbc	6,67 Aa	3,40 Aa
5 – 09/05/2008	6,33 ABbc	4,12CDEbc	7,29 ABb	6,49 ABbc	7,37 Aa	3,49 Aa
6 – 15/06/2008	5,14 Bbc	3,24 Ebc	2,94 Cc	3,63 Bc	5,22 Ab	3,21 Aa
7 – 16/08/2008	5,64 ABb	6,69 ABCDb	5,23 BCb	7,12 ABb	7,27 Aa	1,31 Aa
8 – 11/09/2008	5,56 ABbc	8,08 ABab	9,21 Aa	7,13 AB abc	4,86 Aab	4,37 Aa
9 – 16/10/2008	7,72 ABb	7,69 ABCb	7,23 ABb	8,48 Ab	5,40 Aab	2,46 Aa
10 – 15/11/2008	8,71 Aab	8,53 Aab	9,89 Aa	9,04 Aab	6,26 Aab	3,34 Aa

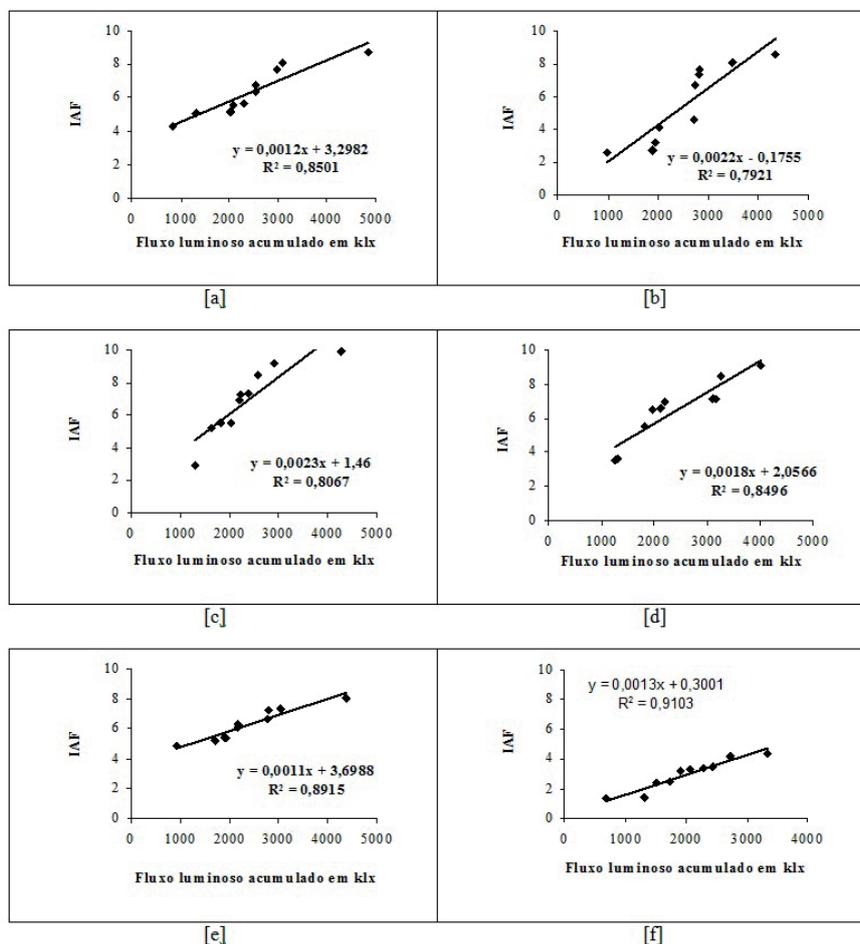
CV(1) = 16,96; CV(2) = 12,82

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical (Época de avaliação) e pela mesma letra minúscula na horizontal (Forrageiras) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Segundo Gobbi et al. (2009), a *Brachiaria decumbens* cv Basilisk é uma forrageira de potencial para avaliação em sistema silvipastoril, por apresentar transmissão luminosa em torno de 50% da radiação fotossinteticamente ativa, sem grandes

variações do índice de área foliar em sombreamento. Entretanto, no presente trabalho pode-se observar que, o índice de área foliar fora alterado de acordo com a época do ano em quase todas as forrageiras.

Figura 1. (a, b, c, d, e, f) – Relação entre o fluxo de luz interceptado acumulado (klx) e o índice de área foliar (IAF) das forrageiras: Decumbens[a], Marandu[b], Mombaça[c], Tanzânia[d], Xaraes[e] e Tifton[f], em dez épocas de avaliação: (1) 19/12, (2) 25/01, (3) 12/03, (4) 10/04, (5) 09/05, (6) 15/06, (7) 06/08, (8) 11/09, (9) 16/10, (10) 15/11, nos anos 2007 e 2008.



Segundo Cooper (1983) as diferenças entre as forrageiras devem-se ao tamanho de folhas, ângulo de inserção entre a folha e o caule, rigidez das folhas, que podem afetar sua estrutura e, conseqüentemente, o IAF, Li e o acúmulo de matéria seca. Introduziu-se então o conceito de índice de área foliar no manejo de pastagens, pela necessidade de mudança nas características fotossintéticas, na agricultura,

composição botânica das forrageiras e em sua arquitetura.

Com relação ao índice de área foliar (IAF) no final de cada estação, verificou-se que no final do Inverno a forrageira com maior IAF foi a *Panicum maximum* cv. Mombaça, e no fim do outono, o maior IAF foi encontrado na *Brachiaria brizantha*,

cv Xaraes. Nos meses mais quentes os *Panicum maximum* apresentaram IAF maior para cv. Mombaça no fim da primavera e para cv. Tanzania no fim do verão. Estes resultados concordam com os de Fagundes et al. (2006) que relataram existir um menor desenvolvimento das forrageiras nos períodos mais frios do ano.

As forrageiras *Panicum maximum* apresentaram maior índice de área foliar quando submetidos à adubação periódica e irrigação. Apenas no final do outono a braquiária xaraés apresentou IAF maior, mas, não diferindo estatisticamente das demais.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BLACK, J. N. The influence of varying light intensity on the growth of herbage plants. *Herb. Abstr.*, Farnham Royal, v. 27, n. 2, p. 89-98, June 1957.
- BROUGHAM, R. M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956a.
- _____. Effect of intensity of defoliation on regrowth. *Herb. Abstr.*, Farnham Royal, v. 38, n. 1, p. 1-9, mar. 1956b.
- BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. *Herb. Abstr.*, Farnham Royal, v. 38, n. 1, p. 1-9, mar. 1968.
- COOPER, J. P. Physiological and morphological advances for forage improvement. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, 1981. *Proceedings...* Lexington: Westview Press, Boulder CO., 1983.
- DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. *Anais...* Jaboticabal: UNESP, FCAV/FUNEP, 1997. p. 1-62.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS; INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA- EPAMIG/INMET. *Estação climatológica principal de Uberaba: dados climáticos de Uberaba*. Uberaba: [s.n.], 2010.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.
- FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon* spp. Sob diferentes intensidades de pastejo. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1141-1150, out./dez. 1999.
- FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SBRISSIA, A. F.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 187-195, 2001.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, G.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 38, n. 9, p. 1645-1654, set. 2009.
- HUMPHREYS, L. R. *Tropical pasture utilization*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 206 p.
- MADAKADZE, I. C.; COULMAN, B. E.; PETERSON, P.; STEWART, K. A.; SAMSON, R.; SMITH, D. L. Leaf area development, light interception, and yield among switchgrass populations in a short-season area. *Crop Science*, Madison, v. 38, n. 3, p. 827-834, 1998.
- YOUNGNER, V. B. Physiology of defoliation and regrowth. In: YOUNGNER, V. B.; McKELL, C. M. (Ed.). *The biology and utilization of grasses*. New York: Academic, 1972. p. 293-303.