

# ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS EM RELAÇÃO AO FLUXO LUMINOSO SOLAR INTERCEPTADO

WILSON JESUS DA SILVA<sup>1</sup>, LAURÊNCIO CAETANO DA SILVA JUNIOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Dr. em Agronomia, pesquisador EMBRAPA/EPAMIG, Uberaba – MG,  
Fone: (34)3317-7601, Wilson@epamiguberaba.com.br

<sup>2</sup> Bolsista PIBIC FAPEMIG/EPAMIG, Estudante de Agronomia, FAZU, Uberaba-MG

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as forrageiras tropicais Basilisk, Marandu, Xaraes, Mombaça, Tanzânia e Tifton submetidas a diferentes intercepções de fluxo luminoso (Li) proporcionadas pelas próprias forrageiras. Foram feitos 10 cortes específicos para cada forrageira, determinando-se massa fresca, área foliar, número de perfilhos e estolões, altura de planta e matéria seca final (MSf). Os elementos do crescimento e da qualidade das forrageiras foram correlacionados com o Li. Os valores do Li variaram de 73,89 a 97,05 %; de 79,95 a 99,18 %; de 87,49 a 99,48 %; de 78,06 a 97,78 %; de 62,15 a 98,75 %; de 66,93 a 91,86 % nas cultivares: Basilisk, Marandu, Xaraes, Mombaça, Tanzânia e no híbrido Tifton-85, respectivamente. Os Li provocaram os maiores índices de área foliar (IAF), mas pouco influenciou na taxa de crescimento relativo. Na taxa de assimilação líquida, na razão de área foliar (RAF), no peso específico, na proteína bruta, na fibra houve uma reação inversa, ao aumento do Li. A forrageira Basilisk foi a que mais respondeu aos efeitos do Li com a produção de 51 t ha<sup>-1</sup> de MSf e o Tifton a menor produção de 29 t ha<sup>-1</sup>. Concluiu-se que existe uma relação direta entre o Li na produção de MSf, no IAF e na RAF das forrageiras avaliadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** fenologia, índice de área foliar, razão de área foliar.

## ANALYSIS OF GROWTH OF TROPICAL FORAGE ON THE SOLAR LUMEN INTERCEPTED

**ABSTRACT:** The objective was to assess the tropical forage Basilisk, Marandu, Xaraes, Mombasa, Tanzania and Tifton under different interception of solar flux light (Li) offered by own forage. 10 cuts were made for each forage, by providing fresh weight, leaf area, number of tillers and stolons, plant height and dry matter (DM). The elements of growth and quality of forage were correlated with the values of Li. The values of Li ranged from 73.89 to 97.05%, 79.95 to 99.18%, 87.49 to 99.48%; 78.06 to 97.78%, 62.15 to 98.75%, 66.93 to 91.86% in cultivars: Basilisk, Marandu, Xaraes, Mombasa, Tanzania and the hybrid Tifton-85, respectively. The Li caused the highest leaf area index (LAI), but little influence on relative growth rate. In net assimilation rate in leaf area ratio (LAR), the specific weight in the crude protein in the fiber had a reverse reaction, the increase in forage Li. The Basilisk was the most responded to the effects of Li with the production of 51 t ha<sup>-1</sup> of DM and Tifton to lower production of 29 t ha<sup>-1</sup>. It concluded that a direct relationship between the Li in the production of DM, the LAI and the LAR of forage evaluated.

**KEY WORDS:** phenology, leaf area index, leaf area ratio

**INTRODUÇÃO:** A análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que 90 %, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento resultam da atividade fotossintética, o restante é da absorção de nutrientes do solo. Como o crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, em função da acumulação de material resultante da fotossíntese líquida, esta passa a ser o aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento. Pretendeu-se com este trabalho avaliar a influência do fluxo luminoso solar sobre o crescimento e desenvolvimento das gramíneas forrageiras *Brachiaria decumbens* cultivar (cv) Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv Marandu, *Brachiaria brizantha* cv Xaraes, *Panicum maximum* cv Mombaça, *Panicum maximum* cv Tanzânia e *Cynodon dactylon* híbrido (hb) Tifton-85.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento que originou os resultados da pesquisa foi conduzido na Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (MG), latitude 19° 44', longitude 46° 51'e altitude 738 m.

A correção inicial da fertilidade do solo foi feita de acordo com análise do solo, aplicando-se à base de 250 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> antes do plantio e mais 250 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> após o 5º corte. Após cada corte, dos 10 realizados, aplicou-se 45 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, perfazendo um total de 450 kg ha<sup>-1</sup> de N e 800 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

O balanço de água no solo foi feito diariamente e, quando o valor da lâmina d'água atingiu o valor pré-estabelecido, a irrigação foi realizada. Utilizou-se a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), 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 forrageiras e nas subparcelas, dez épocas de avaliação, ou seja: 20, 57, 104, 133, 162, 199, 251, 287, 322 e 352 dias após o plantio, em esquema fatorial 6 x 10 com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de 50 m<sup>2</sup> (10m x 5m) sendo a área total de 1.200 m<sup>2</sup>. O plantio teve seu início no dia 29 de novembro de 2007.

As características avaliadas 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.

As amostragens foram realizadas em 10 cortes para que se pudesse processar 10 avaliações. Os cortes foram feitos com alturas determinadas, como cv Basilisk quando atingiu 40cm, foi rebaixada para 20cm; cv Marandu quando atingiu 40cm, foi rebaixada para 20cm; cv Mombaça quando atingiu 90cm, foi rebaixado para 40cm; cv Tanzânia quando atingiu 70cm, foi rebaixada para 30cm; cv Xaraes quando atingiu 40cm, foi rebaixada para 20cm; hb Tifton-85 quando atingiu 20cm, foi rebaixado para 10cm.

Nas amostras de cada corte, foi pesada a matéria fresca de 3m<sup>2</sup> do interior da parcela e três plantas previamente identificadas foram colhidas e levadas para o laboratório onde se determinou a massa fresca, número de perfilhos vivos e mortos, comprimento dos perfilhos, largura e comprimento das folhas e área foliar. A medição da lâmina foliar foi feita até o aparecimento da lígula. A lâmina emergente foi medida a partir do seu ápice até a lígula da última folha expandida. Foram medidos, também: altura de planta; número de perfilhos e estolões; número de folhas vivas e mortas por perfilho. Em seguida, as três plantas de cada forrageira foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em 65 °C por 72 horas, ou até o peso constante, em estufa com ventilação forçada. Após a secagem o material era resfriado por uma hora e pesado novamente podendo assim determinar sua massa seca. Em seguida era moído e acondicionado em vidros para análise bromatológica, determinando-

se a matéria seca a 105 °C, proteína bruta (%), fibra em detergente ácido (%) e fibra em detergente neutro (%). Uma vez determinado a matéria seca a 65 °C e 105 °C determinou-se a matéria seca final.

A área foliar (Af) 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  $\Delta$ deftadevices 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

$$\text{expressão: } Af = 0,75 \sum_{i=1}^n (Ci - Li)$$

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

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

$$IAF = Af/At$$

em que: At é a área das projeções das folhas das forrageiras na mesma unidade da Af.

De posse dos dados de área foliar e da matéria seca, procederam-se os cálculos de alguns parâmetros fisiológicos para análise de crescimento, utilizando fórmulas matemáticas propostas por Evans (1972).

Em cada coleta de dados, foram realizadas as análises de variância para testar as significâncias de todos esses elementos de crescimento das plantas em relação aos elementos meteorológicos.

**Elementos do crescimento:** A taxa de crescimento absoluto (TCA), em g/dia, é a variação, ou incremento entre duas amostragens, ou seja:

$$TCA = [(MS_2 - MS_1) / (t_2 - t_1)]$$

em que: MS<sub>2</sub> é a massa seca da forrageira analisada no corte atual, em g; MS<sub>1</sub> é a massa seca da mesma forrageira do corte anterior, em g; t<sub>2</sub> é tempo de crescimento entre a época de corte atual, em dias; t<sub>1</sub> é o tempo de crescimento da época de corte anterior, em dias.

A taxa de crescimento relativo (TCR) é qualquer incremento em massa, altura ou área foliar ao longo de um determinado período, estando diretamente relacionado ao tamanho alcançado ao longo do período anterior, ou seja:

$$TCR = [ \text{Ln}(MS_2) - \text{Ln}(MS_1) ] / (t_2 - t_1)$$

em que: TCR em g/g.dia; Ln é logaritmo natural.

A taxa de assimilação líquida (TAL) é o termo que expressa a taxa de fotossíntese líquida, em MS produzida, em gramas, por dm<sup>2</sup> de área foliar, por unidade de tempo, ou seja:

$$TAL = \frac{MS_2 - MS_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\text{Ln } Af_2 - \text{Ln } Af_1}{Af_2 - Af_1} \text{ em m}^2:$$

A Razão de área foliar (RAF), em m<sup>2</sup>/g, foi determinada através da razão entre os valores da área foliar total (Aft), em m<sup>2</sup>, e da matéria seca total (MSt), em g, obtidos em cada parcela do experimento e em cada avaliação:

$$RAF = Aft/MSt$$

A área foliar específica (AFE), em, m<sup>2</sup>/g, é a relação entre superfície foliar total (Aft) e a matéria seca das folhas. A área foliar específica é calculada através da razão entre a área foliar e a matéria seca das folhas:

$$AFE = Aft/MSf$$

O peso específico das folhas (PEF), em g/m<sup>2</sup>, é o inverso da área foliar específica e indica a espessura das folhas:

$$PEF = MSf/Af.$$

Elementos do fluxo de luz: Luz incidente (L<sub>0</sub>), 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 transmitido e o índice de área foliar, determinou-se o coeficiente de extinção ( $K_l$ ) da planta, segundo a lei de Beer, nas suas diferentes fases de crescimento e desenvolvimento, totalizando a expressão:

$$K_l = - [Ln(L_t/L_o)] / IAF .$$

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

$$L_t = L_o (1 - e^{-K_l \cdot IAF}) .$$

O acompanhamento do experimento foi de maneira que os únicos elementos limitantes foram os de ordem climática. As informações meteorológicas foram submetidas a uma análise de regressão e ajustadas a um modelo matemático.

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 forrageira. E através dos resultados foram eleitas espécies de maior potencial, sugerindo aos melhoristas, em forragicultura, trabalhos de melhoria da arquitetura das plantas no sentido de captar mais energia e luz solares, considerando que a luz e a temperatura sejam limitantes ao desenvolvimento das forrageiras avaliadas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores do fluxo luminoso interceptado determinados no experimento variaram de 73,89 a 97,05 %, na cv Basilisk, 79,95 a 99,18 % na cv Marandu, 87,49 a 99,48 % na cv Xaraes, 78,06 a 97,78 % na cultivar Mombaça, 62,15 a 98,75 % na cv Tanzânia, 66,93 a 91,86 % no hb Tifton, cujas médias se encontram na Tabela 1. Esses valores influenciaram nos elementos do crescimento e da qualidade das seis cultivares de forrageiras avaliadas, conforme se observa na Tabela 1 e isso mostra que o maior fluxo luminoso, nem sempre provoca maior aumento no IAF. O grupo panicum apresentou maior IAF com uma interceptação de 92,4 a 93,6 % de todo fluxo luminoso incidente. Mas dentro da relação encontrada por Fagundes et al.(1999) variou de 0,21 a 3,71, quando estudaram IAF, interceptação luminosa e acúmulo de pastagens de *Cynodon* spp sob diferentes intensidades de pastejos. Humphreys (1991) sugere valores críticos de 3 a 5 para o IAF e de 95 % de interceptação do fluxo luminoso. Madakadze et al.(1998) afirma existir uma íntima relação entre a intensidade luminosa e o IAF, mas existe uma propriedade de cada cultivar apresentando maior ou menor saturação em intensidade luminosa.

Percebe-se pela Tabela 1 que TCR pouco variou entre as cultivares avaliadas e isto indica que o fluxo luminoso após uma certa intensidade, pouco influenciou no crescimento relativo das cultivares avaliadas.

O grupo brachiaria apresentou maior resposta à interceptação do fluxo luminoso que o grupo panicum em relação a TAL. Já o Tifton-85 mostrou-se mais eficiente no aproveitamento a energia luminosa na TAL.

A RAF, o PEF, a PB e o FDN apresentaram respostas inversas ao fluxo luminoso. Isto porque, quanto maior o fluxo luminoso, menor área foliar é necessária pra produzir um grama de matéria seca. Gobbi et al. (2007) explica este fenômeno como sendo relacionado com a umidade e a temperatura do solo, favorecendo as taxas de mineração e ciclagem de nitrogênio e menores células das plantas que interceptam menos as intensidades luminosas. Embora a quantidade de nitrogênio na célula seja a mesma, as concentrações dele são maiores em plantas com menores intensidades luminosas interceptadas.

Sem restrições de água e fertilidade do solo, conseguiu-se uma produtividade em matéria seca final, de 51,09 t/ha, 48,00 t/ha, 42,73 t/ha, 42,45 t/ha, 33,26 t/ha e 28,92 t/ha, com as cultivares: Basilisk, Xaraes, Mombaça, Marandu, Tanzânia e com o híbrido Tifton-85,

respectivamente. Sendo que Soares et al.(2009) conseguiram em plena luz solar rendimentos em matéria seca:, 23,23 t/ha, 13,74 t/ha, 26,19 t/ha, 21,07 t/ha e 24,01 t/ha, com as cultivares: Basilisk, Mombaça, Marandu, Tanzânia e com híbrido Tifton-85, durante o período de agosto de 2006 a abril de 2007, sem irrigação e com correção da fertilidade do solo.

TABELA 1 – Efeito médio do fluxo luminoso interceptado (Li), em %, sobre as médias dos valores médios dos elementos de crescimento e qualidade nas cultivares das forrageiras: Basilisk, Marandu, Xaraes, Mombaça, Tanzânia e do híbrido Tifton-85. Uberaba (MG), de 29/11/2007 a 08/12/2008

Elementos do crescimento e qualidade	Basilisk	Marandu	Xaraes	Mombaça	Tanzania	Tifton
Li (%)	92,791	95,133	95,717	92,359	93,640	79,584
IAF	6,340	5,570	6,260	6,830	6,450	2,960
TCR (g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0,146	0,122	0,142	0,138	0,151	0,149
TAL (g m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	3,480	3,950	3,460	2,730	2,140	4,940
RAF (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	0,046	0,036	0,046	0,060	0,089	0,032
PEF (g m <sup>-2</sup> )	33,370	38,950	28,760	23,370	18,070	42,840
PB (%)	14,040	13,970	13,350	15,760	15,340	16,140
FDN (%)	68,050	67,830	69,520	70,010	70,940	74,010
MSf (t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	51,087	42,446	47,996	42,727	33,260	28,922

**CONCLUSÕES:** Existe relação direta entre o fluxo luminoso e a produção de matéria seca final das forrageiras tropicais: Basilisk, Xaraes, Marandu, Mombaça, Tanzânia, e Tifton-85. O conceito de índice de área foliar no manejo de pastagens surge pela necessidade de mudanças nas características fotossintéticas na agricultura e na composição botânica dos pastos, relacionando índice de área foliar e a interceptação do fluxo luminoso, como forma útil para a produção de forragens e desenvolver cultivares e práticas de manejo.

#### REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evaporation**. Bulletin 56, Rome:FAO, 1998, 301 p.
- EVANS, G. C. The quantitative analysis of plant growth. Blackweel Scientific Publications, London, 1972, 734 p.
- FAGUNDES, J. L.; DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.* sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1141-1150, 1999.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F. et al. Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk* submetida ao sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2007] (CD-ROM).
- HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture utilisation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 206p.
- MADAKADZE, I.C.; COULMAN, B.E.; PETERSON, P.; et al. Leaf area development, light interception, and yield among switchgrass populations in a short-season area. **Crop Science**, v.38, p.827-834, 1998.
- SOARES, A. B.; SARTO, L. R.; ADAMI, P. F.; et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.