

ACÚMULO DE GRAUS-DIAS EM FUNÇÃO DO CRESCIMENTO DE MOMBAÇA IRRIGADA SOB DIFERENTES ADUBAÇÕES

Fernanda Lamede Ferreira de Jesus¹, Fernando Campos Mendonça², Vitor Bispo de
Carvalho³, Artur Diaz Rodrigues de Oliveira³, Alan Henrique Santos Silva⁴, Tecla Ticiane
Félix da Silva⁴

RESUMO: O objetivo do trabalho foi correlacionar a soma térmica (graus-dias de desenvolvimento - GDD) com a altura do dossel e com o índice de área foliar da forrageira *Megathyrus maximus*. O experimento foi realizado entre agosto de 2017 e agosto de 2018, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Foram analisados 11 ciclos da cultura. O cálculo do acúmulo de graus-dias (GDD) foi feito em períodos variáveis por cada ciclo, de acordo com as indicações da interceptação luminosa (IL), estabelecendo-se o limite do GDD com a IL = 95% sendo o momento para o corte. Os dados foram agrupados em períodos diferentes conforme a fisiologia de crescimento das plantas. As correlações entre altura do dossel forrageiro (ADF), índice de área foliar (IAF) e acúmulo de graus-dias de desenvolvimento resultaram em modelos empíricos com ajustes de regressão linear aplicáveis, com altos coeficientes de correlação para todos os tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: nitrogênio, boro, temperatura base.

ACUMULATION OF DEGREES IN THE FUNCTION OF GROWTH OF IRRIGATED MOMBAÇA UNDER DIFFERENT FERTILIZERS

ABSTRACT: The objective of this work was to correlate the thermal sum (degree-days of development) with canopy height and leaf area index of the forage *Megathyrus maximus*. The experiment was conducted between August 2017 and August 2018 at the Luiz de Queiroz

¹ Professora, Instituto Federal de Mato do Grosso do Sul, IFMS, Campus Ponta Porã, Ponta Porã, MS, Brasil. E-mail: fernandalamede@ups.br

² Professor, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Departamento de Engenharia Biosistemas, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: fernando.mendonca@usp.br

³ Graduandos em Engenharia Agrônômica, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

⁴ Mestrandos em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, PE. Departamento de Engenharia Agrícola. Av. D. Manoel de Medeiros, SN; Dois Irmãos, Recife, PE; CEP: 52171-900. E-mail: alan_henriquesilva@outlook.com; teclaticiane12@hotmail.com

School of Agriculture (ESALQ/USP). 11 cycles of culture were analyzed. The degree-days accumulation (GDD) was calculated in varying periods per cycle, according to the light interception (LI) indications, establishing the GDD limit with the LI = 95% being the moment for the cut. Data were grouped in different periods according to plant growth physiology. Correlations between forage canopy height (H), leaf area index (LAI) and accumulation of degree days of development resulted in empirical models with applicable linear regression adjustments, with high correlation coefficients for all treatments.

KEYWORDS: nitrogen, boro, base temperature.

INTRODUÇÃO

Uma das limitações na produção de plantas forrageiras irrigadas está na determinação de parâmetros biométricos, como a altura ideal do relvado para a entrada de animais para pastejo. O crescimento das pastagens é influenciado por variáveis climáticas, principalmente a radiação solar e a temperatura ambiente. Um dos mais populares índices climáticos é o acúmulo de graus-dias de desenvolvimento (GDD), que é a soma de calor acima de uma temperatura basal, definida para cada cultura. Temperaturas abaixo desse limite fazem com que os processos metabólicos cessem ou ocorram a taxas tão baixas que podem ser desconsideradas para o desenvolvimento de plantas.

Um dos mais populares índices climáticos é o acúmulo de graus-dias de desenvolvimento (GDD), também conhecido por “soma térmica” ou “tempo térmico” que é a soma de calor acima de uma temperatura basal, definida para cada cultura (Bandeira et al., 2016). Temperaturas abaixo desse limite fazem com que os processos metabólicos cessem ou ocorram a taxas tão baixas que podem ser desconsideradas para o desenvolvimento de plantas. Há vários estudos sobre temperatura base para forrageiras tropicais, mas, de modo geral, utiliza-se como temperatura basal valores próximos a 15 °C (Moreno et al., 2014).

Em trabalho conduzido com Capim Mombaça na região Sudeste, interior do Estado de São Paulo, pode-se observar que uma boa correlação entre altura de plantas e a soma térmica. Assim como, os autores observaram que mesmo com um ciclo de corte 12 dias maior no outono/inverno em relação a primavera/verão o acumulado da soma térmica foi ligeiramente menor em cerca de 50 graus de desenvolvimento (Sanches et al., 2019).

Assim, o objetivo do trabalho foi correlacionar a soma térmica (graus-dias de desenvolvimento) com a altura do dossel e com o índice de área foliar da forrageira *Megathyrus maximus*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre agosto de 2017 e agosto de 2018, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba/SP (22° 42’ 14,6” S e 47° 37’ 24,1” W, altitude de 569 m). Segundo Köppen, o clima da região é do tipo Cwa – subtropical ou tropical de altitude, com verões quentes, geadas pouco frequentes e concentração de chuvas nos meses de verão. No segundo quarto trimestre experimental foram observadas as menores temperaturas, com soma térmica de 1750,6 °C, conforme Figura 1.

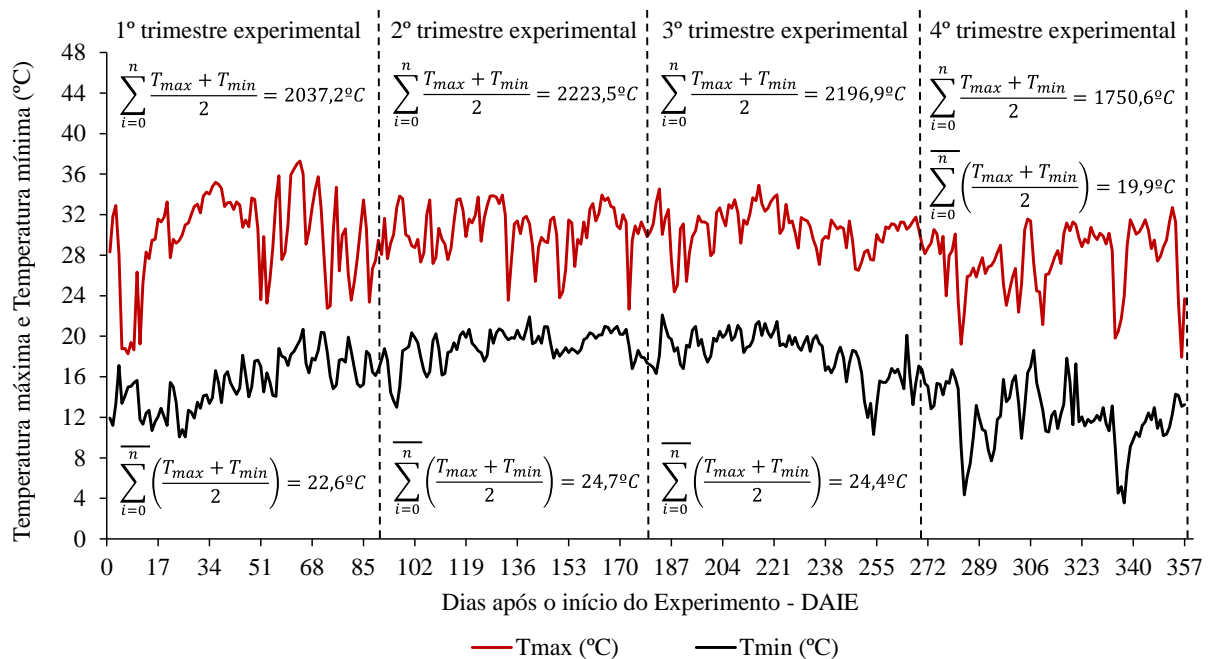


Figura 1. Valores de temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax) durante o período experimental, de 08/2017 a 08/2018. Piracicaba/SP.

A espécie forrageira utilizada foi a *Megathyrus maximum* cv. Mombaça com 11 ciclos de coleta durante um ano experimental, sendo 5 ciclos no outono/inverno e 6 ciclos na primavera verão. O experimento foi iniciado em 11 de agosto de 2017, mas a preparação da área começou 2 anos antes (2015), quando foi realizado o preparo do solo das parcelas, que incluiu aração, gradagem, controle de plantas invasoras, correção do pH e da fertilidade do solo, segundo o boletim 100 do IAC (Rajj et al., 1997). A implantação do capim tropicais ocorreu

entre outubro/novembro de 2015, com a semeadura do capim *Megathirus maximum* cv. Mombaça.

A irrigação das parcelas foi feita com um sistema de irrigação por aspersão convencional, com aspersores de baixa vazão e dispositivo setorial nos 4 cantos do experimento (irrigação em ângulo de 90°), individualizada por parcela. O cálculo do acúmulo de graus-dias foi feito em períodos variáveis por cada ciclo, de acordo com as indicações da interceptação luminosa, estabelecendo-se o limite do GDD com a IL = 95% sendo o momento para o corte. Os graus-dias de desenvolvimento (GDD) foram calculados conforme a Equação 1 (Arnold, 1959).

$$\text{GDD} = \frac{(\text{TM} + \text{Tm})}{2} - \text{Tb} \quad (1)$$

em que, TM - Temperatura máxima diária, em °C; Tm - Temperatura mínima diária, em °C e Tb - Temperatura base inferior, em °C.

De modo geral, a temperatura base inferior (Tb) de gramíneas tropicais de forma geral encontra-se entre 12 °C e 15 °C (Neto et al., 2002; Mendonça & Rassini, 2006; Andrade et al., 2016). No entanto, para maior precisão nos dados a Tb foi determinada através do menor desvio padrão em graus-dia de acordo com a Equação 2 (Yang et al., 1995).

$$\text{Tb} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Ti} \times \text{di}) \sum_{i=1}^n \text{di} - n \sum_{i=1}^n (\text{di}^2 \times \text{Ti})}{(\sum_{i=1}^n \text{di})^2 - n \sum_{i=1}^n \text{di}^2} \quad (2)$$

em que, Tb – temperatura base inferior, em °C; Ti – temperatura média de cada época específica; n – número de ciclos de corte; di – número de dias requerido para se alcançar um estágio de desenvolvimento em cada série de corte ou ciclo.

Desta forma, a temperatura basal inferior para o Mombaça foi de 14,1 °C. Os resultados obtidos foram processados com o auxílio da planilha eletrônica MS Excel®, com análise descritiva quantitativa e curva de regressão dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram agrupados em períodos diferentes conforme a fisiologia de crescimento das plantas: outono/inverno e primavera/verão. Devido ao crescimento da pastagem ser caracterizado pelo crescimento vigoroso no período das águas e um período de baixo crescimento, conhecido por entressafra da produção, os dados foram agrupados em: outono/inverno e primavera/verão. A soma térmica demonstrou um acumulado dia (em graus-dias) durante o período outono/inverno de 7,2 GDD e durante a primavera/verão foi 10,4 GDD, apesar de o acumulado total ter sido bem próximo de 289,9 e 291,1 GDD, outono/inverno e primavera/verão, respectivamente (Figura 2).

Os gráficos do Mombaça demonstram que, em condições climáticas semelhantes às do experimento, pastagens com essa forrageira apresentariam um comportamento linear e crescente do IAF e da ADF em função dos graus-dias e da soma térmica (Figura 2).

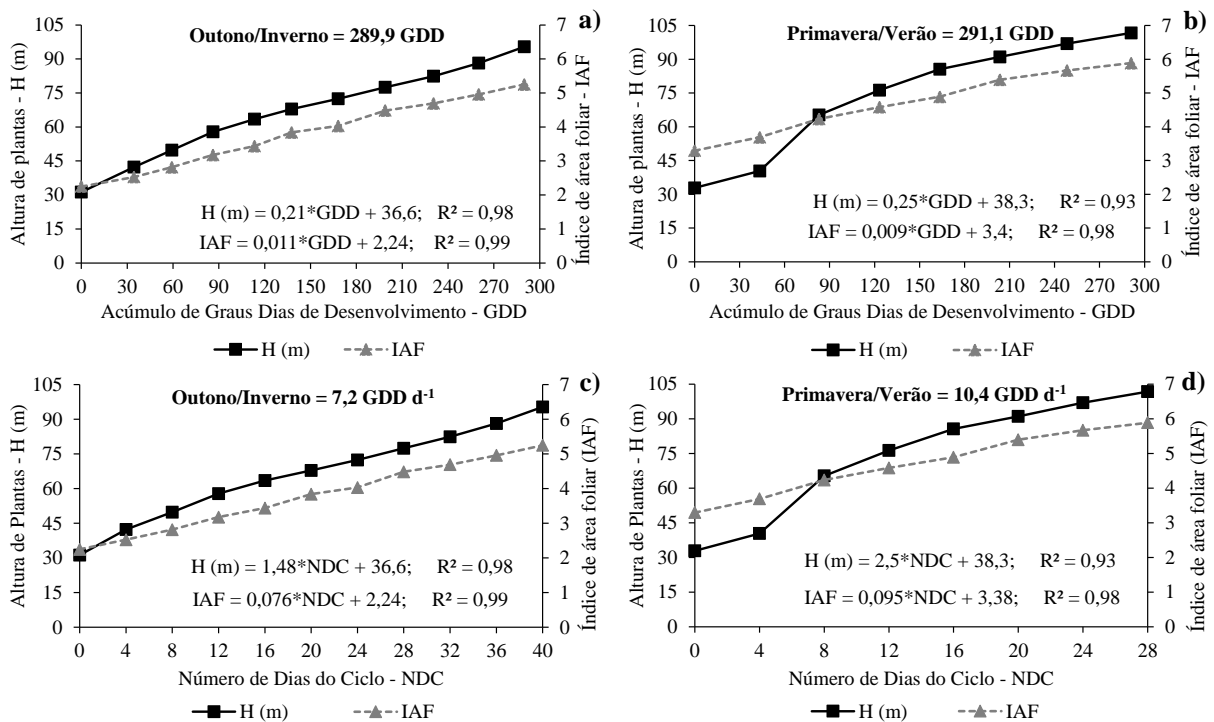


Figura 2. Capim Mombaça: Modelos médios empíricos para estimativa de altura de plantas (H) e Índice de Área Foliar (IAF) e função de Graus Dias de Desenvolvimento (GDD): a) outono/inverno; b) primavera/verão, e em função do Número de Dias do Ciclo (NDC); c) outono/inverno e d) primavera/verão. Piracicaba/SP, Brasil, 2017/2018.

Percebe-se uma relação direta entre o crescimento (altura do relvado – H) e a soma térmica (GDD) (Figura 2). Melo et al. (2011) observaram que as variações da temperatura do ar e da intensidade luminosa promovem alterações no tamanho e do número de folhas, na densidade de perfilhos e, conseqüentemente, na evolução do IAF e da ADF.

A simulação e os modelos explicam os efeitos da temperatura no crescimento de forragem de várias maneiras, e a maioria deles usam submodelos baseados em graus para simular o crescimento das plantas. Pouco ou nenhum crescimento é esperado para gramíneas tropicais quando as temperaturas estão entre 10 e 15 °C (Moreno et al., 2014). Dentre as características do gênero *Panicum* está o grande porte, podendo atingir entre 1,5 e 1,8 m de altura. Entretanto, a partir de certo ponto do ciclo, o crescimento ocorre devido ao alongamento de colmos. Observa-se um crescimento acentuado nos primeiros 90 GDD, tanto no outono/inverno quanto na primavera/verão, o que corresponde a aproximadamente aos 7 a 10 dias iniciais do ciclo (Figuras 3b e 3d). Tal fato, pode estar relacionado a adubação de cobertura realizada logo após ao ciclo de coleta, e ao pico de crescimento do capim Mombaça que normalmente ocorre nos primeiros dias após ao corte (Sanches et al., 2019).

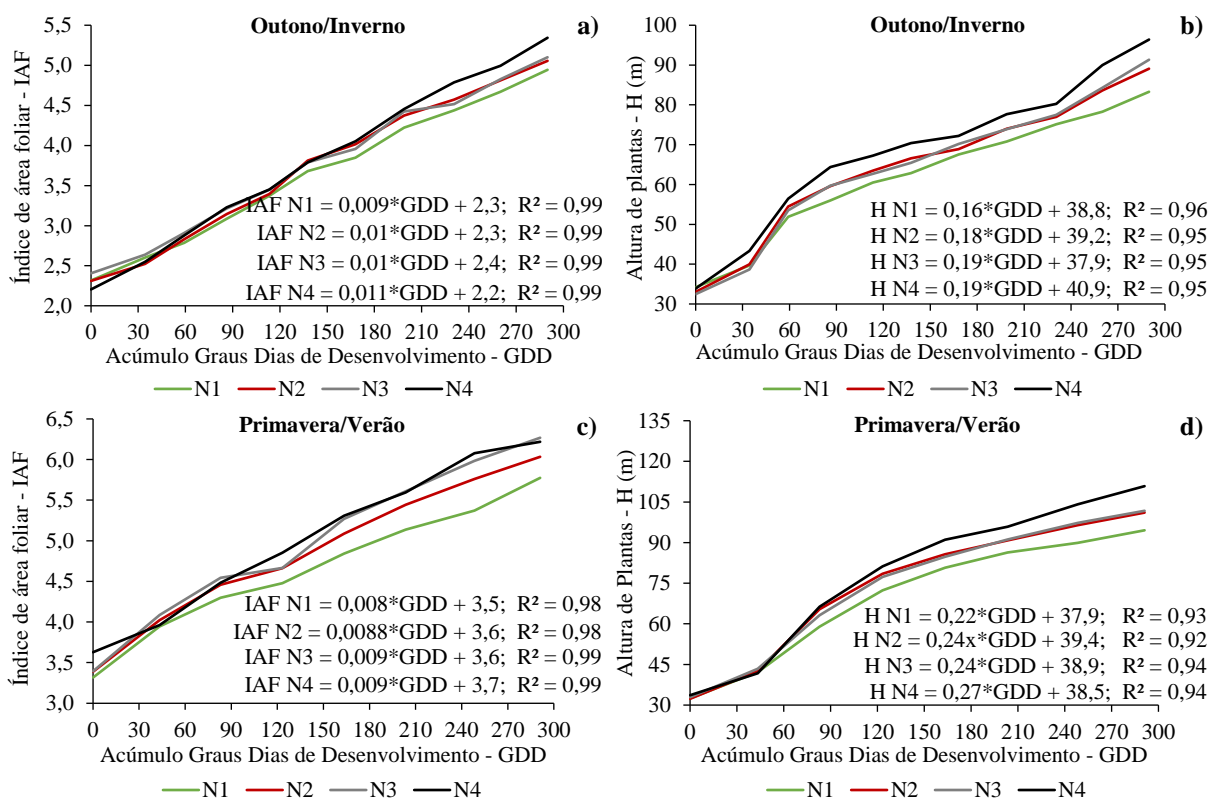


Figura 3. Capim Mombaça: Modelos médio empírico para estimativa de altura de plantas (H) e Índice de Área Foliar em função de Graus Dias de Desenvolvimento (GDD) para as diferentes doses nitrogenadas: a) IAF no outono/inverno; b) Altura no outono/inverno; c) IAF na primavera/verão e d) Altura na primavera/verão. Piracicaba/SP, Brasil, 2017/2018.

CONCLUSÕES

As correlações entre altura do dossel forrageiro (ADF), índice de área foliar (IAF) e acúmulo de graus-dias de desenvolvimento (GDD) resultaram em modelos empíricos com ajustes de regressão linear aplicáveis, com altos coeficientes de correlação para todos os tratamentos. No capim Mombaça, o fechamento do ciclo de acúmulo líquido de forragem na primavera/verão pode estar próximo dos 24 dias.

O IAF e a ADF podem ser bons parâmetros para o manejo de entrada de animais em pastagens dos capins Mombaça.

O capim Mombaça apresentou grande crescimento nos primeiros 8 dias iniciais do ciclo, sendo que observa-se que o fechamento do ciclo adotado de 28 dias (primavera/verão) e 40 dias (outono/inverno) não observou deflexão nas curvas de crescimento, observando crescimento linear constante. As doses nitrogenadas não trouxeram grande influência nos parâmetros estudados. O boro não foi avaliado por não apresentar variação na produção da pastagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. S.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; ARAUJO, L. C.; PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; LARA, M. A. S. Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: on overview of model development and application. **Grass and Forage Science**, v. 71, p. 54-65, 2016.

ARNOLD, C. Y. The development and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 74, p. 430-445, 1959.

BANDEIRA, A. H.; MEDEIROS, S. L. P.; EMYGDIO, B. M.; BIONDO, J. C.; SILVA, N. G.; LEAL, L. T. Temperatura base inferior e exigência térmica de genótipos de sorgo sacarino. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, p. 240-250, 2016.

MELO, J. C.; SANTOS, P. M. D.; SANTOS, A. C. D.; ALEXANDRINO, E.; PAULA NETO, J. J. D. Respostas morfofisiológicas do capim Mombaça submetido a doses de resíduo líquido de laticínios. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 54, p. 247-258, 2011.

MENDONÇA, F. C.; RASSINI, J. B. Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais. **Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. São Carlos-SP, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47581/1/Circular45.pdf>>. Acesso em 20/07/2019.

MORENO, L. S. B.; PEDREIRA, C. G. S.; BOOTE, K. J.; ALVES, R. R. Base temperature determination of tropical *Panicum* spp. grasses and its effects on degree-day-based models. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 186, p. 26-33, 2014.

NETO, A. F. G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1890-1900, 2002.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, Ã. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas-SP: Instituto Agrônomo/Fundação IAC. 3. ed., 1997. 285 p.

SANCHES, A. C.; SOUZA, D. P. D.; JESUS, F. L. F.; MENDONÇA, F. C.; GOMES, E. P. Vegetative development and growing degree-days of tropical and winter forages. **Engenharia Agrícola**, v. 39, p. 191-197, 2019.

YANG, S.; LOGAN, J.; COFFEY, D. L. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 74, p. 61-74, 1995.