

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA-BASE INFERIOR DE PLANTAS FORRAGEIRAS COM O USO DE UNIDADES FOTOTÉRMICAS.

F. C. Mendonça¹; J. B. Rassini²; N. A. Villa Nova³.

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo a determinação da temperatura-base inferior de algumas espécies forrageiras utilizando-se o método das unidades fototérmicas. Foram utilizados dados climáticos e de produção de matéria seca coletados durante o ano agrícola 1999/2000, em experimento conduzido na região de São Carlos-SP, com as forrageiras *Pennisetum purpureum* cv. Capim-elefante, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* e *Paspalum atratum* cv. Pojuca. Foram determinados o fotoperíodo inicial e final dos intervalos entre cortes, que foram utilizados, juntamente com os valores de temperatura média, em um método iterativo para cálculo das temperaturas-base inferiores das forrageiras estudadas. O método de unidades fototérmicas permite a obtenção da temperatura base inferior para as forrageiras estudadas e sua sensibilidade a baixas temperaturas, possibilitando determinar sua estacionalidade de produção. A forrageira de maior temperatura-base inferior foi *Brachiaria decumbens* ($T_{bi} = 16,7^{\circ}\text{C}$), e a de menor temperatura-base foi *Pennisetum purpureum* ($T_{bi} = 13,9^{\circ}\text{C}$).

PALAVRAS-CHAVE: forrageiras; temperatura base-inferior; manejo de irrigação.

SUMMARY: This work aimed to determine the base temperature of some forage crops using the photothermal units method. The climatic data and the dry matter production have been collected during the agricultural year of 1999/2000, at an experiment carried out in the county of Sao Carlos, State of Sao Paulo, with the following forage crops: *Pennisetum purpureum* cv. Capim-elefante, *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens*, and *Paspalum atratum* cv. Pojuca. The initial and final daylight periods, and also the average temperature have been used to feed an iterative method to calculate the base temperature for each forage crop studied. The results have shown that the

¹ Eng. agr., Dr. Irrigação e Drenagem, Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luís km 234, C.P.339, CEP 13560-970, São Carlos, SP. Fone (16) 3361-5611, e-mail: fernando@cnpse.embrapa.br.

² Eng. agr., Dr. Prod. Vegetal, Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

photothermal units method allowed to obtain the base temperature for the forage crops studied, and their sensibility to low temperatures, allowing to determine their seasonality period. The forage crop with the highest base temperature was *Brachiaria decumbens* ($T_{bi} = 16.7^{\circ}\text{C}$), and the least base temperature has been found for *Pennisetum purpureum* ($T_{bi} = 13.9^{\circ}\text{C}$).

KEYWORDS: forage crops; base temperature; irrigation management.

INTRODUÇÃO

As pastagens são a principal fonte de alimentação na pecuária bovina brasileira, possibilitando produzir carne e/ou leite a custos competitivos. As forrageiras utilizadas são culturas perenes e não há necessidade de armazenar e transportar o alimento, e tampouco distribuí-lo aos animais (ARRUDA, 1997; EUCLIDES et al., 2000; BARIONI et al., 2003).

Segundo BARIONI et al. (2003), os fatores mais influentes e limitantes ao desenvolvimento das forrageiras referem-se ao solo e ao clima. Ao contrário dos fatores do solo, não se pode modificar a maioria dos fatores climáticos, devendo-se adaptar os sistemas de produção. O crescimento de pastagens é desuniforme ao longo do ano, com alternância de produtividade entre primavera/verão e outono/inverno. Essa alternância é definida como estacionalidade de produção, e os principais fatores geradores são as características fisiológicas da planta forrageira, déficit hídrico, fotoperíodo e temperatura do ar, especialmente as temperaturas-base inferior (T_b) e superior (T_B) (MEDEIROS et al., 2002).

Segundo VILLA NOVA et al. (2004b), embora a radiação solar e a temperatura do ar sejam igualmente importantes para a produção de biomassa, esses atributos representam papéis diferentes na ecofisiologia vegetal. A radiação é a fonte de energia convertida em biomassa vegetal e a temperatura está associada à eficiência dos processos metabólicos envolvidos na conversão, alterando o desempenho de várias enzimas (BONHOMME, 2000).

As temperaturas-base inferior e superior também são denominadas temperaturas limiares, e variam de acordo com a espécie vegetal considerada. Caso esses limites sejam alcançados ou ultrapassados, o efeito é sempre a redução drástica ou paralisação do desenvolvimento vegetativo das plantas. Os valores das temperaturas limiares dependem da espécie vegetal e da região de origem, temperada ou tropical (RODRIGUES et al., 1993).

Há um intervalo ótimo de temperatura para o desenvolvimento de uma cultura, baseado

³ Eng. Agr., Prof. Dr. aposentado, ESALQ/USP, bolsista CNPq, Piracicaba, SP.

no conceito de graus-dia definido por Reaumur e citado por BONHOMME (2000). Tal conceito é utilizado para correlacionar a produtividade da planta com o acúmulo e o saldo de graus-dia. O conhecimento da temperatura-base de espécies vegetais possibilita a avaliação de seu potencial produtivo em uma região ao longo do ano (VILLA NOVA et al., 2004a). É, portanto, uma ferramenta muito útil para o planejamento da irrigação em sistemas intensivos de produção de forragem. Se a planta forrageira não se desenvolve devido a outro fator, tal como a temperatura ou o fotoperíodo, a irrigação não surtirá efeito.

VILLA NOVA et al. (1983) avaliaram o crescimento de cana-de-açúcar e correlacionaram-no ao acúmulo de unidades fototérmicas, verificando que a produção de matéria seca de uma espécie forrageira na ausência de déficit hídrico pode ser determinada por uma função, como na Equação 1: $P = \frac{\beta_0}{1 + e^{\beta_1 - \beta_2 \times UF}} \dots(1)$; em que, “P” é a produção da parte aérea (kg de MS/ha) e “UF” é o saldo de unidades fototérmicas no período considerado, calculado com a Equação 2: $UF = [(n/2) \times GD_m]^{[(Nf/Ni)+1]} / [(Nf/Ni)+1] \dots(2)$, em que “n” é o número de dias, “GD_m” é a média de graus-dia, e Ni e Nf são duração do fotoperíodo no início e no final do período considerado.

A relação P x UF de cada espécie é um subsídio para melhorar a capacidade de suporte das pastagens. Se for cruzada com dados climáticos de cada região e com custos de irrigação, é possível avaliar a viabilidade da irrigação em cada local e período. O saldo UF depende de GD_m, de TB e Tb. Assim, o primeiro passo para a análise de viabilidade técnico-econômica da irrigação é determinar as temperaturas limiares. Para a maioria das espécies, o valor de TB situa-se por volta de 30°C, mas a temperatura base inferior (Tb) varia um pouco mais.

No presente trabalho utilizou-se o conceito de unidades fototérmicas para estimar a temperatura-base inferior de cinco espécies forrageiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos em experimento conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos-SP (RASSINI, 2004). No experimento, o autor avaliou a produtividade e a estacionalidade de cinco forrageiras: *Pennisetum purpureum* cv. Capim-elefante, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Brachiaria bryzantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* e *Paspalum atratum* cv. Pojuca. As forrageiras foram adubadas para alta produtividade, e no manejo da irrigação foi feito conforme o método de RASSINI (2002).

A partir dos dados de produtividade, correlacionou-se a produção de massa e o saldo de unidades fototérmicas acumulado em intervalos entre cortes subsequentes para cada forrageira estudada, conforme metodologia apresentada por VILLA NOVA et al. (2004a). O método proposto pelos autores baseia-se no conceito das unidades fototérmicas (UF), com a pressuposição de que na fase linear da curva de crescimento, a produção de matéria seca (P) é sempre proporcional às UF acumuladas no período, conforme a Equação 3:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{UF_1}{UF_2} = \frac{\left[\frac{n_1}{2} \times (Tm_1 - Tb_1) \right]^{\left(\frac{Nf_1}{Ni_1} + 1 \right)}}{\left[\frac{n_2}{2} \times (Tm_2 - Tb_2) \right]^{\left(\frac{Nf_2}{Ni_2} + 1 \right)}} \dots (3)$$

em que,

UF – unidades fototérmicas acumuladas em cada período

n – período de crescimento, dias

Ni – fotoperíodo no início dos períodos de crescimento

Nf – fotoperíodo no final dos períodos de crescimento

Tm – temperatura média nos períodos de crescimento

Tb – temperatura-base inferior nos períodos de crescimento

As temperaturas-base inferior (Tb) foram determinadas utilizando um processo iterativo, no qual são inseridos os valores dos períodos de crescimento, fotoperíodo, médias das temperaturas máxima e mínima do ar e a produção de matéria seca correspondente a dois períodos consecutivos. Neste contexto, a única variável desconhecida é Tb.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes aos períodos estudados encontram-se na Tabela 1, e os resultados de produção de matéria seca, unidades fototérmicas e temperatura-base inferior para as cinco forrageiras são apresentados nas Tabela 2. As forrageiras que apresentaram o maior e o menor valor de Tb foram *P. purpureum* e *B. decumbens*, respectivamente. *B. decumbens* apresenta maior sensibilidade a temperaturas baixas, maior estacionalidade de produção e menor resposta à irrigação de outono/inverno. Também é possível inferir que *P. atratum* apresentará uma resposta melhor que *B. decumbens*, porém inferior às demais forrageiras estudadas.

Os dados de produção de massa corroboram os resultados obtidos para Tb e a pressuposição de estacionalidade de produção. Entretanto, comparando os dados de produção de matéria seca de *B. decumbens* e *P. atratum*, nota-se que a última espécie apresentou

produção anual inferior, porque a primeira espécie apresentou maior produtividade no período de primavera/verão, compensando os menores valores obtidos no período de outono/inverno.

Tabela 1 – Datas e número de cortes, temperatura do ar e fotoperíodo durante o ano agrícola.

Corte 1999/2000	Período (dias)			Temperatura do ar (°C)			Fotoperíodo (h/dia)	
	Início	Final	n	Máx.	Mín.	Méd.	Ni	Nf
1	8/2/00	16/3/00	37	28,2	19,2	23,7	11,97	11,97
2	17/3/00	19/4/00	33	26,9	18,3	22,6	11,97	11,97
3	20/4/00	26/5/00	36	24,0	12,6	18,3	11,97	11,97
4	27/5/00	30/6/00	34	25,3	11,9	18,6	11,97	11,97
5	1/7/00	8/9/00	69	24,8	11,6	18,2	11,97	11,97
6	9/9/00	9/10/00	30	28,1	16,2	22,2	11,97	11,97
7	10/10/00	14/11/00	35	30,3	18,3	24,3	11,97	11,97

Tabela 2 – Produção de matéria seca, unidades fototérmicas acumuladas e temperatura-base inferior para as forrageiras estudadas durante o ano agrícola.

Cortes 1999/2000	Produção de Matéria Seca (t/ha) e Temperatura base inferior (Tbi, °C)								
	<i>Pennisetum purpureum</i>			<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia			<i>Brachiaria bryzantha</i>		
	MS _{med}	UF	Tbi	MS _{med}	UF	Tbi	MS _{med}	UF	Tbi
1	12,4	14805	13,0	8,2	9907	15,0	6,9	9906,9	15,0
2	5,6	6686	14,6	5,2	6323	14,9	6,7	9714,5	13,0
3	3,7	4418	12,5	2,8	3343	13,3	1,8	2548,9	13,9
4	3,3	3940	13,3	2,1	2497	14,4	1,3	1923,7	14,9
5	3,3	3940	16,1	2,3	2819	16,4	0,9	1298,5	16,9
6	8,0	9591	13,9	4,2	5034	16,2	2,1	3029,8	17,5
7	11,1	13253	16,0	5,9	7168	18,1	5,6	8127,5	17,7
Média	5,6	6686	13,9	4,2	5034	15,0	2,1	3029,8	15,0
Total	47,4	---	---	30,7	---	---	25,3	---	---

Cortes 1999/2000	Produção de Matéria Seca (t/ha) e Temperatura base inferior (Tbi, °C)					
	<i>Brachiaria decumbens</i>			<i>Paspalum atratum</i> cv. Pojuca		
	MS _{med}	UF	Tbi	MS _{med}	UF	Tbi
1	8,4	9907	15,0	6,0	9907	15,0
2	3,1	3710	16,7	3,2	5229	15,6
3	1,6	1895	14,6	1,2	2036	14,4
4	1,5	1776	15,0	1,7	2807	14,1
5	1,2	1460	16,9	2,2	3578	16,2
6	3,1	3631	17,0	3,0	4954	16,2
7	5,8	6828	18,3	6,6	10953	16,7
Média	3,1	3631	16,7	3,0	4954	15,6
Total	24,7	---	---	23,9	---	---

CONCLUSÕES

O método de unidades fototérmicas permitiu a obtenção da temperatura-base inferior para as forrageiras estudadas, possibilitando determinar sua estacionalidade de produção. A forrageira de maior temperatura-base inferior foi *Brachiaria decumbens* (Tbi = 16,7°C), e a de menor temperatura-base foi *Pennisetum purpureum* (Tbi = 13,9°C).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, Z.J. A pecuária bovina de corte no Brasil e resultados econômicos de sistemas alternativos de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4, Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 259-273.
- BONHOMME, R. Bases and limits to using degree-day units. **European J. of Agron.**, v. 13, p. 1-10. 2000.
- BARIONI, L.G.; MARTHA JR., G.B.; RAMOS, A.K.B.; VELOSO, R.F.; RODRIGUES, D.C.; VILELA, L. Planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros na produção de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 105-154.
- EUCLIDES, V.P.B.; CEZAR, I.M.; EUCLIDES FILHO, K. Sistema intensivo de produção de carne bovina. **Informe Agropecuário**, v. 21, p. 85-95, 2000.
- MEDEIROS, H. R. ; PEDREIRA, C. G. S. ; VILLA NOVA, N. A. . Temperatura base de gramíneas forrageiras estimadas através do conceito de unidade fototérmica. In: 39^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, Recife - PE. **Anais...** Recife : Ed. da Soc. Bras. de Zootecnia, 2002. v. 1.
- RASSINI, J.B. **Irrigação de Pastagens: Frequência e quantidade de aplicação de água em Latossolos textura média**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 7 p. (Embrapa Pecuária Sudeste : Circular Técnica 31), 2002.
- RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 39, n. 8, p. 821-825, 2004.
- RODRIGUES, T.J.D.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Adaptação de plantas forrageiras a condições adversas. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 2. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1993. p. 17-61.
- VILLA NOVA, N. A., CARRETERO, M. V., SCARDUA, R. Um modelo de avaliação do crescimento da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3, Campinas, SBA, 1983, **Anais...**, 1984:31-48.
- VILLA NOVA, N. A.; TONATO, F. ; PEDREIRA, C. G. S. ; CARNEIRO, B. . Método alternativo para a determinação da temperatura-base de espécies forrageiras. In: II GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2004, Curitiba. **Anais....** Curitiba: Ed. do II Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2004a. v. 1.
- VILLA NOVA, N. A. ; DETOMINI, E. R. ; DOURADO NETO, D. ; MANFRON, P. A. ; PEDREIRA, C. G. S. . Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte aérea de *Cynodon nlemfuënsis* L. cv. Florico em função da radiação solar. **Pasturas Tropicales**, v. 26, n. 3, p. 56-61, 2004b.