

## Temperatura base de gramíneas forrageiras estimada através do conceito de unidade fotot rmica\*

H. R. de Medeiros\*\*, C. G. Silveira Pedreira\*\*\*, N. A. Villa Nova<sup>†</sup>, e A. C. L. de Mello<sup>‡</sup>

### Introdução

O crescimento das pastagens não é uniforme ao longo do ano. Este é maior na estação quente/chuvosa (primavera e verão) e reduzido (podendo até cessar) na estação fria/seca (outono e inverno). Essa alternância de produtividade é definida como estacionalidade de produção (Rolim, 1980). Dentre os fatores que geram a estacionalidade de uma espécie forrageira estão suas características fisiológicas determinadas geneticamente como a temperatura base e a sensibilidade ao fotoperíodo.

Define-se como temperatura base ou temperatura limiar, a temperatura que limita o desenvolvimento vegetativo de uma espécie tornando-o desprez vel ou praticamente nulo (McWilliam, 1978). Estas temperaturas, é fator reconhecido, têm limite superior (temperatura base superior) e inferior (temperatura base inferior), sendo que estes valores dependem da espécie e da região de origem desta, tropical ou temperada (Alcântara et al., 1993; Rodrigues et al., 1993). Assim, no presente trabalho é demonstrado um método para estimar os valores da temperatura base inferior, utilizando o modelo proposto por Villa Nova et al. (1983) que estima a produção de forragem

(kg/ha de m teria seca -MS) em função quantidade de unidades fototérmicas (UF) do período.

### Material e métodos

A produtividade de m teria seca (MS) de uma espécie forrageira pode ser determinada, para as condições de ausência de déficit hídrico pela função sigmóide

$P = f(UF)$  onde  $P$  é a produção (kg/ha de MS) e a grandeza  $UF$  é denominada Unidade Fototérmica (Villa Nova et al., 1983). A unidade fototérmica foi definida por Villa Nova et al. (1983) pela equa o:

$$UF = \frac{\left(\frac{n}{2} \overline{GD}\right)^{\frac{Nf}{Ni}+1}}{\frac{Nf}{Ni}+1} \quad (1)$$

onde:

- $UF$  = Número de unidades fototérmicas correspondente ao período de  $n$  dias de desenvolvimento após a desfolha,
- $\overline{GD}$  = Graus-dia médio do período de  $n$  dias,
- $Nf$  = Valor do fotoperíodo (horas e décimos) no final do período de crescimento,
- $Ni$  = Valor do fotoperíodo no início do período de crescimento.

\* Trabalho desenvolvido com apoio da Funda o de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP

\*\* Médico Veterinário, DSc em Ciência Animal e Pastagens pela USP/ESALQ.

Email: [hrdemedeiros@yahoo.com.br](mailto:hrdemedeiros@yahoo.com.br)

\*\*\* Professor Doutor da USP/ESALQ, Endereço: ESALQ, Departamento de Produção Animal - Setor Ruminantes, Av. Pádua Dias caixa Postal 9, Piracicaba - SP. CEP: 13 418 - 900. Email: [cgsdpedre@esalq.usp.br](mailto:cgsdpedre@esalq.usp.br)

<sup>†</sup> Professor Associado da USP/ESALQ, Bolsista do CNPQ. Endereço: ESALQ, Departamento de Ciências Exatas, Av. Pádua Dias caixa Postal 9, Piracicaba - SP. CEP: 13 418 - 900. Email: [navnova@esalq.usp.br](mailto:navnova@esalq.usp.br)

<sup>‡</sup> Professor Adjunto, DSc. Departamento de Zootecnia CECA/UFAL, Rio Largo, AL - Brasil

O valor de  $\overline{GD}$  é expresso de acordo com Villa Nova et al. (1972) pelas equações:

$$\overline{GD} = (\overline{T} - TB) - C \quad (2)$$

$$\overline{GD} = \frac{(\overline{T_x} - TB)^2}{2(\overline{T_x} - \overline{T_m})} - C \quad (3)$$

sendo:

$\overline{GD}$  = Grau-dia médio do período de  $n$  dias

$\overline{T_x}$  = Média das temperaturas máximas do período

$TB$  = Temperatura base da planta

$\overline{T_m}$  = Média das temperaturas mínimas do período

$\overline{T}$  = Temperatura média do período, calculada pela média de  $e$

$C$  = Correção de temperatura base superior.

Villa Nova et al. (1999) utilizando dados de produtividade de capim elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum) irrigado em Piracicaba (SP), determinados por Ghelfi Filho (1982), em períodos de 60 dias entre cortes, determinaram a seguinte função de produção:

$$P = \frac{12.61}{1 + e^{2.85 - 8.133 \times 10^{-5} UF}} \quad (7)$$

onde:

$P$  = produção de MS (t/ha) no período de  $n$  dias

$UF$  = quantidade de unidades fototérmicas acumuladas no período de  $n$  dias

Assim, o valor de  $TB$  pode ser estimado com base na premissa de que dois pontos de produção de forragem ( $P_x$  e  $P_y$ ) na fase linear da função deverão estar entre si assim como a quantidade de unidades fototérmicas ( $UF_x$  e  $UF_y$ ) acumuladas nestes períodos de tempo ou seja:

$$\frac{P_x}{P_y} = \frac{UF_x}{UF_y} \quad (8)$$

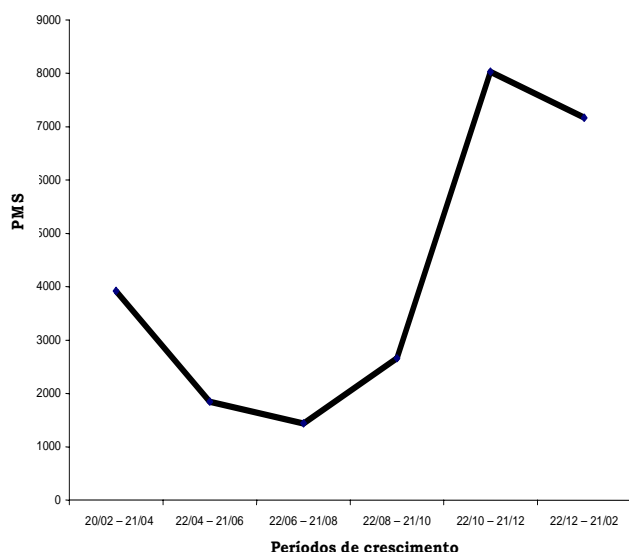
Assim, se deixarmos como incógnita apenas a temperatura base, uma vez que todos os demais termos das equações (fotoperíodo, temperaturas máxima, média e mínima) podem ser determinados, poderemos calcular a  $TB$ .

## Resultados e discussão

Os conceitos propostos neste trabalho foram testados utilizando os resultados de produção (toneladas/hectare -t/ha) de capim cv. Napier medidos por Ghelfi Filho (1982) em seis períodos de crescimento e ausência de estresse hídrico na região de Piracicaba (SP), latitude 22.71° S (Tabela 1). A produção de MS foi estimada utilizando o modelo proposto por Villa Nova et al. (1999), para isto foram medidas a temperatura (máxima, média e mínima), o fotoperíodo inicial e final e a quantidade de unidades fototérmicas acumuladas em cada um dos períodos de crescimento avaliados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Dados meteorológicos, fotoperíodo (N) unidades fototérmicas (UF) e produção obtida de capim cv. Napier (kg/ha) nas épocas correspondentes em Piracicaba, SP (Lat~22.71° S).

Período (no.)	Fechas	n (dias)	$\overline{T_x}$ (°C)	$\overline{T_m}$ (°C)	$\overline{T}$ (°C)	$\frac{n\overline{GD}}{2}$	Ni (horas)	Nf (horas)	UF	Produção (kg/ha)
1	20/02 - 21/04	61	30.7	18.1	24.41	287	12,673	11,337	5.696	3920
2	22/04 - 21/06	61	28.6	14.1	21.3	194	11,317	10,621	647	1850
3	22/06 - 21/08	61	24.7	9.8	17.3	96	10,621	11,318	3.391	1440
4	22/08 - 21/10	60	26.7	13.9	20.3	160	11,377	12,596	49	2660
5	22/10 - 21/12	60	29.7	17.1	23.4	252	12,617	13,379	6.677	8030
6	22/12 - 21/02	62	32.0	18.8	25.4	318	13,379	12,613	10.759	7170



**Figura 1.** Produção de matéria seca (PMS) (kg/hectare) de capim Napier (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) colhido a cada 60 dias.

Considerando a condição representada pela equação 8, foram utilizados os períodos cinco (22/10 a 21/12) e seis (22/12 a 21/02) para estimar a temperatura base do capim (Figura 1). Estes dois períodos foram escolhidos porque: (1) estão dentro do intervalo em que o crescimento das plantas é linear (Figura 1), (2) são consecutivos (seqüenciais) e (3) foram medidos num período durante as estações primavera e verão, quando é maior a produção de forragem.

Neste período (primavera e verão) a temperatura média do ar e o fotoperíodo são crescentes, o que permite a planta otimizar a fotossíntese e suprir energia para o seu crescimento (Hodges, 1991; Lemos Filho et al., 1997).

Aplicando a função de produção (equação 7) proposta por Villa Nova et al. (1999) o valor de temperatura base inferior estimado foi 15 °C (Tabela 2). Este valor é semelhante ao indicado por McWilliam (1978) para gramíneas forrageiras tropicais e demonstra a consistência do método.

A produção das plantas é resultado do efeito do clima, que condiciona a adaptação, a persistência e a produção da pastagem (Rodrigues et al., 1989). Assim, como as características climáticas de cada região variam de acordo com a latitude e longitude

do local e época do ano, este método poderá ser uma das ferramentas utilizadas para elaborar o zoneamento climático e determinar temperatura base de gramíneas das forrageiras.

Além disto, a utilização de modelos de simulação pode ajudar a compreensão, quantificação e estimativa das interações entre o ambiente e a planta (Nabinger, 1997). Isto é interessante, pois o fotoperíodo e a temperatura do ar dificilmente podem ser manipulados, exceto em estufas (casa de vegetação) e em simulações.

Deste modo, este modelo poderá ser uma ferramenta para auxiliar a compreensão das interações que ocorrem entre a temperatura e o fotoperíodo. Isto se deve ao fato da produção de MS das espécies vegetais ser o resultado da quantidade de luz interceptada, da eficiência fotossintética e da capacidade de transporte de fotoassimilados (Ludlow, 1978).

A luz e seu comprimento de onda afetam tanto o processo de fotossíntese como o transporte de fotoassimilados (Rodrigues et al. 1993). Estes fatores explicam por que diversos trabalhos conduzidos em vários lugares indicam que aproximadamente 85% da produção de forragem ocorre na estação quente/chuvosa.

**Tabela 2.** Relação entre a produção (P) de forragem medida por Ghelfi Filho (1982), quantidade de unidades fototérmicas (UF) acumuladas utilizadas temperatura base variando de 10 a 20 °C e o desvio (diferença entre o valor estimado e o medido) para os períodos de crescimento 5 e 6, respectivamente 22/10 a 21/12 e 22/12 a 21/02.

TB	P6/P5	Uf6/Uf5	Desvio
10	0.89	0.73	-0.16
11	0.89	0.75	0.84
12	0.89	0.78	0.87
13	0.89	0.81	0.91
14	0.89	0.85	0.95
15	0.89	0.89	1.00
16	0.89	0.95	1.07
17	0.89	1.03	1.16
18	0.89	1.15	1.28
19	0.89	1.32	1.48
20	0.89	1.61	1.80

## Conclusões

A utilização do conceito de Unidade Fototérmica mostrou-se adequada para estimar a temperatura base ( $T_B$ ) inferior do capim elefante cv. Napier. Este método poderá ser utilizado para a elaboração de um zoneamento climático de plantas forrageiras e auxiliar a escolha de espécies forrageiras a serem implantadas em pastagens.

## Resumen

Se evalúa el valor de la determinación de la temperatura base inferior de pasturas de elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Napier como un parámetro para estimar la producción de MS en función de de la cantidad de unidades fototérmicas ( $UF$ ) del período considerado. La producción de MS puede ser estimada, en condiciones de ausencia de déficit hídrico, por la función:  $P = f(UF)$ , donde  $P$  es la producción (kg/ha de MS) y el valor de  $UF$  o Unidad Fototérmica. El valor de la temperatura base puede ser determinado teniendo en cuenta la premisa que dos puntos de productividad en la función lineal  $P = f(UF)$  deben estar relacionadas entre sí como sus unidades fototérmicas, o sea,  $(P_x/P_y) = (UF_x/UF_y)$ . De acuerdo con el modelo propuesto en este trabajo, el valor base inferior de la temperatura para *P. purpureum* cv. Napier es de 15°C. Estos resultados sugieren que es posible desarrollar una regionalización para el establecimiento de especies forrajeras tropicales.

## Summary

The objective of this work was to propose a method for estimating the base temperature of tropical forage grasses, through the use of a model which estimates forage dry matter production (kg/ha) as a function of Photothermal Units accumulated. Dry matter (DM) yield of a forage species may be estimated, under unrestricted water availability, by the sigmoid function  $P = f(UF)$ , where  $P$  is forage DM yield (kg/ha) and  $UF$  the photothermal units associated with that accumulation period. The base temperature can be estimated assuming that any two points in the y-axis (yield) are related in the same way their corresponding points in the x-axis ( $UF$ ) are related, within the linear phase of  $P = f(UF)$ . In other words  $(P_x/P_y) = (UF_x/UF_y)$ .

Using the method proposed herein, the base temperature of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.) was found to be 15 °C, very close to the values reported in the literature for tropical grasses. Thus the use of the Photothermal Unit concept proved adequate for estimating the base temperature of elephantgrass. This method may be used in climatic zoning for forage species and aiding in the process of choosing the best adapted specie for a given environment.

## Referências

- Alcântara, P. B.; Pedro Jr., M. J.; e Donzelli, P. L. 1993. Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras. En: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R. A.; e Reis, R. de A. (eds.). Simpósio sobre ecossistemas de pastagens, 2, 1993. Fundação de Apoio a Pesquisa (FUNEP-Unesp). p. 1-16.
- Ghelfi Filho, H. 1972. Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) variedade Napier. Piracicaba. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ-USP).
- Hodges, T. 1990. Temperature and water stress effects on phenology. En: Predicting crop phenology. Boca Raton, Florida: CRC Press. p. 7-13.
- Lemos Filho, J. P.; Villa Nova, N. A.; e Pinto, H. S. 1997. A model including phoperiod in degree-days for estimating Hevea bud growth. Intern. J. Biometeor. 41:1-4.
- Ludlow, M. M. 1987. Light relations of pastures plants. En: Plant relation in pastures. Wilson, J. R. (ed.). Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). East Melbourne, Australia. p.35-49.
- McWilliam, J. R. 1978. Response of pastures plants to temperature. En: Plant Relation in Pastures. Wilson, J. R. (ed.). Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), East Melbourne, Australia, 1978.p.17-34.
- Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens. En: Simpósio

sobre Manejo de Pastagens, 14., Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). p. 213-251.

Rodrigues, T. J. D. de; Rodrigues, L. R. de A.; e Reis, R. A de. 1993. Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. en: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R. A.; Reis, R. A de. (eds.). Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens, 2, FUNEP-Unesp. p. 17-61.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_;  
\_\_\_\_\_. 1989. Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. En: Favoretto, V.; Rodrigues, L. R. A.; Reis, R. A de. (eds.). Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens 2, Jaboticabal, 1989. Anais. Jaboticabal. FUNEP-Unesp. p. 17-61.

Rolim, F. A. 1980. Estacionalidade de produção forrageira. En: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 6., Piracicaba,

1980, Moura, J. C. e Faria, V. P. de (eds.). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ). p. 39-81.

Villa Nova, N. A.; Barioni, L. G.; Pedreira, C. G. S.; e Pereira, A. R. 1999. Modelo para previsão da produtividade do capim elefante em função da temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. Ver. Brasil. Agrometeor. 7:75-79.

\_\_\_\_\_; Carreteiro, M.V.; e Scardua, R. 1983. Um modelo para avaliação do crescimento de cana-de-açúcar (*Sacharum* spp.) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. En: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2., 1983, Campinas, Proceedings . Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Instituto Agrônômico de Campinas. p. 31-48.