

AVALIAÇÃO DO CICLO FENOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO DA SOMA TÉRMICA EM GUARAPUAVA-PR.

MAGGI, M. F.¹, WAGNER, M. V.², JADOSKI, S. O.¹, LIMA, A. S.¹, SANTOS, R.³, WAZNE, R.³, DENEGA, S.⁴

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

RESUMO: A disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento climático visando estabelecer a duração provável das fases fenológicas e do ciclo total de desenvolvimento da cultura do milho para a região de Guarapuava-PR, baseado na soma térmica acumulada. O estudo foi desenvolvido tendo como base uma série histórica de dados meteorológicos médios diários para o período de 1984 a 2008 compilados do acervo da estação meteorológica da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO em Guarapuava-PR. Considerou-se para o estudo o Zoneamento Agrícola do Estado do Paraná, recomendado pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, onde se considera como recomendado para a semeadura da cultura do milho o período de semeadura de 21 de setembro a 10 de novembro. Os tratamentos constaram de previsão de semeadura nas datas de 1) 21/09, 2) 01/10, 3) 11/10, 4) 21/10, 5) 31/10 e 6) 10/11. O cálculo da soma térmica em graus-dia (GD) foi realizado a partir da temperatura média do ar subtraída da temperatura base. Assumiu-se que o desenvolvimento das plantas foi constante entre a temperatura base inferior 10°C e temperatura base superior 32° conforme. O uso da soma térmica é uma metodologia prática que pode ser utilizada para previsão de duração de fases fenológicas e do ciclo de desenvolvimento da cultura do milho. Quando o cultivo do milho for realizado dentro do período recomendado conforme zoneamento agrícola do Paraná, o ciclo de desenvolvimento da cultura entre semeadura e maturação fisiológica varia entre aproximadamente 114 e 122 dias.

PALAVRAS CHAVE: déficit hídrico, Cfb, balanço hídrico

EVALUATION OF CORN CROP PHENOLOGY CYCLE IN GUARAPUAVA-PR BASED OF THE THERMAL TIME

ABSTRACT: The thermal availability has a direct influence on the phenological development of plants, so that local or warmer periods provide more rapid development of these. The objective was to evaluate the behavior climate to establish the probable duration of phenological phases and the full cycle of development of the corn crop for the region of Guarapuava-PR, based on thermal time. The study was developed based on a historical series of meteorological data daily average for the period 1984 to 2008 compiled the collection of the meteorological station of the *Universidade Estadual do Centro Oeste* - UNICENTRO on Guarapuava-PR. It was to study the agricultural zoning of the State of Paraná, recommended by the Agronomic Institute of Paraná - IAPAR, where it considers suitable for the sowing of the corn crop sowing of the period of September 21 to 10 of November. The treatments

¹. Prof. Adjunto, Depto de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, *Campus* CEDETEG - Guarapuava, PR. Fone (0xx42) 3629-8224. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, n. 03. CEP 85040-080. E-mail: mmaggi@unicentro.br.

². Mestrando do curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, UNICENTRO.

³. Acadêmico do curso de Agronomia, UNICENTRO.

⁴. Engº. Agrônomo, Dr. Técnico Estação Meteorológica – Convênio IAPAR - UNICENTRO

consisted of estimates of the sowing dates of 1) 21/09, 2) 01/10, 3) 11/10, 4) 21/10, 5) 31/10 and 6) 10/11. The calculation of the thermal sum in degree-days (GD) was performed from the mean air temperature minus the base temperature. Assumed that the development of the plants was constant between the base temperature below 10°C and temperatures above 32° as base. The use of the thermal method is a practice that can be used to estimate the duration of phenological phases and the cycle of development of the corn crop. When the cultivation of corn is held within the period recommended as agricultural zoning of Paraná, the cycle of cultural development between sowing and physiological maturity varies between approximately 114 and 122 days.

KEYWORDS: water balance, water deficit, Cfb

INTRODUÇÃO: O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento vegetal tem sido descrito usando-se a concepção de unidades de calor, como os graus-dia, os quais assumem que o desenvolvimento é, constante por grau-dia, entre uma temperatura mínima ou temperatura base, e uma temperatura máxima (STEWART et al., 1998), abaixo e acima das quais a planta não se desenvolve e, se o fizer, será em taxas muito reduzidas. O conceito de graus-dia (GD) e graus-dia acumulados (GDA) foi introduzido para superar inadequações no calendário para prever eventos fenológicos, bem como para o zoneamento agroclimático das culturas, uma vez que esses independem da época e local de cultivo da planta.

A disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. Logo, em regiões ou mesmo épocas mais quentes, há maior precocidade no desenvolvimento das plantas (BERGAMASCHI, 2006). Entretanto, GADIOLI et al. (2000) destacam que no desenvolvimento do milho, a duração do ciclo em dias é inconsistente, devido ao fato da duração de subperíodos e ciclos da planta estarem associados as variações das condições ambientais, e não ao número de dias. A temperatura apresenta-se como o elemento climático mais importante para prever os eventos fenológicos da cultura, desde que não haja deficiência hídrica.

Com relação a temperatura-base BERLATO & MATZENAUER (1986) enfatizam que em geral se deve considerar a temperatura base inferior de 10 °C para o cálculo da soma térmica da cultura do milho. Para MALUF et al, (2000) as exigências térmicas da maioria dos genótipos de milho podem variar para os processos de germinação e crescimento, porém poucas desenvolvem com temperaturas inferiores a 10°C. (RITCHIE & NeSMITH, (1991) consideram que estimativas do limiar superior ou temperatura máxima para o milho estão na ordem de 19 a 34°C.

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento climático visando estabelecer a duração provável das fases fenológicas e do ciclo total de desenvolvimento da cultura do milho para a região de Guarapuava-PR, baseado na soma térmica acumulada.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi desenvolvido tendo como base uma série histórica de dados meteorológicos médios diários para o período de 1984 a 2008 compilados do acervo da estação meteorológica da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO em Guarapuava-PR, localizado a 25°23'02" S, 51° 29'43" W, com altitude de 1026 metros.

Considerou-se para o estudo o Zoneamento Agrícola do Estado do Paraná, recomendado pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, CARAMORI (2003) onde se considera como recomendado para a semeadura da cultura do milho o período de semeadura de 21 de setembro a 10 de novembro. Os tratamentos constaram de previsão de semeadura nas datas de 1) 21/09, 2) 01/10, 3) 11/10, 4) 21/10, 5) 31/10 e 6) 10/11.

Após a determinação das épocas de semeadura, estas foram subdivididas e caracterizadas os seus estádios fenológicos, seguindo a classificação adaptada e recomendada por FANCELLI

(1986): 1)VE-V6, 2)V7-V10, 3)V10-VT, 4)VT, 5)A-F(R1), 6)R2, 7)R3, 8)R4 e 9)R6, sendo resumidamente, o sub períodos (V) correspondentes ao número de folhas completamente desenvolvidas presentes na planta, VT (pendoamento), A-F (antese e fecundação) e R (período reprodutivos com fases de desenvolvimento do grãos, sendo R4 –grão pastoso) e R6 maturação fisiológica.

O cálculo da soma térmica em graus-dia (GD) foi realizado a partir da temperatura média do ar subtraída da temperatura base. Assumiu-se que o desenvolvimento das plantas foi constante entre a temperatura base inferior 10°C e temperatura base superior 32° conforme (MONTEITH E ELSTON, 1996).

Considerou-se a expressão (equação 1):

$$UTD = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n})}{2} - T_b \right] \quad (\text{equação 1})$$

em que: UTD = Unidade térmica diária (°C); Tmáx = Temperatura máxima do dia considerado (°C); Tmin = Temperatura mínima do dia considerado (°C); Tb = Temperatura base inferior. A soma térmica média necessária no subperíodo entre a emergência (E) e a Antese (A) utilizada para a cultura do milho grupo precoce 857 Unidades Térmicas Diárias (UTD), a partir da antese, utilizou-se um acúmulo de 293 UTD e 835 UTD para estimar a data final do subperíodo com a ocorrência de Maturação Leitosa (ML) e Maturação Fisiológica (MF), respectivamente, considerando resultados preconizados por (NIED, 2003), para os subperíodos emergência a estágio V6 (seis folhas), estágio V7 ao pré-pendoamento, estágio VT (pendoamento) e estágio R2 (grão leitoso), foi considerada um acúmulo de 0 a 295 UTD, 295 a 470 UTD, 470 a 660 UTD e 1010 UTD, respectivamente, considerando resultados (GADIOLI, 2000). Os resultados foram submetidos à análise estatística de variância e teste de comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados da avaliação da soma térmica para as fases fenológicas da cultura do milho determinados a partir de valores médios climáticos de 24 anos são apresentados na Tabela 1. Para totalizar a duração do ciclo de desenvolvimento até a maturação fisiológica foi adicionado o período de cinco dias necessários para a germinação. Ressalta-se que os dados referentes ao ciclo total, por se estenderem até a maturação fisiológica não reportam ainda condições de umidade para a colheita, neste caso, em geral as colheitas são realizadas quando o grão apresenta aproximadamente 20 a 25%, o que em condições climáticas normais ocorre em período aproximado de 15 dias após a maturação fisiológica.

Verifica-se que o ciclo total varia entre 122 e 114 dias aproximadamente, com redução de duração para plantios posteriores a 21 de setembro, esta tendência de redução é verificada também individualmente para as diferentes fases fenológicas. Este comportamento é determinado pelo pelas condições climáticas da região Sul do país que tem aumento das temperaturas e do fotoperíodo durante grande parte do ciclo da cultura quando os cultivos são conduzidos a partir de semeadura dentro da época recomendada.

As variações verificadas quanto ao ciclo total da cultura apresentaram diferenças estatísticas (tabela 1). O encurtamento total do ciclo entre as datas extremas de semeadura foi de aproximadamente 8 dias. Esta diferença não é tão ampla como as observadas em outras pesquisas (Forsthofer, 2006; Gadioli, et al., 2000) entretanto, as características climáticas da região de Guarapuava-PR, com clima Cfb mesotérmico úmido, não apresenta amplitudes térmicas com valores de extrema variação durante o ciclo de cultivo, que pudessem ocasionar grandes variações no acúmulo de °Dias e maior aceleração do ciclo da cultura.

Tabela 1. Resultados médios e avaliação estatística da duração média das fases fenológicas da cultura do milho para as condições climáticas de Guarapuava-PR.

ESTÁDIOS	VE-V6	V7	V10	VT	A-F(R1)	R2	R3	R4-MF	TOTAL
21 set	22,33 a	12,66 a	12,95 a	12,70 a	9,50 a	7,37 a	11,70 a	22,45 ab	121,91 a
01 out	21,33 b	12,08 ab	12,08 b	12,37 ab	9,70 a	7,41 a	11,37 a	22,45 ab	119,50 b
11 out	20,66 bc	11,95 abc	12,33 ab	12,16 ab	9,75 a	7,16 a	11,16 a	22,50 ab	117,50 c
21 out	20,04 cd	11,66 bc	11,70 b	12,29 ab	9,58 a	7,08 a	11,08 a	22,41 b	115,87 d
31 out	19,37 de	11,33 bc	11,79 b	11,95 b	9,29 a	7,04 a	11,33 a	22,58 ab	114,70 e
10 nov	18,87 e	11,16 c	11,58 b	11,70 b	9,25 a	7,04 a	11,04 a	23,16 a	113,83 e
<i>Média</i>	<i>20,43</i>	<i>11,81</i>	<i>12,07</i>	<i>12,20</i>	<i>9,54</i>	<i>7,18</i>	<i>11,28</i>	<i>22,59</i>	<i>117,25</i>
<i>Dms</i>	<i>0,97</i>	<i>0,85</i>	<i>0,79</i>	<i>0,73</i>	<i>0,52</i>	<i>0,57</i>	<i>0,68</i>	<i>0,74</i>	<i>0,94</i>
<i>C.V. %</i>	<i>5,70</i>	<i>8,61</i>	<i>7,87</i>	<i>7,22</i>	<i>6,59</i>	<i>9,51</i>	<i>7,28</i>	<i>3,94</i>	<i>1,01</i>

As fases fenológicas da cultura (Figura 1) apresentaram variações, contudo, observa-se que as principais diferenças são verificadas durante as fases fenológicas anteriores à antese para as diferentes datas de semeadura. Incluindo o período de germinação, para a semeadura em 21/set o sub período VE-V6 a VT, tem duração aproximada de 65 dias, sendo que antese inicia aproximadamente em 25/Nov e para a semeadura em 21/nov o mesmo sub-período tem duração aproximada de 58 dias e a antese inicia em 17/jan. Apesar de estas datas serem separadas em 53 dias no tempo, as variações climáticas médias não são tão expressivas quanto as que ocorrem nos meses de setembro e outubro (Figura 2), sendo que este comportamento climático se reflete também sobre soma térmica e desenvolvimento das fases fenológicas do milho.

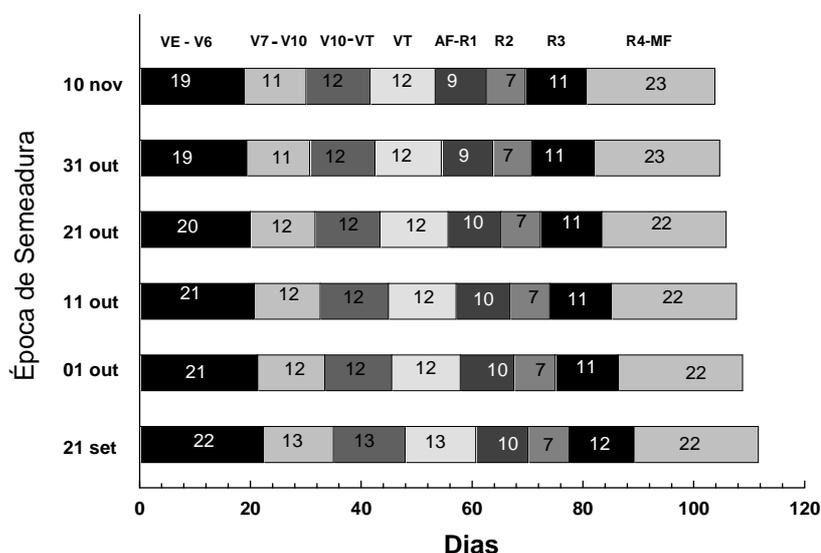


Figura 1. Duração das fases fenológicas da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava-PR. (*Média 1984 -2008*)

Pelos resultados se pode inferir que com a utilização da avaliação da soma térmica é possível se prever a duração do ciclo da cultura do milho, entretanto, diversos resultados de pesquisas, como os apresentados por GADIOLI (2000) tem demonstrado que outros fatores de origem climática, principalmente a ocorrência de período de deficiência hídrica podem afetar o desenvolvimento fenológico e o ciclo total da cultura do milho.

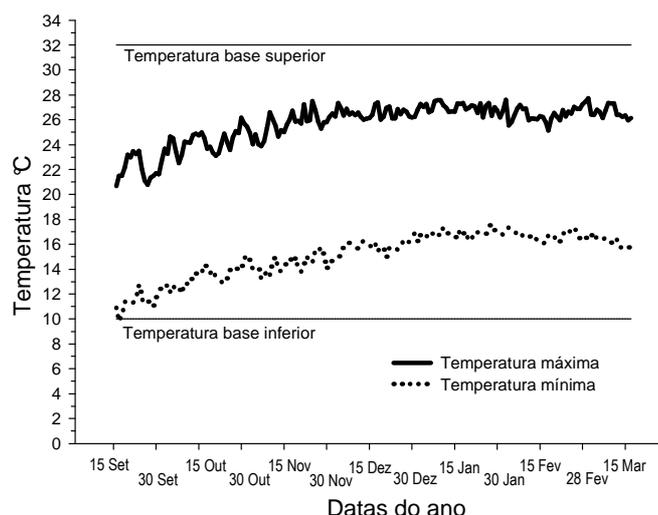


Figura 2. Variação das temperaturas máximas e mínimas e representação das temperaturas basais para cultura do milho em Guarapuava-PR. (Média 1984 -2008)

CONCLUSÃO: Considerando as condições climáticas ocorridas no período entre 1984 e 2008 na região de Guarapuava-PR conclui-se que:

- A utilização da soma térmica é metodologia prática que pode ser utilizada para previsão de duração de fases fenológicas e do ciclo de desenvolvimento da cultura do milho.
- Quando o cultivo do milho for realizado dentro do período recomendado conforme zoneamento agrícola do Paraná, o ciclo de desenvolvimento da cultura entre semeadura e maturação fisiológica varia entre aproximadamente 114 e 122 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FORSTHOFER, E. L. et al. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, mar. 2006.
- CARAMORI, P. H. Zoneamento agrícola no Estado do Paraná. Corporativo: Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina: PR, 2003. 76p
- GADIOLI, J.L., DOURADO NETO, D., GARCÍA, A.G., BASANTA, M.V. temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e Caracterização fenológica associada à soma calórica **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.377-383, jul./set. 2000
- MONTEITH, J.L., ELSTON, J. Climatic constraints on crop production, In: FOWDEN, L., MANSFIELD, T.,STODDART, J. (eds.). Plant adaptation to environmental stress. London: Chapman & Hall, p.3-18, 1996.
- BERLATO, M.A & MATZENAUER, R. Teste de um modelo de estimativa de espigamento do milho com base na temperatura do ar. **Agricultura Sulriograndense**, 22(2):243-259, 1986.
- BERGAMASCHI, H.et.al., Déficit Hídrico e produtividade na cultura do milho.Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.2, p 243-249,2006.
- STEWART, D.W., DWYER, L.M. & CARRIGAN, L.L. Phenological Temperature Response of Maize. **Agronomy Journal** v.90, p. 73-79, 1998.
- RITCHIE, J.T ;NeSMITH, D. Short- and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. **Agronomy Journal**, Madison, v.84, p.107-113, 1991.
- MALUF, J. R. T. et al. Zoneamento agroclimáticos da cultura de milho por épocas de semeadura, no Rio grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.39-52, 2000.