

## FENOLOGIA DO MILHO EM FUNÇÃO DOS GRAUS-DIA ACUMULADOS EM QUATRO ÉPOCAS DE PLANTIO NA REGIÃO DE ARAPIRACA-AL

ADOLPHO E.Q.ROCHA<sup>1</sup>, GUILHERME B.LYRA<sup>2</sup>, RUI P.MEDEIROS<sup>3</sup>, JOSÉ L. SOUZA<sup>2</sup>,GUSTAVO B.LYRA<sup>4</sup>, RICARDO A. FERREIRA JÚNIOR<sup>5</sup>, MAURÍCIO B.P.SILVA<sup>1</sup> e KLEBSON S. BRITO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL) - Centro de Ciências Agrárias (CECA),  
adolpho\_quintela\_@hotmail.com. (82) 9612-7132.

<sup>2</sup>Professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Centro de Ciências Agrárias (CECA).

<sup>3</sup>Mestre em Produção Vegetal, Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

<sup>4</sup>Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-RJ.

<sup>5</sup>Doutorando em Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu-SP.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES

**RESUMO:** Objetivou-se neste trabalho avaliar o desenvolvimento da cultura do milho, em função dos graus-dia acumulados, em quatro épocas de plantio. O experimento foi conduzido na região de Arapiraca, Alagoas. Utilizou-se a variedade AL Bandeirantes, em delineamento estatístico experimental de blocos casualizados, com 4 tratamentos, que consistiram de épocas de plantio, E1, E2, E3 e E4 (06/05, 19/05, 10/06 e 30/06/2008) e 6 repetições. Foram avaliados os subperíodos “semeadura-emergência”, “emergência-pendoamento” e “pendoamento-maturação” em função dos graus-dia acumulados. O maior acúmulo de graus-dia necessários para o milho atingir a emergência foi observado nos tratamentos E1 e E2, e o menor no E4. O milho exigiu maior acúmulo para atingir a maturação na época E4 e menor na E1.

**Palavras-chave:** temperatura do ar, graus-dia, *Zea mays* L.

## MAIZE PHENOLOGY AS FUNCTION OF ACCUMULATED DEGREE-DAYS OVER FOUR DIFFERENT PLANTING PERIODS IN THE REGION OF ARAPIRACA-AL

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the maize crop development as function of degree-days over four different planting periods. The experiment was carried out in the region of Arapiraca, Alagoas. The cultivar AL Bandeirantes was the one used for this experiment, in a randomized outline with 4 treatments: planting periods E1, E2, E3 and E4 (06/05, 19/05, 10/06 and 30/06/2008) with 6 repetitions. The sub phases “sowing-emergence”, “emergence-tasseling” and “tasseling-maturity” were evaluated as function of accumulated degree-days. The highest accumulation of degree days necessary for the maize emergence was observed on treatments E1 and E2, and the lowest on E4. The maize required a high accumulation in order to reach maturity on E4 period and a low accumulation on E1.

**Keywords:** air temperature, degree-days, *Zea mays* L.

**INTRODUÇÃO:** O milho é uma das principais culturas do Brasil, cultivado numa área de aproximadamente 14 milhões de hectares, e com produção de 51 milhões de toneladas, na safra 2009 (EMBRAPA, 2009). Devido a sua importância, tornam-se necessários estudos relacionados ao seu desenvolvimento (fenologia) para a otimização da produção e do manejo adequado. A compreensão das fases desenvolvimento do milho, proporciona ao produtor a definição de práticas que possibilitam maiores produtividades (Ritchie et al., 2003), como o

monitoramento da irrigação, o plano da adubação, entre outras práticas. Tal desenvolvimento está diretamente associado ao número de dias e à temperatura do ar (graus-dia acumulados), sendo mais dependente da última, pois a duração dos subperíodos e ciclos da planta estão ligados a variações ambientais (Gadioli et al., 2000). Além disso, fatores como radiação solar, umidade do solo e disponibilidade de nutrientes também controlam o desenvolvimento das culturas. De acordo com o exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar o desenvolvimento da cultura do milho, em função dos graus-dia acumulados, em quatro épocas de plantio na região de Arapiraca, Alagoas.

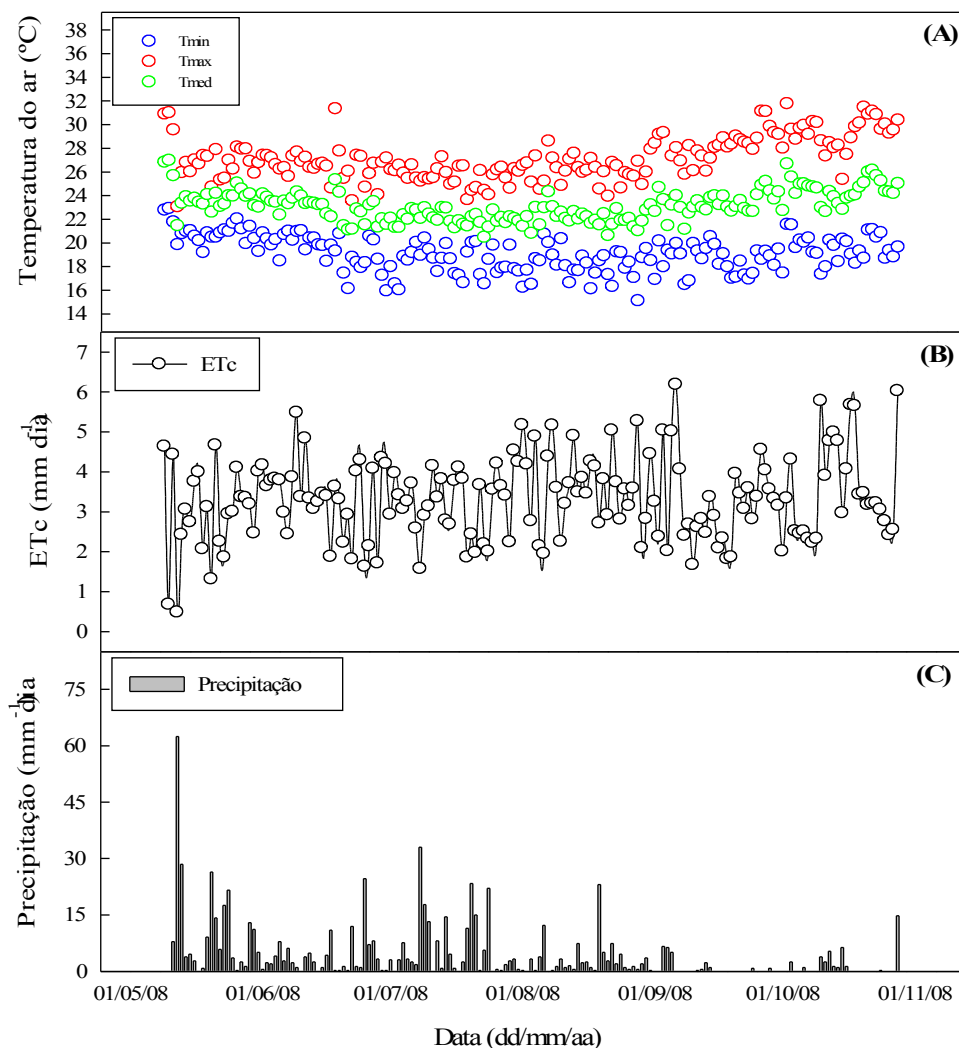
**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no período de maio a outubro de 2008, no povoado Batingas, município de Arapiraca, Alagoas (09°48'55,1" S, 36°36'22,8" W e 236 m). O solo do local foi classificado como Latossolo, típico da Região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas (EMBRAPA, 1999). Utilizou-se a variedade AL Bandeirantes, semeada no espaçamento de 0,80 m entre linhas e densidade de plantio de 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, que consistiram de épocas de plantio (06/05 – E1, 19/05 – E2, 10/06 - E3 e 30/06/2008 - E4) e seis repetições. Cada parcela do experimento foi composta de 12 linhas de 10 m de comprimento, considerando-se quatro linhas de bordadura. A adubação de cobertura foi efetuada utilizando 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de sulfato de amônio, divididos em duas aplicações, quando as plantas apresentavam 4 e 8 folhas totalmente expandidas. Foram feitas três aplicações de uma solução de micronutrientes, quando as plantas apresentavam quatro, seis e oito folhas totalmente expandidas. Durante o ciclo da cultura foi realizado o monitoramento do armazenamento de água no solo através de um equipamento de TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), determinando-se posteriormente a água facilmente disponível (AFD), calculada como  $AFD = f \text{ CAD}$ , em que  $f$  é o fator de disponibilidade de água, considerado igual a 0,55. O acompanhamento dos estádios de desenvolvimento do milho foi realizado utilizando-se como amostra cinco plantas por tratamento, com observações duas vezes ao dia. No acompanhamento do desenvolvimento da cultura utilizou-se a escala fenológica proposta por Magalhães & Durães (2006), que considera os seguintes estádios: **VE:** Emergência, **V1:** 1ª folha desenvolvida, **V2:** 2ª folha desenvolvida, **V3:** 3ª folha desenvolvida, **V4:** 4ª folha desenvolvida, **V(n),** n-ésima folha desenvolvida, **VT:** pendoamento, **R1:** Embonecamento, **R2:** bolha d'água, **R3:** leitoso, **R4:** pastoso, **R5:** formação de dente e **R6:** maturidade fisiológica. Foi realizada a avaliação fenológica da cultura para os quatro tratamentos em função dos graus-dia acumulados, que foram determinados a partir da equação a seguir:

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_{m,i} - T_b) \quad (1)$$

em que: GD (°C) representa os graus-dia acumulados;  $T_m$  (°C) é a temperatura média diária do ar do dia  $i$ , com  $i$  variando de 1 (plantio), até  $n$  dias (maturação) e  $T_b$  (°C) é a temperatura basal, em que adotou-se 10 °C (VILLA NOVA et al., 1972).  $T_m$  foi determinada pelos extremos diários de temperatura do ar. A partir dos dados foram avaliados os seguintes subperíodos da cultura do milho: “semeadura-emergência”, “emergência-pendoamento” e “pendoamento-maturação”.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Durante o período experimental, a temperatura média do ar foi de 22,6 °C (E1); 22,6 °C (E2); 22,7 °C (E3) e 22,3 °C (E4) (Figura 1A). Ou seja, a temperatura do ar se mostrou ideal para o desenvolvimento da cultura, que exige temperaturas médias entre 21 e 30°C (Muchow, 1990). Entretanto, deve-se observar que a faixa ideal varia de acordo com a fase fenológica. Ocorreram temperaturas máximas de 31,8 °C nas épocas E3

e E4 e 31,3°C nas E1 e E2, enquanto que as temperaturas mínimas registradas foram de 15,1 °C, em todas as épocas. Segundo Cruz et al. (2006), temperaturas abaixo de 10°C por períodos extensos, o crescimento da cultura torna-se praticamente nulo, e acima de 30°C, sobretudo durante a noite, interferem na produção de grãos. A precipitação pluvial total apresentou variações de até 40% entre as épocas de plantio. Foram registrados 571, 470, 386 e 341 mm, durante as épocas E1, E2, E3 e E4, respectivamente (Figura 1C). Desta forma, houve diminuição à medida que o plantio foi atrasado do início de maio (E1) para o final de junho (E4). Entretanto, a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) apresentou padrão inverso à precipitação entre as épocas de plantio. A época E4 apresentou maior  $ET_c$  total (418 mm), 15% acima da E1, que apresentou 357 mm. As épocas E2 e E3 apresentaram 364 e 366 mm, respectivamente (Figura 1B).



**FIGURA 1.** Variação da temperatura do ar máxima, mínima e média (°C) (A), evapotranspiração da cultura (B) e precipitação pluvial ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) (C) durante o período experimental, na região de Arapiraca-AL.

O armazenamento de água no solo apresentou tendência de decréscimo quanto mais tardia a época de plantio, apresentando-se superior à AFD em 70% (E1), 49% (E2), 42% (E2) e 30% (E4) do ciclo. Na tabela 1 são apresentados os dados referentes aos graus-dia acumulados (°C) e o número de dias correspondentes a cada subperíodo analisado.

**TABELA 1.** Duração (dias) e graus-dia acumulados (°C) dos subperíodos analisados do milho, variedade AL Bandeirantes, na região de Arapiraca-AL, 2008.

| Subperíodos                     | Graus-dia acumulados / Duração |                 |                 |                 |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                 | Época de Plantio               |                 |                 |                 |
|                                 | E1                             | E2              | E3              | E4              |
| <b>Plantio - Emergência</b>     | 71/5                           | 71/5            | 66/5            | 62/5            |
| <b>Emergência - Pendoamento</b> | 756/58                         | 744/59          | 704/58          | 831/57          |
| <b>Pendoamento - Maturação</b>  | 666/55                         | 696/56          | 724/55          | 626/55          |
| <b>Plantio - Maturação</b>      | <b>1493/118</b>                | <b>1511/120</b> | <b>1494/118</b> | <b>1519/117</b> |

O acúmulo de graus-dia necessários para a emergência do milho mostrou-se dependente da época de plantio. Entre o plantio e a emergência, a temperatura média do ar apresentou menores valores com o atraso da época de plantio, o que proporcionou maior soma calórica na época E1 (71GD), pois durante este subperíodo a temperatura média do ar foi de 24,7°C, e oscilou entre 31,0 e 19,8 °C. A época E4 apresentou menor acúmulo para a emergência (62GD), onde a temperatura média foi de 22,2°C, e variou entre 26,6 e 16°C. Com relação a duração do subperíodo em questão, não houve diferenças, pois em todas as épocas o milho emergiu em cinco dias após o plantio, em concordância com o exposto por Magalhães & Durães (2006), que relata que em condições ótimas de temperatura e umidade a emergência ocorre entre 4 e 5 dias. O autor também ressalta que em condições de temperatura e umidade baixas a emergência pode se estender a duas ou mais semanas. Resultados análogos foram apresentados por Moura et al. (2007), para a variedade Catingueiro precoce, na região de Petrolina-PE, onde foram necessários 72GD e 4 dias para a emergência. Entre a emergência e o pendoamento, o milho exigiu maior soma calórica na época E4 (831GD), que se encontrou em déficit hídrico (abaixo da AFD) em 47% deste subperíodo, e menor na E3 (770GD), próximos aos observados por Gadioli et al. (2000) para o híbrido C33B em três épocas de plantio na região de Taubaté-SP, que oscilaram entre 720 e 797GD. Durante este subperíodo a temperatura média do ar na época E4 foi de 22,3°C, e apresentou extremos de 29,3 e 15,1°C. Na terceira época de plantio, a temperatura apresentou extremos de 31,3 e 15,9°C, e média de 22,2°C. Segundo Cruz et al (2006) e Valentini & Shimoya (2006), a faixa de temperatura do ar média ideal durante este subperíodo situa-se entre 24 e 30°C. Desta forma, nas quatro épocas de plantio, entre a emergência e o pendoamento, a temperatura ar média foi inferior a 24°C, porém, não se aproximou dos 30°C, visto que a máxima temperatura média registrada entre estes estádios foi de 25,3°C. Os graus-dia necessários para a maturação fisiológica mostrou-se dependente da época de semeadura, com maior exigência da E4 (1.518GD), 25GD a mais do que a E1, que apresentou menor acúmulo. Estes valores foram abaixo dos relatados por Oliveira et al. (2006) na região de Arapiraca-AL, onde foram necessários 1.634GD. Lyra et al. (2009) avaliaram o milho BR 106, em três épocas de plantio, na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, e observaram que os resultados oscilaram entre 1.523 e 1.573GD. Em relação à duração do ciclo em função das épocas de plantio, foram observadas diferenças entre 2 e 3 dias, sendo necessários maior e menor número de dias para a maturação nas épocas E2 e E1.

**CONCLUSÕES:** A ocorrência dos estádios fenológicos do milho variou em função da época de plantio, com maiores diferenças em função do acúmulo de graus-dia, ao invés de dias. Houve maior acúmulo de graus-dia para o milho atingir a maturação no plantio de 30/06 e menor em 06/05/2008. A ocorrência dos estádios fenológicos, principalmente o pendoamento, apresentou atraso nos períodos de déficit hídrico.

## REFERÊNCIAS

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F.; SANTANA, D.P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 12 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 87).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Centro de Inteligência do Milho**. Disponível em: <http://cimilho.cnpms.embrapa.br/estatisticas/estatisticas.php>. Acessado em: 12 janeiro, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solo**. (Rio de Janeiro, RJ) Brasília: Embrapa Produção e Informação; Rio de Janeiro: CNPS, 412 p.,1999.

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 Agrícola*, v.57, n.3, p.377-383, jul/set. 2000.

LYRA, G.B.; SOUZA, J.L.; LYRA, G.B.; TEODORO, I.; HOLANDA, L.A.; SAMPAIO NETO, G.D. **Modelo de crescimento logístico para o milho BR106 em função dos graus-dias acumulados na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Belo Horizonte, 22 a 25 de setembro de 2009.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 10 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 76).

MOURA, M.S.B.; SOUZA, L.S.B.; SANTOS, W.S.; SOARES, J.M.; BRANDÃO, E.O.; SILVA, T.G.F. **Graus-dia acumulado para o milho no semiárido de Pernambuco**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Aracaju, 02 a 05 de Julho de 2007.

MUCHOW, R. C. Effect of high temperature on grain-growth in field-grown maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 23, p. 145- 158, 1990.

OLIVEIRA, S.S.C.; FERREIRA JÚNIOR, R.A.; CANTALICE-SOUZA, R.; ALMEIDA, A.C.S.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; ABREU, M.L.; COSTA, C.T.S.; BRITO, J.E.D.; CRUZ, S.J.S. **Necessidade térmica do milho na região de Arapiraca-Alagoas, no ano de 2005**. In: Zootec, Recife, 22 a 26 de maio de 2006.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta do milho se desenvolve. **POTAFOS**, Piracicaba, 2003. 20 p. (POTAFOS. Arquivo do Agrônomo, n.15).

VALENTINI, L.; SHIMOYA, A. Informações básicas para a cultura do milho verde. **Pesagro-Rio**, Niterói, Rio de Janeiro, n.11, mar/2008, 5p.

VILLA NOVA, N.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. Estimativa de graus-dias acumulados acima de qualquer temperatura base em função das temperaturas máxima e mínima. **Caderno de Ciências da Terra**, v.30, p.1-1, 1972.