

GRAUS-DIA ACUMULADO PARA O MILHO NO SEMI-ÁRIDO DE PERNAMBUCO

MAGNA S. B. MOURA¹, LUCIANA S. B. SOUZA², WEIDSON S. SANTOS³,
JOSÉ M. SOARES¹, ELIETH O. BRANDÃO⁴, THIERES G. F. SILVA⁵

¹Dr(a), Pesquisador(a), Embrapa Semi-Árido, BR 428, Km 152, CP 23, Zona Rural, CEP: 56300-000, Petrolina-PE.

Fone: (87) 3862-1711, E-mail: magna@cpatsa.embrapa.br, monteiro@cpatsa.embrapa.br

²Graduanda em Ciências Biológicas, Bolsista PIBIC/CNPq, Embrapa Semi-Árido, Petrolina – PE. E-mail: luciana.souza@cpatsa.embrapa.br

³Graduando em Matemática, Bolsista FUNCAMP, Embrapa Semi-Árido, Petrolina – PE. E-mail: weidson.souza@cpatsa.embrapa.br

⁴Bióloga, Bolsista DTI/CNPq, Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE. E-mail: elieth.brandão@cpatsa.embrapa.br

⁵ Eng. Agrônomo, doutorando, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa – MG, Fone: (0 xx 31) 3899-1891, thieresfreire@vicosa.ufv.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
02 a 05 de Julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: O trabalho teve como objetivo determinar os graus-dia acumulados para o milho no semi-árido do estado de Pernambuco. Os dados fenológicos foram coletados em um experimento de campo desenvolvido no período de 20/10/06 a 30/01/07, no Campo Experimental da Embrapa Semi-Árido, Bebedouro, Petrolina-PE, Brasil. Os valores diários de temperatura do ar foram obtidos em uma estação meteorológica automática, instalada a 100 m da área experimental. A temperatura-base usada foi 10°C. A exigência em total de graus-dia, para o subperíodo da emergência a floração, foi de 653 unidades térmicas. O ciclo do milho, da semeadura à colheita, ocorreu em 103 dias e acumulou 1866 graus-dia.

PALAVRAS-CHAVE: Zea mays, temperatura-base, soma térmica.

ACCUMULATED DEGREE DAYS FOR MAIZE IN THE SEMI ARID OF PERNAMBUCO STATE

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the accumulated degree days for maize in the semi arid of Pernambuco State. The phenological data utilized were collected from a field experiment carried out in the period between october, 10, 2006 and January, 30, 2007, at the Experimental Station of Embrapa Semi Arid, Bebedouro, Petrolina-PE, Brazil. The daily air temperature data were recorded at the meteorological weather stations located 100 meters near the experiment plots. The base temperature used was 10°C. The average total of growing degree days for the sub-period sowing-flowering was 653 heat units. The maize cycle, from sowing to harvest, occurred in 103 days and accumulated 1866 degree days.

KEY-WORDS: Zea mays, base temperature, thermal summation.

INTRODUÇÃO: No Brasil, o cultivo do milho destaca-se por sua importância econômica e sua participação na dieta alimentar humana e animal. Apesar de ser cultivada em todas as regiões do país, esta cultura apresenta um nível médio de produtividade, da ordem de 3.250 kg ha⁻¹ (CRUZ & FILHO, et al., 2006), considerado baixo. O clima destaca-se como um fator limitante e determinante para o desenvolvimento de uma cultura, e a temperatura ambiente

tem-se mostrado um dos elementos climáticos mais relevante na determinação da duração dos subperíodos de desenvolvimento das plantas, sendo a principal causa da variação do número de dias do ciclo vegetativo do milho, desde que não ocorra deficiência hídrica acentuada (BARBANO et al., 2003). Um dos métodos mais utilizados para quantificar a influência da temperatura no crescimento das plantas é o da soma térmica ou graus-dia. Diversos autores utilizam as aplicações de graus-dia para relacionar a temperatura ambiente com o desenvolvimento das plantas de milho (MÜLLER et al., 2005; MANFRON et al., 2003; BARBANO et al., 2001), porém, estudos dessa natureza para as condições semi-áridas são muito escassos. Segundo BARBANO et al. (2001), o acúmulo de graus-dia é de extrema relevância no processo de otimização e redução de riscos climáticos, uma vez que o conhecimento das exigências térmicas de uma cultura contribui para a previsão da duração do ciclo da planta em função dos fatores ambientais. Este estudo objetivou quantificar a soma de graus-dia nos subperíodos semeadura-floração, floração-maturação e maturação-colheita para cultura do milho, variedade Caatingueiro, na região semi-árida em Petrolina-PE.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Semi-Árido, em Bebedouro, Petrolina-PE (09°09'S; 40°22'W). De acordo com a classificação de Köppen (HARGREAVES, 1974), o clima da região é do tipo BSw^h, ou seja, clima semi-árido, com estação chuvosa compreendida entre os meses de janeiro e abril. O solo da área experimental é classificado como Podzólico Amarelo Eutrófico Latossólico com fragipã, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano, moderadamente drenado, com lençol freático a 1,80m de profundidade (EMBRAPA, 1999). O estudo foi realizado com a variedade de milho Caatingueiro superprecoce. A semeadura foi realizada em 20/10/2006, no espaçamento de 0,70m entre fileiras e 0,30 m entre plantas, resultando em uma densidade de plantio de 40.816 plantas ha⁻¹. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em cinco repetições. Cada parcela experimental foi composta por três fileiras com 10,5m² de comprimento, totalizando 180m². Adotou-se o sistema de irrigação por gotejamento utilizando uma linha de gotejadores espaçados a cada 0,5m, por fileira de plantas. Após a semeadura, foram adotados os tratos culturais necessários ao bom desenvolvimento da cultura, como capinas, controle contra pragas e doenças e manejo de irrigação. Os dados diários de temperatura do ar (média, máxima e mínima) foram obtidos em uma estação meteorológica automática localizada a 100 m da área experimental. A caracterização dos subperíodos fenológicos da cultura do milho foi realizada por meio de três visitas semanais, nas quais foram estabelecidas as datas de início de ocorrência de cada sub-período de crescimento do milho. A coleta de dados estendeu-se da semeadura à colheita. Com base nos dados diários de temperaturas, foi calculado o somatório térmico correspondente para cada sub-período fenológico, conforme a equação:

$$GD = (T_{med} - T_b) NUM \quad (1)$$

em que GD corresponde ao somatório de graus-dia em cada sub-período; T_b e a temperatura base do milho, igual a 10°C (MOTA,1979; BERLATO & SUTILI, 1976); T_{med} é a temperatura média do ar, em °C, e NUM é a duração observada em dias de cada subperíodo.

RESULTADOS E DISCURSSÃO: Na Figura 1 são apresentados os dados diários médios de temperatura do ar (média, máxima e mínima) obtidos ao longo do desenvolvimento da cultura. Pode-se observar que o desenvolvimento da cultura ocorreu em um período cujas temperaturas médias oscilaram em torno de $28,0 \pm 1,41$ °C, enquanto as máximas diárias

alcançaram valores de $35,0 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$ (Figura 1). A análise do gráfico permite inferir, que no subperíodo de “emergência-pendoamento”, que durou 38 dias, a temperatura do ar foi $27,2 \pm 1,47$ e $33,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, para valores médios e máximos, respectivamente. Esses valores são característicos da região para o período em que foi conduzido o experimento. De acordo com FILHO & CRUZ. (2006), os valores térmicos ideais para o sub-período “emergência-floração” para o milho estão compreendidos entre $24,0^{\circ}\text{C}$ e $30,0^{\circ}\text{C}$. Neste estudo, verificou-se que as temperaturas máximas diárias foram superiores a 30°C (Figura 1), no entanto, os valores de temperatura média foram compatíveis com às exigências da cultura para esse subperíodo. COELHO & DALE (1980) menciona que a cultura do milho é termosensível, qualquer variação de temperatura, seja no solo seja no ar, é capaz de influenciar de maneira marcante a sua fenologia. Quando se analisou o subperíodo “pendoamento-maturação”, verificou-se que os valores de temperatura média, máxima e mínima foram $28,6 \pm 0,84^{\circ}\text{C}$, $35,42 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ e $22,8 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$, respectivamente. FILHO & CRUZ. (2006), mencionam que a oscilação metabólica da cultura do milho ocorre dentro de limites extremos tolerados pela planta do milho, compreendidos entre 10 e 30°C , e BRUNINI et al. (2001) cita que os processos fisiológicos na sua maioria ocorre entre 0 e 40°C . MUNDSTOCK (1995) afirma que não há muito efeito da temperatura no subperíodo de “espigamento-colheita”, mas alerta que se a temperatura cair abaixo de $15,0^{\circ}\text{C}$ pode ocorrer retardamento na maturação da espiga. Como se verifica na Figura 1, as temperaturas mínimas foram superiores a $20,0^{\circ}\text{C}$.

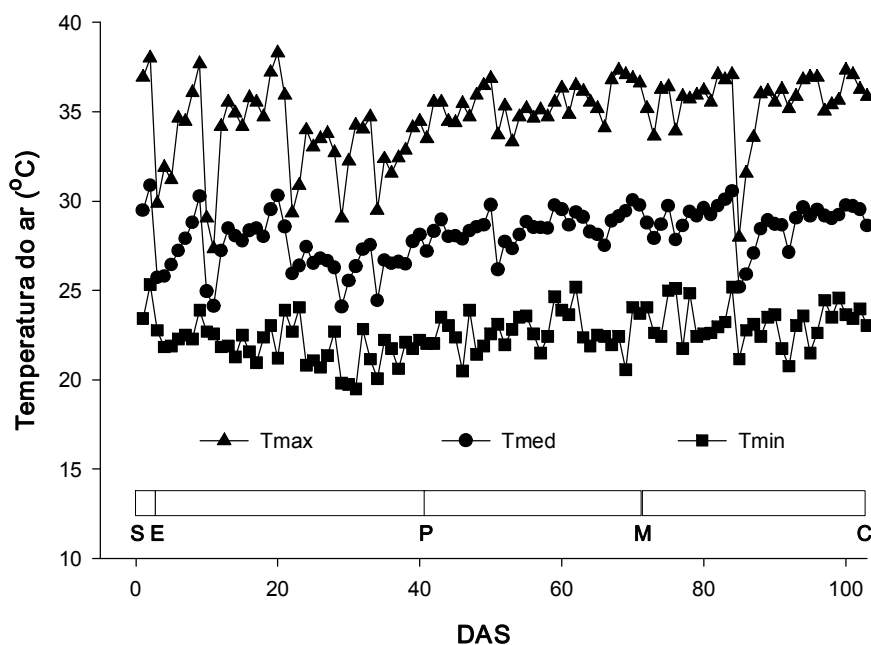


Figura 1. Dados diários médios da temperatura máxima, média e mínima em função dos dias após a semeadura (DAS) e da duração dos subperíodos (E - emergência, P - pendoamento, M - maturação e C - colheita) da cultura do milho, variedade caatingueiro, no município de Petrolina - PE.

A partir dos dados médios de temperatura do ar e das observações fenológicas da cultura do milho, foi calculado o somatório térmico acumulado ou graus-dia acumulado, tomando-se como base a temperatura de $10,0^{\circ}\text{C}$ (MOTA,1979; BERLATO & SUTILI, 1976) e

aplicando-se a equação citada por LOZADA & ANGELOTTI (1999) para cada um dos sub-períodos analisado (Tabela 1).

Tabela 1. Graus-dia acumulados e número de dias correspondente a cada subperíodo fenológico da cultura do milho variedade Caatingueiro, Petrolina-PE, 2007.

Sub-períodos fenológicos	GD	Duração
	(graus-dia, $T_b = 10,0^{\circ}\text{C}$)	(dias)
Semeadura - Emergência	72	4
Emergência-Pendoamento (E-P)	653	38
Pendoamento-Maturação (P-M)	576	31
Maturação-Colheita (M-C)	565	30
Emergência-Colheita (E-C)	1866	103

Na literatura, diversos trabalhos têm retratado o acumulado térmico no subperíodo de emergência-floração (BERLATO et al 1976; LOZADA & ANGELOTTI 1999; BARBANO et al. 2001). A explicação pelo interesse no desenvolvimento da cultura neste estágio deve-se possivelmente ao fato de que, é nesta fase que a cultura do milho tem maior sensibilidade à temperatura do ar. Constatou-se, o somatório térmico acumulado para a emergência da cultura foi de 72GD, com um tempo requerido de 4 dias para emergir, no subperíodo “emergência-pendoamento” (E-P) foi 653 graus-dia, com duração de 38 dias. CARVALHO et al. (2004), estudando essa mesma variedade, em diferentes regiões do semi-árido nordestino, verificaram que o milho necessitou de 702 graus-dia para atingir a floração. CRUZ & FILHO, et al., 2006, cita que a exigência térmica do período compreendido entre a emergência e a floração do milho, situa-se entre 780 e 830 graus-dia para variedades superprecoces. No presente estudo, verificou-se que para os sub-períodos do pendoamento (floração) a maturação (P-M) e da maturação a colheita (M-C), os valores médios dos somatórios térmicos foram 576 e 565 graus-dia, e a duração de cada sub-período foi 31 e 30 dias, respectivamente (Tabela 1). Pode-se verificar que somatório térmico médio requerido por esta variedade foi 1866 graus-dia, com duração de 103 dias da semeadura à colheita (Tabela 1), que foi realizada com grãos secos. O acumulado térmico calculado situa-se abaixo dos reportados por SILVA et al 2001, que trabalhando com cultivares de milho superprecoce em ensaio realizado em diferentes épocas de semeadura encontrou um valor médio da ordem de 2249GD para ocorrência do ciclo completo plantio/colheita e do reportado REAMUR citado por MOTA, 1979, o qual oscila em torno de 2500°C. Mas isto pode ser justificado por este cultivar ser uma variedade superprecoce totalmente adaptada às condições de Semi-árido Nordeste.

CONCLUSÕES: Constatou-se que o local e a época do ano onde foi conduzido este estudo apresentaram valores de temperatura média dentro do limite de tolerância da cultura do milho; o subperíodo “emergência-floração” do milho Caatingueiro teve duração de 38 dias e acumulou 653 graus-dia; o somatório térmico acumulado da semeadura à colheita foi 1866 graus-dia, considerando uma temperatura base de 10°C e ciclo com duração de 103 dias; o ciclo da cultura pode ser reduzido em função da colheita de milho verde, e o manejo da cultura pode ser planejado com base nos graus-dia acumulados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BARBANO, M. T., DUARTE, A. P., BRUNINI, O., RECO, P. C., PATERNIANI, M. E. A. G. Z., KANTHACK, R. A. D. Temperatura-base e acúmulo térmico no subperíodo

semeadura-florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 261-268,2001.

BARBANO, M.T., SAWAZAKI, E., BRUNINI, O., GALLO, P.B., PAULO, E.M. Temperatura base e soma térmica para cultivares de milho pipoca (*Zea mays*) no subperíodo emergência-florescimento masculino. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n. 1, p. 79-84, 2003.

BERLATO, M.A.; SUTILI, V.R. Determinação das temperaturas bases dos subperíodos emergência pendoamento e emergência – espigamento de 3 genótipos de milho. In: REUNIÃO TÉCNICA DE MILHO E SORGO, 21., Porto Alegre, 1976. **Resumos...**,Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1976.P. 26.

BRUNINI, O., JUNIOR, J. Z., PINTO, H. S., ASSAD, E., SAWAZAKI, E., DUARTE, A.P., PARTENIANI, M.E.Z. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.519-526,2001.

CARVALHO, H.W.L.; SANTOS, M.X.; SILVA, A.A.G.; CARDOSO, M.J.; SANTOS, D.M.; TABOSA, J.N.; FILHO, M.M.; LIRA, M.A.; BONFIM, M.H.C.; SOUZA, E.M.; SAMPAIO, G.V.; BRITO, A.R.M.B.; DOURADO, V.V.; TAVARES, J.A.; NETO, J.G.N.; NASCIMENTO, M.M.A.; FILHO, J.J.T.; JUNIOR, A.S.A.; CARVALHO, B.C.L. Caatingueiro – Uma Variedade de Milho para o Semi-árido Nordeste. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2004/cot-29.pdf. Acessado em: 11/03/2006.

COELHO, D.J.; DALE, R.F. An energy – crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, p.503-503, 1980.

CRUZ, J.C., FILHO, I.A.P., ALVARENGA, R.C., NETO, M.M.G., VIANA, J.H.M., OLIVEIRA, M.F., SANTANA, D.P. In: Manejo da cultura do milho. EMBRAPA MILHO E SORGO, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/Circulares%20tecnicas/Circular%2087.pdf>. Acessado em 16/03/2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FILHO,I.A.P; CRUZ, J.C. In: A CULTURA DO MILHO IRRIGADO, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/lvrrirriga.pdf>. Acessado em 17/09/2006.

HARGREAVES, G.H. **Climate zonings for agricultural production in Northeast, Brazil**. Longan: Utah State University, 1974. 6p.

LOZADA, B., ANGELOCCI, L. R. Determinação da temperatura base e de graus –dia para estimativa da duração do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho (*Zea mays*) **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 31-36, 1999.

MANFRON, P.A., BACCHI, O.O.S. et al. Modelo da profundidade efetiva do sistema radicular na cultura do milho em função de graus-dia acumulados. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 327 – 332, 2003.

MOTA, F. S. da. **Meteorologia Agrícola**. 4 ed. São Paulo:Nobel,1979. p.376.

MULLER, G.A., BERGAMASCH, H., BERGONCI, J.I., RANDIN, B., FRANÇA, S., SILVA, M.I.G. Estimativa do índice de área foliar do milho a partir de soma de graus-dia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.13, n. 1, p. 65-71,2005.

MUNDSTOCK, C.M. Aspectos fisiológicos da tolerância do milho ao fri In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3.,1995, Assis. **Resumos...** Campinas: Instituto Agronomico, 1995. p.45-48.

SILVA ,W. C. M. da. , RICIERI, R. P., AMORIM, R. C. F. de ., GRIGOLETO, M. W., DALLACORT ,R. Temperatura do ar e a duração dos estádios fenológicos do milho. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Maringá/PR 22 a 27 de julho de 2001.