

Graus-dia Estimado com Diferentes Valores de Temperatura Base na Cultura do Milho (*zea mays* L.)

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

Luiz M. Aguiar¹ e Josiane M. Guissem²

¹ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, Sete Lagoas-MG.

lsans@cnpmis.embrapa.br

² Engenheira Agrônoma - jmguissem@globo.com

Palavras-chave: unidades calóricas, florescimento, maturidade fisiológica, *Zea mays*

Introdução - O acúmulo térmico (graus-dia) tem sido utilizado para determinar a duração de um evento fenológico em particular, sendo amplamente usado para classificar o ciclo da cultura do milho e também para determinar a adaptabilidade de híbridos em determinadas localizações geográficas (Warrington & Kanemasu, 1983). Os graus-dia é uma estimativa usada para definir a resposta da planta, no que se refere a seu desenvolvimento, em relação a à temperatura. O uso dessas unidades na programação de semeadura, de colheita e para antever a taxa de crescimento da planta tem aumentado (Singh et al., 1976). O conceito de graus-dia, usualmente, assume que há uma relação linear entre a taxa de desenvolvimento da planta e a temperatura média, dentro de limites definidos de temperaturas máxima e mínima (Warrington & Kanemasu, 1983). Segundo esses autores, o acúmulo térmico tem sido usado para determinar, a duração de um evento fenológico em particular, sendo, inclusive, bastante empregado para classificar as cultivares de milho quanto a fenologia e também para determinar a adequação (adaptabilidade) de híbridos em uma determinada localização geográfica. O uso da temperatura do ar, por meio de acúmulo térmico, para determinar as fases fenológicas do milho tem sido extensivamente usado nos últimos anos. Os primeiros autores a descreverem as unidades térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura do milho foram Gilmore & Rogers (1958). A partir desta data foram desenvolvidos numerosos métodos para computar-se as unidades térmicas (Arnold, 1959, Cross & Zuber, 1972; Cutforth & Shaykewich, 1989; Bonhomme et al 1994). Os vários métodos de estabelecer os índices térmicos para estimar o crescimento da planta, tem-se embasado na variação da temperatura base (T_b). Recentes estudos tem mostrado que T_b pode variar de 6 a 8 (Warrington e Kanemasu, 1983; Bonhomme et al., 1994; Brunini, 1995, Barbano, 2000). Ellis et al. (1992b) verificaram que cultivares de milho se adaptam em diversos ambientes indicando que apesar de haver diferenças genéticas entre eles a T_b foi comparativamente a mesma. Vários trabalhos (Perry et al 1993) mostraram que a utilização de graus-dia para prever a data de colheita é viável e com potencial para aplicação operacional. No presente trabalho procurou-se estabelecer a melhor temperatura base para caracterizar, por meio graus-dia, as fases fenológicas de diferentes cultivares de milho e diferentes épocas de plantio. **Material e Métodos** - O estudo foi conduzido em condições de campo com irrigação, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais, cujas coordenadas são 19° 26'50" de latitude sul, 44° 10'17" de longitude oeste e 719m de altitude. O clima é Aw (Köppen), ou seja, típico de savana com inverno seco e temperatura

média do ar do mês mais frio superior a 18°C. O solo do local é um Latossolo Vermelho Distrófico típico A moderado textura argilosa fase cerrado, relevo suave ondulado. Os parâmetros meteorológicos utilizados foram coletados da Estação Principal de Sete Lagoas, pertencente à rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados. Cada parcela experimental era formada por quatro linhas de 5 m de comprimento com espaçamento de 1,0 metro entre linhas com 5 plantas por metro. Os experimentos foram instalados em 8 épocas (1E = 15/10/1997, 2E = 19/11/1997, 3E = 23/12/1997, 4E = 15/01/1998, 5E = 20/02/1998, 6E = 19/03/1998, 7E = 16/04/1998, 8E = 16/05/1998). Foram avaliadas sete cultivares de milho (HS 212, BR1154, HS 206, HS 211, HS201, HS205, HS200). Foi registrado, para cada cultivar, a época em que 100% das plantas floresceram e atingiram maturidade fisiológica. A quantidade de graus-dia da sementeira até florescimento e maturidade fisiológica foi determinado por meio da equação $GDD = ([(T_{max} + T_{min})/2] - T_b)$. Foram desenvolvidos quatro diferentes modelos utilizando diferentes valores de temperatura base 6°C, 7°C, 8°C, 9°C, 10°C, 11°C e 12°C.

Resultado e Discussão - Na Tabela 1 estão apresentados os valores médio de graus-dia calculados com as temperaturas base "T_b" estudadas (T_{b6}, T_{b7}, T_{b8}, T_{b9}, T_{b10}, T_{b11}, T_{b12}) e o período em dias para as cultivares alcançarem 100% de florescimento, maturidade fisiológica e a fase enchimento de grão isto é, o período compreendido entre o florescimento a maturidade fisiológica, para as oito épocas estudadas. Pelos dados obtidos, verifica-se que a quantidade de graus dia necessário no período de sementeira ao florescimento foi melhor estimado por meio dos graus-dia quando comparado com a estimativa em dias. Das temperaturas base estudadas a que melhor estimou o período de florescimento foi a T_{b8}. Já no período entre a sementeira e maturidade fisiológica as temperaturas base 6, 7 e 11 foram as que apresentaram melhor estimativa dos graus dias entre épocas. Porém no período entre o florescimento à maturidade fisiológica a estimativa com graus dia apresentou a mesma tendência da estimativa em dias "Calendário juliano", entre as épocas estudadas, verificando que este período apresenta uma maior diferenciação entre épocas de sementeira. Assim, pelos resultados obtidos, a estimativa do período de florescimento e maturidade fisiológica são melhor estimados pelos graus dias do que o período entre o florescimento e maturidade fisiológica. A comparação entre as cultivares estudadas em relação a quantidade de graus dia e/ou dias para que essas alcancem o florescimento e maturidade fisiológica, e, bem como o período entre o florescimento e maturidade fisiológica das mesmas estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que, independente da temperatura base utilizada bem como o período em dias estimado para o florescimento, que as cultivares HS212, BR1154, HS201 e HS205 apresentam o mesmo ciclo e que entre todas as cultivares estudadas, a que apresentou maior precocidade foi a cultivar HS211. No período entre a sementeira e maturidade fisiológica, foi observada a mesma tendência, isto é, a cultivar HS211 foi a que apresentou maior precocidade, diferenciando das demais cultivares, tanto quando se usou a estimativa com graus dia com em dias. Já no período de enchimento, observa-se que independente da estimativa utilizada as cultivares HS212 e HS200 apresentaram diferenças estatísticas entre si, sendo que as cultivar HS212 foi a que necessitou de menor tempo e/ou graus dia comparando-se com as demais cultivares estudadas. **Conclusão** - A previsão do florescimento e maturidade fisiológica por meio de graus dias foi mais preciso em relação ao período em dias e a temperatura base que melhor estimou o florescimento foi a de 8°C. A maturidade fisiológica pode ser estimada utilizando como temperatura base 6, 7 e 11°C, independente da época de sementeira.

TABELA 1 Valores médio de graus-dia calculados com as temperaturas base "Tb" estudadas (Tb6, Tb7, Tb8, Tb9, Tb10, Tb11, Tb12) e o período em dias para as cultivares alcançarem 100% de florescimento, maturidade fisiológica e enchimento de grão para as oito épocas estudadas. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

<i>Semeadura a 100% de Florescimento</i>								
Épocas	Tb 6	Tb 7	Tb 8	Tb 9	Tb 10	Tb 11	Tb 12	Dias
15/10/1997	1165 b	1104 ab	1043 a	984 a	920 a	859 a	798 a	62 d
19/11/1997	1141 bc	1081 bc	1020 ab	959 ab	898 abc	837 abc	776 abc	61 de
23/12/1997	1145 bc	1086 bc	1027 ab	968 ab	910 ab	851 ab	792 ab	59 ef
15/01/1998	1059 e	1054 cd	997 bc	939 bcd	882 bcd	825 bc	768 bc	58 f
20/02/1998	1115 cd	1056 cd	997 bc	938 bcd	879 cd	819 c	761 c	59 def
19/03/1998	1099 de	1034 d	970 c	906 d	842 e	778 d	714 d	64 c
16/04/1998	1156 b	1078 bc	1000 bc	923 cd	844 e	767 d	690 d	78 b
16/05/1998	1214 a	1127 a	1040 a	954 abc	867 de	780 d	693 d	87 a
CV%	2,06	2,00	2,00	2,14	2,01	2,02	2,03	2,14
DP%	76,66	65,11	59,96	57,41	54,81	55,22	57,73	10,68
<i>Semeadura a maturidade fisiológica</i>								
Épocas	Tb 6	Tb 7	Tb 8	Tb 9	Tb 10	Tb 11	Tb 12	Dias
15/10/1997	2090 bc	1980 b	1870 bc	1761 bc	1651 b	1541 b	1432 b	110 de
19/11/1997	2023 c	1917 bc	1810 c	1704 cd	1598 b	1492 b	1385 bc	106 e
23/12/1997	2208 ab	2093 a	1977 a	1862 a	1747 a	1632 a	1516 a	115 d
15/01/1998	2085 c	1969 b	1858 bc	1746 bc	1635 b	1524 b	1412 b	111 de
20/02/1998	2090 bc	1965 b	1840 c	1715 bcd	1590 bc	1465 b	1340 c	125 c
19/03/1998	2044 c	1911 bc	1777 cd	1643 de	1509 cd	1376 c	1242 d	134 b
16/04/1998	1987 c	1830 c	1698 d	1566 e	1434 d	1302 c	1170 e	132 b
16/05/1998	2219 a	2089 a	1946 ab	1802 ab	1659 b	1515 b	1371 bc	144 a
CV%	3,36	3,03	3,03	3,03	3,03	3,04	3,04	3,07
DP%	112,68	110,32	107,86	107,04	107,89	110,38	114,42	13,42
<i>Semeadura a maturidade fisiológica</i>								
Épocas	Tb 6	Tb 7	Tb 8	Tb 9	Tb 10	Tb 11	Tb 12	Dias
15/10/1997	924 bcd	876 bc	828 bc	777 bc	731 bc	682 bcd	634 bc	48 cd
19/11/1997	882 cd	836 cd	791 cd	745 c	700 bc	655 bcd	610 bc	45 d
23/12/1997	1063 a	1007 a	950 a	894 a	837 a	781 a	724 a	56 b
15/01/1998	1025 ab	915 abc	861 abc	807 abc	753 abc	699 abc	644 bc	54 bc
20/02/1998	975 abc	909 abc	843 bc	777 bc	711 bc	646 cd	579 cd	66 a
19/03/1998	946 abcd	876 bc	807 bc	737 cd	667 cd	598 de	528 de	70 a
16/04/1998	832 d	752 d	697 d	643 d	590 d	535 e	481 e	54 bc
16/05/1998	1004 abc	962 ab	905 ab	849 ab	792 ab	735 ab	678 ab	57 b
CV%	8,06	7,46	7,48	7,66	7,55	7,58	7,64	7,38
DP%	108,55	101,96	98,10	95,90	92,37	90,70	89,93	8,79

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%

CV% coeficiente de variação DP% Desvio Padrão

TABELA 2 Valores médios de graus-dia calculados com as temperaturas base "Tb" estudadas (Tb6, Tb7, Tb8, Tb9, Tb10, Tb11, Tb12) e o período em dias para as cultivares alcançarem 100% de florescimento, maturidade fisiológica e enchimento de grão entre as cultivares estudadas independente da época de semeadura. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

<i>Semeadura a 100% de Florescimento</i>								
Cultivar	Tb 6	Tb 7	Tb 8	Tb 9	Tb 10	Tb 11	Tb 12	Dias
1	1202 a	1139 a	1069 a	1005 a	930 a	860 a	791 a	70 a
2	1180 a	1118 a	1050 a	978 a	913 a	845 a	776 a	69 a
3	1106 b	1050 b	985 b	922 b	857 b	793 b	729 b	64 b
4	1034 c	980 c	921 c	861 c	802 c	742 c	682 c	60 c
5	1171 a	1109 a	1041 a	973 a	905 a	838 a	770 a	68 a
6	1185 a	1122 a	1054 a	985 a	917 a	848 a	780 a	69 a
7	1080 b	1025 b	963 b	900 b	838 b	775 b	713 b	63 b
CV%	2,06	2,00	2,00	2,14	2,01	2,02	2,03	2,14
<i>Semeadura a maturidade fisiológica</i>								
Cultivar	Tb 6	Tb 7	Tb 8	Tb 9	Tb 10	Tb 11	Tb 12	Dias
1	2079 ab	1962 a	1840 a	1718 a	1596 a	1474 a	1352 a	122 a
2	2113 a	1989 a	1866 a	1742 a	1619 a	1495 a	1372 a	124 a
3	2092 a	1969 a	1847 a	1725 a	1603 a	1481 a	1359 a	122 a
4	1979 b	1862 b	1747 b	1631 b	1515 b	1400 b	1284 b	116 b
5	2114 a	1984 a	1861 a	1738 a	1615 a	1492 a	1369 a	123 a
6	2169 a	2033 a	1907 a	1781 a	1656 a	1530 a	1404 a	126 a
7	2107 a	1985 a	1862 a	1740 a	1617 a	1494 a	1372 a	123 a
CV%	3,36	3,03	3,03	3,03	3,03	3,04	3,04	3,07
<i>florescimento à maturidade fisiológica</i>								
Cultivar	Tb 6	Tb 7	Tb 8	Tb 9	Tb 10	Tb 11	Tb 12	Dias
1	877 b	823 b	771 b	713 b	666 b	614 b	561 b	52 b
2	933 ab	871 ab	816 ab	764 ab	706 ab	651 ab	596 ab	55 ab
3	986 ab	920 ab	862 ab	804 ab	746 ab	688 ab	630 ab	58 ab
4	945 ab	882 ab	826 ab	770 ab	714 ab	658 ab	602 ab	56 ab
5	943 ab	875 ab	819 ab	764 ab	709 ab	654 ab	598 ab	55 ab
6	984 ab	911 ab	854 ab	796 ab	739 ab	682 ab	624 ab	57 ab
7	1027 a	960 a	899 a	839 a	779 a	719 a	659 a	60 b
CV%	8,06	7,46	7,48	7,66	7,55	7,58	7,64	7,38

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%
CV% coeficiente de variação DP% Desvio Padrão

Literatura Citada

- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. p.430-445, 1959. Barbrano, 2000).
- BONHOMME; DERIEUX, M.; EDMAEADS, G.O. Flowering of diverse maize cultivares in relation to temperature and photoperiod in multilocation field trials. Crop Science, Madison, v.34, p.156-164, 1994.
- BRUNINI, O.; BORTOLETO, N.; MARTINS, A L. M., et al. Determinação das Exigências

Térmicas e Hídricas de Cultivares de Milho. SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", Assis, IAC/CDV p.141-145, 1995.

CROSS, H.Z.; ZUBER, M.S. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. *Agronomy Journal*, Madison, v.64, p.351-355, 1972.

CUTFORTH, H.W.; SHAYKEWICH, C.F. Relationship of development rates of corn from planting to silking to air and soil temperature and to accumulated thermal units in prairie environment. *Canadian Journal Plant Science*, Ottawa, v.69, p.121-132, 1989.

ELLIS, R.H., SUMMERFIELD, R.J.; EDMEADES, G.O., ROBERTS, R.H. Photoperiod, temperature and interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. *Crop Science*, Madison, v.32, p.1225-1232, 1992 b.

GILMORE, E.C.; ROGERS, Heat units as a method of measuring maturity un corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.50, p.611-615, 1958.

PERRY, K.B.; SANDERS, D.C.; GRANBERRY, D.M. GARRET. J.T.; DECOTEAU, D.R.; NAGATA, R.T. DUFAULT, R.J.; BATAL, K.D.; MCHAURIM, W.J. Heat units solar radiation and daylength as as pepper harvest predictors. *Agriculture & Forest Meteorology* p.175-196, 1993.

SINGH, P.M.; GILLEY, J.R.; SPLINTER, W.E. Temperature threshold for corn growth in a controlled environmental. *Agronomy Journal*, Madison p.1152-1155, 1976.

WARRINGTON, I.J, KANEMASU, E.T. Corn growth response to temperature nad photoperiod I. seedling emergêne, tassel initiation and anthesis. *Agronomy Journal*, v.75, p.749-754, 1983.