

# Estimativa do Período do Florescimento e Maturidade Fisiológica da Cultura do Sorgo por Meio de Graus-Dia Calculado com Diferentes Valores de Temperatura Base.

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

LUÍZ M. AGUIAR SANS<sup>1</sup>, JOSIANE M. GUISTEM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, Sete Lagoas, MG.

[lsans@cnpmc.embrapa.br](mailto:lsans@cnpmc.embrapa.br)

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma - [jmguisstem@globocom.com](mailto:jmguisstem@globocom.com)

Palavras-chaves: *Sorghum bicolor*; unidades calóricas; graus-dia, florescimento, maturação, estágio fenológica.

A temperatura é considerada como um fator determinante da taxa de crescimento e desenvolvimento das plantas. No entanto, incluindo comprimento do dia, umidade e luz são fatores que também podem modificar os efeitos da temperatura sobre a planta. Segundo Coelho & Dale (1980), a temperatura afeta o desenvolvimento da planta em vários processos como: crescimento da raiz, absorção de água e nutrientes, respiração, metabolismo, fotossíntese, translocação de fotossintetizados, entre outros. O acúmulo térmico (graus-dia) é uma estimativa aproximada usada para definir a resposta do desenvolvimento da planta em relação à temperatura. O uso dessas unidades tem aumentado muito na programação de semeadura, de colheita e para antever a taxa de crescimento da planta (Singh et al., 1976). Vários são os métodos para estimar a soma térmica. A diferença entre eles é devido não somente à seleção das temperaturas máxima e mínima, mas também quanto a equação estabelecida. A maioria dos métodos assume que o crescimento e o desenvolvimento da planta em relação à temperatura é linear. A validade e a superioridade de cada método tem sido testada por vários autores, com dados de campo ( Gilmore & Rogers, 1958; Cross Zuber, 1972 e Coelho & Dale, 1980 ). Há um intervalo ótimo de temperatura ( $\Delta T$ ), onde ocorre a taxa máxima de desenvolvimento (Warrington & Kanemasu 1983; Ellis et al., 1992a) e uma temperatura ( $T_b$ ) adequada, abaixo da qual o crescimento da planta decresce acentuadamente. Os primeiros autores que descreveram as unidades térmicas satisfatórias para o desenvolvimento da cultura do milho foram Gilmore & Rogers (1958). A partir desta data foram desenvolvidos numerosos métodos com diferentes  $T_b$  e  $\Delta T$  para computar-se as unidades térmicas. 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. O objetivo deste estudo foi verificar qual a temperatura base, utilizada na estimativa de graus-dia, que melhor representa a somatória de unidades térmicas necessárias para a planta alcançar o estágio fenológico do florescimento e maturidade fisiológica na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.).

**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 foi 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, 8E = 06/04/1998, 7E = 16/05/1998), e conduzidos com tratamentos culturais e fitossanitários normalmente empregados na cultura do milho. Foram avaliadas quatro cultivares de sorgo (CMSXS 755, CMSXS 376, CMSXS 365 e BR 700). 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 o florescimento e maturidade fisiológica foi determinado por meio da equação  $GDD = \left( \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b$ . Foram desenvolvidos quatro diferentes modelos utilizando diferentes valores de temperatura base ( $T_b$ ), ou seja, 7°C, 8°C, 9°C e 10°C, Modelo 1, Modelo 2, Modelo 3 e Modelo 4 respectivamente. O desvio padrão, isto é a dispersão dos valores de graus-dia calculado nas oito épocas foi usado para verificar qual a temperatura base que melhor estima os graus-dia para o florescimento masculino e maturidade fisiológica independente da época de sementeira.

**Resultados e Discussão** - Dentre os modelos estudados, pode-se observar que os valores do desvio padrão referente aos graus-dia calculados para as épocas de sementeira entre as cultivares estudadas, variaram de 168, 191, 185 e 178, respectivamente, para os modelos 1, 2, 3 e 4 no período entre a sementeira e florescimento e de 239, 292, 283 e 274 entre a sementeira e a maturidade fisiológica. A quantidade de graus-dia necessários para o florescimento independente da época de sementeira estimados pelos modelos 1 e 2 não diferiram entre si estatisticamente, entretanto para o período de sementeira a maturidade fisiológica houve diferença significativa entre todos os modelos 1, 2, 3 e 4. O menor desvio padrão entre as épocas estudadas foi obtido no modelo 1, isto é, temperatura base " $T_b$ " 7°C. (Tabela 1), tanto para o período de florescimento, como para a maturidade fisiológica. Verifica-se portanto que a estimativa do florescimento e maturidade fisiológica por meio de graus-dia tendo  $T_b$  igual a 7°C, tendem a serem mais próximos, isto é, os valores estimados apresentam valores mais semelhantes. Porém, como pode-se observar na Tabela 1, os valores do desvio padrão referente ao período de sementeira a maturidade fisiológica foram superiores aos valores encontrados no período de sementeira ao florescimento. Por meio da análise estatística verificou-se que houve diferenças significativas entre as épocas estudadas nos modelos estudados, podendo essas diferenças serem devido à influência das outras variáveis climáticas ocorridas nas épocas avaliadas. Na Tabela 2 são apresentados a quantidade total de insolação, precipitação pluviométrica e evaporação do Tanque Classe "A" ocorridos nos períodos de sementeira ao florescimento e entre sementeira e maturidade fisiológica. Pelos valores pode-se observar que houve uma tendência em diminuir a quantidade de graus-dia nos períodos estudados com a diminuição da quantidade de precipitação. Todavia, não ocorreu essa mesma relação para a quantidade de precipitação e o período em dias para o florescimento e maturidade fisiológica. Em relação a estimativa

dos períodos estudados por meio de graus-dia e/ou calendário juliano, observa-se que o modelo 1 apresentou uma semelhança na discriminação das épocas estudadas com a estimativa em dias "Calendário Juliano". Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios de graus-dia "GDD" das épocas estudadas para cada cultivar. A análise de variância dos GDD do período de semeadura ao florescimento e/ou maturidade fisiológica não apresentaram diferenças significativas entre as cultivares estudadas. O valor médio de GDD necessário para o florescimento e/ou maturidade fisiológica foi de 1192, 1144, 1072 e 999 e de 1751, 1690, 1582 e 1473 nos modelos 1, 2, 3 e 4 respectivamente. O período em dias para o florescimento e/ou maturidade fisiológica foi de 73 e 100, respectivamente, independente da época e da cultivar. Pelos resultados obtidos neste estudo, observou-se que entre as temperaturas bases usadas para o cálculo de graus-dia a Tb7 foi a que estimou melhor os estádios de florescimento e maturidade fisiológica, independente da época de semeadura, e que outros fatores ambientais além da temperatura influenciaram na duração do ciclo da cultura.

**TABELA 1** – Valores médios de graus-dia nos modelos estudados (M1, M2, M3 e M4) para as cultivares alcançarem 100% de florescimento e maturidade nas oito épocas estudadas e o desvio padrão global dos graus-dia das épocas. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

| ÉPOCA                                     |            | Graus-dia |    |          |    |          |     |          |     |
|---|------------|-----------|----|----------|----|----------|-----|----------|-----|
|   |            | Modelo 1  |    | Modelo 2 |    | Modelo 3 |     | Modelo 4 |     |
|   |            | Tb 7°C    |    | Tb 8°C   |    | Tb 9°C   |     | Tb 10°C  |     |
| <i>Semeadura ao Florescimento</i>         |            |           |    |          |    |          |     |          |     |
| 1   | 15/10/1997 | 1260      | bc | 1190     | bc | 1120     | bc  | 1050     | bc  |
| 2   | 19/11/1997 | 1290      | ab | 1377     | ab | 1299     | ab  | 1220     | ab  |
| 3   | 23/12/1997 | 1483      | a  | 1434     | A  | 1352     | a   | 1269     | a   |
| 4   | 15/01/1998 | 1204      | bc | 1139     | C  | 1074     | cd  | 1008     | cd  |
| 5   | 20/02/1998 | 1055      | cd | 996      | cd | 937      | cde | 878      | cde |
| 6   | 19/03/1998 | 974       | d  | 914      | D  | 854      | e   | 794      | e   |
| 7   | 16/04/1998 | 1181      | bc | 1099     | dc | 1017     | cde | 935      | cde |
| 8   | 16/05/1998 | 1092      | bc | 1008     | dc | 923      | de  | 839      | de  |
| <b>Desvio padrão global</b>               |            | 168       |    | 191      |    | 184      |     | 178      |     |
| <i>Semeadura à Maturidade Fisiológica</i> |            |           |    |          |    |          |     |          |     |
| 1   | 15/10/1997 | 1760      | bc | 1662     | cd | 1564     | cd  | 1467     | cd  |
| 2   | 19/11/1997 | 1907      | ab | 2169     | A  | 2049     | a   | 1929     | a   |
| 3   | 23/12/1997 | 2060      | a  | 1947     | ab | 1834     | ab  | 1721     | b   |
| 4   | 15/01/1998 | 1928      | ab | 1820     | bc | 1712     | bc  | 1604     | bc  |
| 5   | 20/02/1998 | 1553      | cd | 1461     | de | 1368     | de  | 1276     | de  |
| 6   | 19/03/1998 | 1416      | d  | 1322     | E  | 1228     | e   | 1134     | e   |
| 7   | 16/04/1998 | 1875      | ab | 1741     | bc | 1607     | c   | 1473     | cd  |
| 8   | 16/05/1998 | 1514      | d  | 1403     | E  | 1292     | e   | 1181     | e   |
| <b>Desvio padrão global</b>               |            | 239       |    | 292      |    | 283      |     | 274      |     |

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

**TABELA 2.** Valores totais de evaporação do tanque classe "A" (Evap) mm, Insolação (Insol) horas, precipitação pluviométrica (precip) mm e o período em dias entre a semeadura e florescimento e/ou maturidade fisiológica.

| Época        | <i>Semeadura ao Florescimento</i> |            |            |           | <i>Semeadura à Maturidade Fisiológica</i> |            |            |            |
|--------------|-----------------------------------|------------|------------|-----------|---|------------|------------|------------|
|              | Evap                              | Insol      | Precip     | Dias      | Evap                                      | Insol      | Precip     | Dias       |
| 1            | 191 a                             | 441 b      | 551 b      | 70 bcd    | 250 cde                                   | 627 e      | 892 b      | 98 cd      |
| 2            | 156 bc                            | 455 b      | 898 a      | 79 abc    | 255 cd                                    | 770 cd     | 1111 a     | 126 a      |
| 3            | 189 a                             | 605 a      | 614 b      | 82 ab     | 265 bc                                    | 840 bc     | 687 c      | 113 b      |
| 4            | 154 c                             | 487 b      | 332 c      | 66 cd     | 254 cd                                    | 817 bcd    | 426 d      | 108 bc     |
| 5            | 147 c                             | 462 b      | 162 d      | 59 d      | 223 de                                    | 720 de     | 194 e      | 93 d       |
| 6            | 138 c                             | 465 b      | 105 d      | 61 d      | 214 e                                     | 711 de     | 188 e      | 94 d       |
| 7            | 188 ab                            | 646 a      | 129 d      | 83 ab     | 322 a                                     | 1079 a     | 182 ef     | 134 a      |
| 8            | 206 a                             | 670 a      | 116 d      | 85 a      | 292 ab                                    | 903 b      | 137 f      | 111 b      |
| <b>Média</b> | <b>171</b>                        | <b>529</b> | <b>363</b> | <b>73</b> | <b>259</b>                                | <b>808</b> | <b>477</b> | <b>110</b> |

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

**TABELA 3** – Valores médios de graus-dia nos modelos estudados (M1, M2, M3 e M4) para as cultivares alcançarem 100% de florescimento e maturidade nas oito épocas estudadas e o desvio padrão global dos graus-dia das épocas. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

|                  | Graus-dia                                 |                    |                    |                     |
|------------------|---|--------------------|--------------------|---------------------|
|                  | Modelo 1<br>Tb 7°C                        | Modelo 2<br>Tb 8°C | Modelo 3<br>Tb 9°C | Modelo 4<br>Tb 10°C |
| <b>Cultivar</b>  | <i>Semeadura ao Florescimento</i>         |                    |                    |                     |
| <i>CMSXS 755</i> | 1168 a                                    | 1110 a             | 1040 a             | 970 a               |
| <i>CMSXS 376</i> | 1221 a                                    | 1174 a             | 1100 a             | 1025 a              |
| <i>CMSXS 365</i> | 1209 a                                    | 1179 a             | 1104 a             | 1029 a              |
| <i>BR 700</i>    | 1171 a                                    | 1113 a             | 1043 a             | 972 a               |
| <b>Média</b>     | <b>1192</b>                               | <b>1144</b>        | <b>1072</b>        | <b>999</b>          |
| <b>Cultivar</b>  | <i>Semeadura à Maturidade Fisiológica</i> |                    |                    |                     |
| <i>CMSXS 755</i> | 1681 a                                    | 1613 a             | 1509 a             | 1405 a              |
| <i>CMSXS 376</i> | 1796 a                                    | 1737 a             | 1625 a             | 1513 a              |
| <i>CMSXS 365</i> | 1805 a                                    | 1745 a             | 1633 a             | 1520 a              |
| <i>BR 700</i>    | 1724 a                                    | 1667 a             | 1560 a             | 1454 a              |
| <b>Média</b>     | <b>1751</b>                               | <b>1690</b>        | <b>1582</b>        | <b>1473</b>         |

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

## Literatura citada

COELHO, D.T.; 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.503-510, 1980.  
Brown, 1975

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.

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*, Madison v.75, p.749-754, 1983.