

**DIMENSIONAMENTO, EM GRAUS-DIA, DOS SUBPERÍODOS
DE DESENVOLVIMENTO DO MILHO SAFRINHA,
NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Manoel Doreis Xavier de OLIVEIRA ⁽¹⁾, Domingos FORNASIERI FILHO ⁽²⁾

RESUMO

Objetivando determinar a duração, em graus-dia (GD), dos subperíodos de desenvolvimento do milho safrinha, foram conduzidos, em Campo Grande, MS, experimentos envolvendo seis cultivares: C 606, C 805, AG 504, BR 201, P 3210, XL 604. A semeadura foi de 10 de fevereiro a 11 de abril dos anos de 1993 e 1994, com intervalo de 15 dias entre cada época. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições. A fórmula utilizada para determinar GD, foi: $\text{Temperatura máxima} + \text{Temperatura mínima}/2 - 10$. A duração média dos subperíodos foram: Emergência ao Florescimento Masculino: 672 e 704 GD para C 606 e C 805; 703 a 740 GD para AG 405 e BR 210; 728 e 798 GD para P 3210 e XL 604; Florescimento Masculino ao Florescimento Feminino: entre 31 e 49 GD para C 606 e C 805; 30 a 79 GD para AG 405 e BR 201; 27 e 65 GD para P 3210 e XL 604; Florescimento Feminino à Maturidade Fisiológica: entre 668 e 697 GD para C 606 e C 805; 661 e 674 GD para AG 405 e BR 201; 636 e 691 GD para P3210 e XL 604.

Palavras-chave: Milho safrinha, Graus-dia, Ciclo.

INTRODUÇÃO

A planta de milho, para completar cada fase do seu ciclo, normalmente denominado subperíodos de desenvolvimento, necessita de determinada quantidade de calor. O método utilizado para expressar a quantidade de calor exigida, é denominado de graus-dia (GD).

O método de GD, embora esteja sendo utilizado há muitos anos (Gilmore & Rogers, 1958; Cross & Zuber, 1972; Cardoso & Mundstock, 1979), só a partir do ano de 1990, tem-se observado um maior interesse pela sua utilização no Brasil. Apesar da ainda predominância na utilização do método de número de dias de calendário (NDC), empresas produtoras de sementes de milho de diversas regiões brasileiras, devido à insatisfação demonstrada por alguns produtores em relação à classificação pelo método de NDC, já estão adotando o método de GD.

¹ Dr., Eng. Agr., Pesquisador da Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul (EMPAER-MS). Caixa postal 472, CEP: 79031-902, Campo Grande, MS.

² Dr., Eng. Agr., Professor da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Câmpus de Jaboticabal – UNESP. Rodovia Carlos Tonanni, Km 05, CEP: 14870-000, Jaboticabal, SP.

No Estado de Mato Grosso do Sul, não se tem conhecimento de trabalhos de pesquisa, objetivando a classificação de cultivares de milho safrinha pelo método de GD. Face a essa realidade, tem-se observado constantes reivindicações dos produtores, uma vez que a maioria das cultivares utilizadas nas áreas de cultivo de milho no Estado, são oriundas de outras regiões do Brasil, nas quais, normalmente, as condições ambientais são diferentes das predominantes em Mato Grosso do Sul. Isto tem ocasionado freqüentes transtornos aos produtores do Estado, já que a cultivar adquirida, tem apresentado comportamentos diferenciados quanto ao ciclo, dificultando determinar o planejamento de sua colheita pois, sendo a maioria das informações ainda em NDC, os agricultores desconhecem qual será a duração dos subperíodos de desenvolvimento da planta de milho, nas condições ambientais do Estado.

Portanto, este trabalho, baseado nesta realidade, caracteriza-se pelo pionerismo em fornecer subsídios às empresas produtoras de sementes, às instituições de pesquisas e aos produtores rurais, quanto à duração do ciclo, ou seja, quantos GD são necessários para as cultivares de milho completarem os subperíodos de desenvolvimento, nas condições ambientais do período de entressafra, no Estado de Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Para se conhecer o comportamento das cultivares, quanto à duração dos subperíodos de desenvolvimento, em todo o período de entressafra disponível, optou-se pela implantação dos experimentos em cinco épocas de semeadura: 10 de fevereiro, 25 de fevereiro, 12 de março, 27 de março e 11 de abril, perfazendo um total de dez experimentos, conduzidos durante os dois anos de experimentação (1993, 1994). Os experimentos foram conduzidos em condições de campo, na área experimental da Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul (EMPAER-MS), localizada no município de Campo Grande, MS, cuja latitude é de 20° 26' S, longitude 54° 37' W e altitude de 530 m. Optou-se pela localização dos experimentos em Campo Grande, por situar-se na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw.

Os tratamentos foram compostos por seis cultivares híbridas, sendo duas de ciclo superprecoce (C 606 E C 805), duas de ciclo precoce (AG 405 e BR 201) e duas de ciclo normal (P 3210 E XL 604). Na seleção das cultivares, foram consideradas as que apresentavam potencial para o cultivo no período de entressafra (segundo consultas realizadas nas empresas que desenvolveram os materiais) e que estavam sendo utilizadas pelos produtores do Estado, nos cultivos de safrinha.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, seis tratamentos (cultivares) e quatro repetições. Os experimentos foram conduzidos em condições naturais de clima, sem fornecimento suplementar de água, uma vez que predomina no Estado o cultivo do milho safrinha sem irrigação. Face a essa situação e considerando que, no período de entressafra, principalmente a partir do mês de maio, as precipitações são menos freqüentes e de menor intensidade em relação ao período normal de cultivo, optou-se pela utilização do espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, de modo que o estande, após desbaste, fosse de 50.000 plantas/ha.

Os subperíodos avaliados foram: Emergência ao Florescimento Masculino (considerado quando 50 % das plantas de cada parcela estavam com pendões emitidos); Florescimento Masculino ao Florescimento Feminino (considerado quando 50 % das plantas de cada parcela estavam com os estilo-estigmas emergidos); Florescimento Feminino à Maturidade Fisiológica (considerado, quando se constatou a formação da camada preta na base da maioria dos grãos existentes na parte mediana da espiga). Para o dimensionamento da duração dos subperíodos de desenvolvimento da planta de milho, utilizou-se a seguinte fórmula para determinar a quantidade de graus-dia acumulados diariamente:

$$GD = \frac{\text{Temperatura máxima} + \text{Temperatura mínima}}{2} - \text{Temperatura base}$$

Como temperatura máxima, foram computadas as temperaturas menores ou iguais a 30°C; como temperatura mínima, foram consideradas temperaturas maiores ou iguais a 10°C e como temperatura base (Tb), foi utilizada a temperatura de 10°C. Optou-se pela expressão acima e pela Tb de 10 °C, por ser considerada a mais adequada em diversos trabalhos já realizados (Gilmore & Rogers, 1958; Cross & Zuber, 1972; Cardoso & Mundstock, 1979). Essa metodologia também é adotada pela maioria das empresas produtoras de sementes de milho do Brasil que estão utilizando o método de GD, e também ser recomendada pela Embrapa (1993).

Os dados diários de temperatura máxima, mínima e média, e as precipitações pluviométricas foram coletados na estação meteorológica situada no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC/EMBRAPA), Campo Grande, MS, por ser a área experimental onde foram conduzidos os experimentos, localizar-se ao lado do referido Centro.

Quanto à análise estatística, inicialmente os dados de cada subperíodo foram analisados por época de semeadura. Posteriormente, foi realizada a análise conjunta envolvendo as cinco épocas por ano de experimentação, segundo a metodologia sugerida por Gomes (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o subperíodo Emergência ao Florescimento Masculino (Tabela 1), em todas as cultivares avaliadas, nota-se que não houve uma tendência de alongamento na duração do mesmo, com o atraso da semeadura. Algumas variações na duração desse subperíodo, apesar de existentes, podem ser consideradas não significativas, se comparadas à duração do ciclo obtido pelo método NDC, o qual, normalmente, detecta alongamento mais significativo do ciclo à medida que retarda a semeadura.

Com relação ao comportamento dos grupos de cultivares avaliados, mostrou-se diferenciado, sendo que as cultivares C 606 e C 805, foram as que apresentaram realmente menor duração em relação às cultivares AG 405 e BR 201, e estas, menor duração em relação a P 3210 e XL 604. Face a isso, é possível estabelecer, para as cultivares avaliadas, os seguintes intervalos para a duração média do subperíodo de emergência ao florescimento masculino: 672 e 704 GD, para as cultivares C 606 e C 805; 703 e 740 GD, para AG 405, e BR 201 e 728 a 798 GD, para P 3210 e XL 604 (Tabela 1).

Tabela 1 - Duração, em graus-dia, do subperíodo Emergência ao Florescimento Masculino, de seis cultivares de milho safrinha, em cinco épocas de semeadura, nos anos 1993, 1994.

Cultivar	Épocas de semeadura											
	10/02		25/02		12/03		27/03		11/04		Média	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
 graus-dia											
C 606	679	685	668	698	656	732	693	701	670	706	673	704
C 805	675	683	657	698	653	732	693	701	683	706	672	704
AG 405	721	699	692	741	702	755	710	754	692	743	703	738
BR 201	714	705	668	745	709	755	733	754	709	743	707	740
P 3210	736	743	695	777	749	777	738	766	720	902	728	793
XL 604	741	754	704	777	760	777	746	779	740	902	738	798
MÉDIA	711	712	681	739	705	755	719	743	702	784	704	746
DMS Tukey 5%:												
Cultivar	15,8	12,8	17,2	7,4	21,8	1,2	16,7	0,8	15,6	1,1	-----	-----
Época (híbrido)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	15,1	5,7
C.V. (%)	0,9	0,8	1,1	0,4	1,3	0,1	1,0	0,1	0,9	0,1	1,1	0,4

- Em todas as épocas e na análise conjunta envolvendo todas as épocas, houve significância, e por isso, foi aplicado o teste de média.
- Para comparar o comportamento das cultivares dentro de cada época, utiliza-se a DMS Tukey 5 % da Cultivar; para comparar o comportamento das cultivares nas diversas épocas de semeadura, utiliza-se a DMS Tukey 5 % da Época (híbrido).

No subperíodo Florescimento Masculino ao Florescimento Feminino (Tabela 2), apesar da curta duração, observou-se que foi influenciado pelas variações ambientais. Esta variação ocorre,

pois a planta passa por uma intensa atividade fotossintética para a formação da espiga e o início do enchimento de grãos (Fornasieri Filho, 1992), com um aumento na demanda por nutrientes (Malavolta et al., 1974) e principalmente por água, passando de um consumo de 2,9 mm/dia, na fase de emergência, a 30 dias após; 5,4 mm/dia, na fase de 30 dias após a emergência ao florescimento masculino, para um pico máximo de consumo de 7,0 mm/dia no subperíodo Florescimento Masculino ao Florescimento Feminino (Matzenauer et al., 1981; Matzenauer & Sutilli, 1983).

O subperíodo Florescimento Masculino ao Florescimento Feminino, é de fundamental importância para a produção final de grãos, por ser a fase em que ocorre a viabilização das estruturas reprodutivas preexistentes, especialmente do número de grãos por espiga (Fornasieri Filho, 1992). A duração média desse subperíodo oscilou entre 27 e 35 GD, no ano de 1993, e 40 e 85 GD, no ano de 1994 (Tabela 2). Esses valores são próximos aos registrados por Brunini et al. (1995), que oscilaram entre 46 e 86 GD, em dez cultivares avaliadas, tendo como temperatura base 8 e 10 °C.

Tabela 2 - Duração, em graus-dia, do subperíodo Florescimento Masculino ao Florescimento Feminino, de seis cultivares de milho safrinha em cinco épocas de semeadura, nos anos 1993, 1994.

Cultivar	Épocas de semeadura											
	10/02		25/02		12/03		27/03		11/04		Média	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
 graus-dia											
C 606	35	22	30	47	43	31	16	53	29	46	31	40
C 805	43	67	35	47	42	31	19	53	31	46	34	49
AG 405	23	51	29	36	59	77	32	76	31	187	35	85
BR 201	24	53	30	32	55	77	20	76	19	156	30	79
P 3210	22	42	30	30	46	55	27	71	18	73	29	54
XL 604	17	69	28	30	39	55	23	61	27	111	27	65
MÉDIA	27	51	30	37	47	54	23	65	26	103	31	62
DMS Tukey 5%:												
Cultivar	12,0	11,3	*	7,7	17,4	3,0	*	12,7	12,0	27,5	-----	-----
Época (híbrido)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	13,5	12,9
C.V. (%)	19,3	9,8	20,8	9,1	16,1	2,4	39,2	8,6	20,4	11,6	22,3	10,5

* Não houve significância, e por isso, não foi aplicado o teste de média.

- Para comparar o comportamento das cultivares dentro de cada época, utiliza-se a DMS Tukey 5 % da Cultivar; para comparar o comportamento das cultivares nas diversas épocas de semeadura, utiliza-se a DMS Tukey 5 % da Época (híbrido).

Com relação ao subperíodo Florescimento Feminino à Maturidade Fisiológica (Tabela 3), observa-se que as semeaduras a partir de 27 de março, foram as que apresentaram as maiores variações. Nas plantas oriundas das semeaduras efetuadas até 12 de março, exceto a de 12 de março de 1994, ocorreu comportamento similar entre as cultivares (média entre 706 e 788 GD),

uma vez que também não houve diferenças acentuadas das temperaturas durante o período. Já nas semeaduras a partir de 27 de março, verifica-se uma menor duração (média entre 549 e 683 GD), pelo fato de o subperíodo coincidir com o aumento e/ou diminuição das temperaturas associadas a ventos, e ainda a redução das precipitações pluviais, ocasionando desidratação nas plantas. Essa menor duração, ocasionou uma redução na produtividade das plantas oriundas das duas últimas épocas de semeadura. A média de produção de grãos das seis cultivares, na primeira época de semeadura (10 de fevereiro), foi de 4.406 kg/ha, em 1993, e 3.424 kg/ha, em 1994, enquanto, nas duas últimas épocas (27 de março e 11 de abril), o rendimento de grãos foi, respectivamente, de apenas 2.746 e 1.799 kg/ha, em 1993, e 2.563 e 1.074 kg/ha, em 1994.

Segundo Machado et al. (1992), em condições normais, a produção de grãos é proporcional à produção fotossintética pós-antese, e o encurtamento do subperíodo Florescimento Feminino à Maturidade Fisiológica, geralmente resulta em menores produções. O tempo não foi suficiente para a completa formação e para o enchimento dos grãos, cujo peso, conseqüentemente, fica reduzido.

A duração do subperíodo Florescimento Feminino à Maturidade Fisiológica, para as cultivares C 606 e C 805, oscilou entre 757 e 575 GD, no ano de 1993; 794 e 634 GD, no ano de 1994; 762 e 571 GD em 1993, 798 e 522 GD em 1994, para as cultivares AG 405 e BR 201; 758 e 593 GD em 1993, 772 e 450 GD em 1994, para as cultivares P 3210 e XL 604 (Tabela 3). A deficiência hídrica, as altas e/ou baixas temperaturas, associadas a ventos, foram os principais fatores que provocaram uma menor duração no número de GD, no subperíodo florescimento feminino à maturidade fisiológica, nas plantas oriundas das semeaduras efetuadas em 11 de abril.

Tabela 3 - Duração, em graus-dia, do subperíodo Florescimento Feminino à Maturidade Fisiológica, de seis cultivares de milho safrinha em cinco épocas de semeadura, nos anos 1993, 1994.

Cultivar	Épocas de semeadura											
	10/02		25/02		12/03		27/03		11/04		Média	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
 graus-dia											
C 606	651	752	722	794	745	653	638	651	586	634	668	697
C 805	667	710	749	794	757	653	646	666	575	647	679	694
AG 405	719	751	723	798	696	632	634	604	599	522	674	661
BR 201	705	743	762	798	690	632	631	604	571	553	672	666
P 3210	758	771	738	772	718	632	633	611	608	486	691	654
XL 604	738	720	733	772	697	632	645	607	593	450	681	636
MÉDIA	706	741	738	788	717	639	638	624	589	549	678	668
DMS Tukey 5%:												
Cultivar	22,0	16,0	18,1	9,3	39,9	2,9	*	12,5	15,7	25,0	-----	-----
Época (híbrido)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	21,7	12,9
C.V. (%)	1,4	0,9	1,1	0,5	2,4	0,2	1,6	0,9	1,2	2,0	1,6	0,9

* Não houve significância, e por isso, não foi aplicado o teste de média.

- Para comparar o comportamento das cultivares dentro de cada época, utiliza-se a DMS Tukey 5 % da Cultivar; para comparar o comportamento das cultivares nas diversas épocas de semeadura, utiliza-se a DMS Tukey 5 % da Época (híbrido).

CONCLUSÕES

A duração média dos subperíodos de desenvolvimento das cultivares avaliadas, foram:

- Emergência ao Florescimento Masculino: C 606 e C 805: 672 a 704 GD;
AG 405 e BR 201: 703 a 740 GD;
P 3210 e XL 604: 728 a 798 GD.
- Florescimento Masculino ao Florescimento Feminino: C 606 e C 805: 31 a 49 GD;
AG 405 e BR 201: 30 a 85 GD;
P 3210 e XL 604: 27 a 65 GD.
- Florescimento Feminino à Maturidade Fisiológica: C 606 e C 805: 31 a 49 GD;
AG 405 e BR 201: 30 a 85 GD;
P 3210 e XL 604: 27 a 65 GD.

BIBLIOGRAFIA

- BRUNINI, O. et al. Determinação das exigências térmicas e hídricas de cultivares de milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 3, 1995, Assis. **Resumos...** Assis: Instituto Agrônomo/Centro de Desenvolvimento Agropecuário do Médio Vale do Paranapanema, 1995. p.141-5.
- CARDOSO, M . J.; MUNDSTOCK, C. M. Comparação de treze métodos de cálculo de unidades térmicas de desenvolvimento de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.31, n.11, p.1278-83, 1979.
- CROSS, H. Z.; ZUBER, M. S. Prediction of flowering dates in maize based on diferent methods of estimating thermal units. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.351-55, 1972.
- EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 204p.
- FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.
- GILMORE, E. C.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, n.10, p.611-15, 1958.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 11. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.
- MACHADO, E. C. et al. Fotossíntese, remobilização de reservas e crescimento de grãos em dois híbridos de milho sob deficiência hídrica na fase de crescimento dos grãos. **Bragantia**, Campinas, v.51, n.2, p.151-9, 1992.

- MALAVOLTA, E. et al. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. p.371-419.
- MATZENAUER, R. et al. Evapotranspiração de milho (*Zea mays* L.) e sua relação com a evaporação do tanque classe A. **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, v.17, n.2, p.273-95, 1981.
- MATZENAUER, R.; SUTILLI, V. R. Água na cultura do milho. **Ipagro Informa**, Porto Alegre, n.26, p.17-32, 1983.