

Determinação da Soma Térmica e Filocrono de Progenitores de Sorgo Híbrido



ISSN 1679-0154

Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 55

Determinação da Soma Térmica e Filocrono de Progenitores de Sorgo Híbrido

Dione Galvão da Silva
Reginaldo Resende Coelho
José Avelino Santos Rodrigues
Luiz Antonio Laudares Faria

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Flávia Cristina dos Santos Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa
Foto(s) da capa: Embrapa SPM/ESET - Lopes, S.R. 2012

1ª edição

1ª impressão (2012): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo**

Determinação da soma térmica e filocrono de progenitores de sorgo híbrido / Dione Galvão da Silva ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

28 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679- 0154; 55).

1. *Sorghum bicolor* L. 2. Semente. 3. Produção. I. Silva, Dione Galvão da. II. Série.

CDD 633.174 (21. ed.)

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	17
Conclusões	25
Agradecimentos	26
Referências	26

Determinação da Soma Térmica e Filocrono de Progenitores de Sorgo Híbrido

Dione Galvão da Silva¹

Reginaldo Resende Coelho²

José Avelino Santos Rodrigues³

Luiz Antonio Laudares Faria⁴

Resumo

A taxa de desenvolvimento das plantas não pode ser quantificada pelo calendário civil, uma vez que a duração das fases fenológicas está associada a fatores ambientais, como a temperatura. Através desse parâmetro climático, calcula-se o número de graus-dias ou soma térmica, para antever a taxa de crescimento da planta e a velocidade de emergência de folhas ou filocrono. Para a produção de sementes híbridas de sorgo, cujo fator imprescindível é a coincidência de florescimento, é interessante a determinação da soma térmica dos parentais de sorgo, para prever o período reprodutivo e determinar o “split” (sincronia de plantio) em função da época de cultivo. Foram conduzidos dois experimentos, um no campo e outro em canteiro, nos períodos de novembro de 2011

¹Eng.-Agr., Mestre em Fitotecnia, Analista A da Embrapa Produtos e Mercado/Escritório de Sete Lagoas, Sete Lagoas, MG. dione@cnpmc.embrapa.br

²Eng.-Agr., Mestre em Fitopatologia, Analista A da Embrapa Produtos e Mercado/Escritório de Sete Lagoas, Sete Lagoas, MG. coelho@cnpmc.embrapa.br

³Eng.-Agr., Doutor em Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. avelino@cnpmc.embrapa.br

⁴Eng.-Agr., Mestre em Fitotecnia, Analista A da Embrapa Produtos e Mercado/Escritório de Sete Lagoas, Sete Lagoas, MG. laudares@cnpmc.embrapa.br

a fevereiro de 2012 e março a julho de 2012. Os tratamentos constituíram-se de sete linhagens de sorgo, os quais são progenitores de híbridos licenciados pela Embrapa. Observou-se que a temperatura é um fator preponderante para estimar a data de florescimento de algumas linhagens testadas e que a soma térmica pode ser um fator a ser considerado na construção de “split”.

Termos para indexação: produção de sementes, sincronia de plantio, filocrono

Thermal Time and Phyllochron of Sorghum Hybrid Parents

Abstract

The rate of plant growth can not be quantified as calendar, since the length of maturity stage is associated with environmental factors such as temperature. Using the temperature we can calculate the number of degree days or thermal time to predict the rate of plant growth and the leaves appearance rate or phyllochron. For the production of hybrid seeds of sorghum, whose parents “nick” in their flowering, it is interesting to determine the thermal time of parental sorghum, predict the reproductive period and determine the “split” (synchronized planting) in function of sowing period. Two experiments were conducted, the first one in the field and the other one in bed, from November 2011 to February 2012 and March to July 2012. The treatments consisted of seven sorghum lines, which are parents of Embrapa licensed hybrid. It was observed that the temperature is a major factor to estimate the date of flowering of some lines tested and thermal time may be a factor to be considered in the construction of “split” .

Index terms: seed production, synchronized planting, phyllochron

Introdução

O melhoramento genético vegetal tem como objetivo o atendimento dos requisitos agrônômicos: maior produtividade, uniformidade, maior estabilidade de produção, resistência a patógenos e insetos, bem como adaptação às condições de solo e clima. E uma das técnicas que, no Brasil, desde a década de 1940 tem sido implantada, é a produção de sementes híbridas, através do cruzamento entre linhagens endogâmicas e/ou híbridos simples, as quais são geneticamente diferentes, cujo resultado é uma planta que apresenta vários locos gênicos em heterozigose. Dessa forma, a planta híbrida se destaca por apresentar a heterose ou o vigor genético.

A base para formação das plantas híbridas se dá entre materiais denominados “macho” e “fêmea”, e o despendoamento, a exemplo do milho, deve ser realizado para evitar o cruzamento do mesmo genótipo. Para o sorgo, para possibilitar a formação do híbrido, as linhagens “fêmeas” devem apresentar o sistema da macho-esterilidade citoplasmática-genética, cujo processo é causado pela interação dos fatores que induzem a esterilidade no citoplasma com os fatores genéticos dentro do núcleo. Dessa maneira, é necessário o uso de linhagens macho-estéril com essa particularidade, uma vez que a planta de sorgo é classificada como planta autógama, pois a quantidade de polinização cruzada usualmente vai de 2 a 10% (GUPTA, 1999).

É essencial que as linhas parentais escolhidas para a produção de sementes híbridas de sorgo floresçam ao mesmo tempo em que os grãos de pólen estejam viáveis e o estigma, receptivo. Além disso, é importante que haja um conhecimento prioritário sobre os padrões de florescimento de ambos os parentais dos híbridos. Em um desses estudos para a cultura do sorgo, pode-se citar a determinação do acúmulo térmico, em que a planta, para completar cada fase

fenológica, necessita atingir um somatório térmico, acumulado dentro de um limite de temperatura-base, que é específica para cada material. Dessa forma, podem ser estabelecidos os “splits” (sincronismo de plantio) mais apropriados para cada cruzamento de progenitores.

Para o sorgo, os estádios de crescimento do macho e da fêmea devem ser examinados rigorosamente quando a cultura atinge 3 a 4 semanas de idade, ou mais tarde, dependendo do período de crescimento vegetativo (GUPTA, 1999). Plantas de fileiras macho e fêmea podem ser aleatoriamente amostradas; os caules com suas folhas, retiradas; e primórdios foliares e o ápice, cuidadosamente examinados. A diferença na formação da panícula, dentro da folha bandeira, indica as diferenças de florescimento entre os parentais. Boas correlações (sincronismo) dos parentais macho e fêmea devem ser consideradas para seleção de híbridos.

Um mecanismo facilitador das práticas de manejo, em que os parentais devem apresentar sincronismo de florescimento, é a avaliação da soma térmica dos progenitores de sorgo. As flutuações das condições climáticas durante a estação de crescimento pode ocasionar o florescimento em diferentes datas, e uma vez conhecida a soma térmica dos parentais, pode-se prever o período reprodutivo e assim estabelecer uma forma estratégica para maximizar a geração de sementes híbridas. Assim, com a utilização do método de graus-dias, pode-se monitorar de forma numérica os estádios fenológicos para permitir a coincidência do período de floração.

Para estimar a taxa de crescimento vegetal, utiliza-se o termo “graus-dias”, que representa a relação do desenvolvimento das culturas em função da temperatura, “acúmulo térmico” ou “soma térmica”, que está associado com o limite de temperatura no qual os processos metabólicos vegetais são estabilizados ou paralisados, denominado

temperatura-base. Conforme Bonhomme (2000), esse valor de temperatura deve ser ajustado para cada genótipo.

A temperatura-base pode ser estimada por diversas metodologias, dentre elas, o método do menor desvio padrão, em graus-dia, que é calculada a partir de uma série de plantios. Ou seja, para uma série de temperaturas-base, aquela que resultar em valor de graus-dias com o menor desvio padrão será relacionada como temperatura-base (SANS; GUISTEM, 2002).

Com relação à soma térmica de um vegetal, o que se observa na prática é que esse parâmetro varia em função da data de plantio e dos fatores climáticos. Por exemplo, em plantios de verão, para culturas não sensíveis ao fotoperíodo, o ciclo pode ser mais curto. Desde que as temperaturas não ultrapassem os níveis máximos da cultura, essa antecipação ocorre com o progresso da temperatura do ar, ocorrendo uma alta frequência de temperaturas acima da temperatura-base, que é favorável ao crescimento.

Para o cálculo da soma térmica são utilizadas várias metodologias, as quais podem ser resumidas em função dos seguintes termos: temperatura mínima, máxima, base mínima e base superior. As principais metodologias para inferir as unidades de graus-dias foram descritas por Arnold (1959), Ometto (1981), Snyder (1985) e Dufault (1997). Importante observar a unidade de temperatura utilizada, pois no Brasil o que se preconiza é o valor expresso em °C.

O impacto prático do uso da soma térmica é mencionado em vários trabalhos, e podem ser mencionadas as seguintes atividades: classificação das plantas em função da taxa de florescimento ou comprimento do ciclo; estimativa do ponto de colheita; planejamento de épocas de plantio; estimativa de épocas de colheita e estimativa

do potencial de infestação por pragas e doenças; previsão de ocorrência de adultos de insetos, possibilitando a indicação mais precisa para o início da aplicação de controle fitossanitário; dedução da probabilidade do crescimento populacional e do tempo médio de crescimento populacional de diversas pragas (MELO et al., 2006); acesso à intensidade de esporulação de fungos, zoneamento agrícola, entre outros.

Dessa maneira, o presente trabalho objetivou estudar a soma térmica dos progenitores de híbrido de sorgo da Embrapa, com o intuito de averiguar a fase reprodutiva, a velocidade de emergência das folhas (filocrono) e fornecer subsídios para a construção de “splits” mais apropriados.

Material e Métodos

Caracterização da Unidade de Estudo

Os estudos foram realizados no município de Sete Lagoas (MG), no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, no período de 18 de novembro de 2011 a 08 de fevereiro de 2012 (primavera-verão de 2011), e em canteiros, no período de 28 de março de 2012 a 05 de julho de 2012 (outono-inverno de 2012). Utilizaram-se sete linhagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): CMS S 011, CMS S 004, CMS S 029, CMS S 027, CMS S 026, CMS S 024, CMS S 014. Essas linhagens são progenitores dos híbridos BRS 310 (CMS S 014 e CMS S 004), BRS 655 (CMS S 024 e CMS S 026), BRS 332 (CMS S 027 e CMS S 011) e BRS 330 (CMS S 029 e CMS S 011).

No experimento em campo, os lotes das diferentes linhagens foram cultivados em duas linhas de 30 metros, espaçadas em 0,50 m entre si, na quantidade de 20 sementes por metro linear, constituindo um

stand total de aproximadamente 1.200 plantas para cada material, para uma área experimental de 210 m² (7 x 30m). Utilizaram-se 300 kg/ha do adubo 8-28-16 para adubação de plantio e 200 kg/ha de ureia em cobertura após 46 dias do plantio.

No experimento em canteiros, as linhagens foram cultivadas em duas linhas de 14 metros de comprimento, sob a densidade de 20 sementes/metro linear e espaçamento de 0,5 metros. Utilizou-se uma parcela de 2 m², com uma população útil de 80 plantas. Utilizaram-se 375 kg/ha do adubo 8-28-12 para adubação de plantio e 280 kg/ha de adubo 30-0-20 em cobertura, após 41 dias da semeadura.

As sementes das linhagens destinadas ao plantio apresentaram valores semelhantes de germinação e vigor entre anos experimentais. Possíveis diferenças na fertilidade do solo na área do campo e entre os canteiros foram minimizadas com a aplicação de adubo. A umidade do solo não foi limitante, uma vez que a irrigação foi realizada três vezes por semana, com a manutenção da umidade próxima à capacidade de campo. Além disso, não houve diferenças a respeito da sanidade e do aspecto nutricional entre as plantas analisadas para cada experimento realizado. No entanto, a presença de plantas daninhas foi controlada manualmente no experimento em canteiro, enquanto no experimento em campo houve aplicação dos herbicidas: Glyphosato (2,5kg ha⁻¹) e Aurora 400 CE (400 mL ha⁻¹) sete dias antes do plantio, e Atrazina (2 L ha⁻¹) 32 dias após o plantio. Além disso, o controle de plantas daninhas no campo foi realizado com roçadeira costal 67 dias após o plantio.

Determinação do Estádio Inicial de Florescimento

O início do florescimento do sorgo foi avaliado por meio de amostragem não destrutiva na parcela de campo e no canteiro, para todas as

linhagens avaliadas. Atribuiu-se o início do florescimento quando pelos menos 1 planta das parcelas apresentava flores pediceladas receptivas ou tinha emitido anteras na região apical da panícula (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Identificação do início da receptividade da panícula.



Figura 2. Identificação do início da liberação de pólen.

Determinação do Filocrono

Para cada linhagem utilizada no presente estudo foram selecionadas 20 plantas aleatoriamente na parcela de 30 m² no campo e 15 plantas na parcela útil do canteiro. O número total de folhas expandidas, não expandidas e folhas mortas (Figura 3) foi contabilizado até a expansão da folha bandeira e emissão da panícula (VANDERLIP, 1993). O número de folhas acumuladas, calculado a partir do somatório do número de folhas expandidas, não expandidas e mortas, foi correlacionado com a soma térmica, obtendo-se uma regressão linear ao longo do período de análise. O filocrono ($^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$) foi determinado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear

dessas equações (temperatura-base = 7 °C) (MARTINS et al., 2012; SANS; GUISTEM, 2002).



Figura 3. Contagem de folhas para a determinação do filocrono. (1) Folhas senescentes; (2) Folhas Expandidas; (3) Folhas Não expandidas.

Coleta de Informações Agroclimáticas

Os dados climatológicos foram obtidos pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a partir de estação climatológica convencional localizada nas dependências da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais, nas coordenadas geográficas

19° 28' lat. S e 44° 15' long. W. Os valores diários de temperatura do ar (máxima, mínima, bulbo seco e bulbo úmido), umidade relativa do ar, ventos, precipitação e insolação foram digitalizados em planilha de Excel®. Os fotoperíodos diários foram calculados com base na latitude local e no dia do calendário juliano, segundo a metodologia proposta por Ometto (1981).

A partir das informações de temperatura máxima e mínima, calculou-se a quantidade de graus-dias ou soma térmica, com objetivo de estimar o “tempo fisiológico” do crescimento das plantas de sorgo. Além disso, calculou-se a quantidade de graus-dias acumulados com o objetivo de estimar a soma térmica para o início e final de receptividade das plantas autoestéreis, e da liberação de pólen das plantas restauradoras da fertilidade.

A quantidade de graus-dias, as quais constituem o “método do retângulo” (MELO et al., 2006) ou o método de Arnold (1959), está apresentada na Equação 1 e na Equação 2, para dados em que a temperatura mínima seja superior à temperatura base inferior ($T_{base} = 7\text{ °C}$) e a temperatura máxima diária seja menor que a temperatura base superior (45 °C).

$$GDD(\text{°C dia}^{-1}) = \left(\frac{T_{máxima} + T_{mínima}}{2} \right) - T_{base} \quad (1)$$

Em que:

GDD= Graus-dias (°C dia^{-1})

$T_{máxima}$ = temperatura máxima (°C)

$T_{mínima}$ = temperatura mínima (°C)

T_{base} = temperatura base inferior, cujo valor foi de 7 °C

$${}_{(2)} \text{ Soma Térmica Acumulada}(\text{°C dia}^{-1}) = \sum_{i=1}^n GDD_i \quad (2)$$

Adotou-se a temperatura base inferior de 7 °C, conforme o trabalho de Sans e Guissem (2002), no qual estimaram a temperatura-base do sorgo para o município de Sete Lagoas (MG), a partir de experimento realizado em oito épocas distintas com diferentes modelos de ajustes. As épocas em que os autores realizaram os ensaios de temperatura-base foram: 15/10/1997, 19/11/1997, 23/12/1997, 15/01/1998, 20/02/1998, 19/03/1998, 06/04/1998, 16/05/1998.

Conforme Magalhães e Durães (2003), a temperatura ótima para crescimento do sorgo está por volta de 33 a 34 °C; e acima de 38 °C e abaixo de 16 °C, a produtividade decresce. A temperatura de 10 °C causa redução na área foliar, perfilhamento, altura, acumulação de matéria seca e um atraso na data de floração. Contudo, o valor de temperatura-base da cultura, ajustado para 7 °C, demonstrou ser o valor mais adequado (menores desvios padrões de soma térmica) em relação aos plantios realizados por Sans e Guissem (2002) durante o estágio de semeadura ao florescimento.

Simulação do Florescimento

Com base em uma série histórica de dados climáticos diários no período de 30 anos, simularam-se as datas de florescimento para as linhagens de sorgo para o município de Sete Lagoas (MG), a partir das informações de soma térmica obtidas no experimento de campo (primavera-verão de 2011) para o mesmo período testado de outono-inverno (série histórica). Com a determinação da soma térmica das linhagens, verificou-se em planilha eletrônica o valor de soma térmica simulada igual ou imediatamente superior. Os dados de série histórica foram obtidos pelo Núcleo de Tecnologia da Informação da Embrapa Milho e Sorgo.

Resultados e Discussão

Durante o período de 18 de novembro de 2011 a 08 de fevereiro de 2012 (primavera-verão de 2011), observou-se que a temperatura máxima foi de 35,40 °C, a temperatura mínima foi de 15,10 °C e a média foi de 23,68 °C. No período de 28 de março a 05 de julho de 2012 (outono-inverno de 2012), as temperaturas máxima, mínima e média, foram respectivamente, 32,60 °C, 10,40 °C e 22,45 °C.

Na Figura 4, observa-se o acúmulo térmico ou soma térmica dos períodos analisados. A média do valor de graus-dias foi de 16,37 °C dia⁻¹ e 14,28 °C dia⁻¹, respectivamente para o período de primavera-verão de 2011 e outono-inverno de 2012.

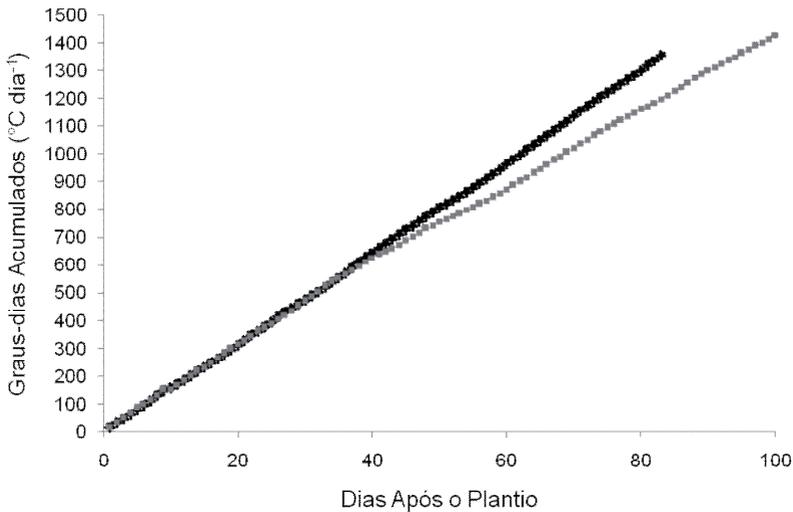


Figura 4. Graus-dias acumulados ou soma térmica para o período de 18 de novembro de 2011 a 08 de fevereiro de 2012 (primavera-verão) e 28 de março a 05 de julho de 2012 (outono-inverno).

Para o ano de 2011, foram realizadas dez contagens do número de folhas, 19, 27, 33, 41, 49, 55, 60, 69, 76, 83 dias após o plantio.

Para o ano de 2012, foram realizadas treze contagens do número de folhas, 15, 22, 29, 36, 43, 50, 58, 65, 73, 80, 87, 94 e 100 dias após o plantio.

Conforme a Figura 5, as equações de regressão obtidas demonstraram um coeficiente de correlação que varia de 75,7 a 95,3%, indicando a correlação significativa entre o número de folhas e a soma térmica acumulada ou graus-dias acumulados. O número de folhas acumuladas até a última avaliação, entre os períodos de 2011 e 2012, variou, respectivamente, de 9,5 a 10,14 para o CMS S 024; 10,5 a 10,14 para o CMS S 014; 10 a 9,87 para CMS S 027; 8,5 a 9,67 para CMS S 029; 12,8 a 8,27 para CMS S 026 e 12,13 a 10,73 para CMS S 011. Dentre os materiais de sorgo analisados, observou-se que a linhagem CMS S 026 apresentou o menor número de folhas quando cultivado em período de outono-inverno, ao contrário do período de primavera-verão, cuja linhagem apresentou a maior quantidade de folhas.

Na Tabela 1 são apresentados os valores de filocrono obtidos pela equação de regressão apresentada na Figura 5. A informação do filocrono é um importante parâmetro para avaliar o desenvolvimento das plantas em função de época de cultivo, e o seu valor está sujeito a diversos fatores, tais como: temperatura; fotoperíodo; teor de água (KRENZER et al., 1991); nitrogênio (FRANK; BAUER, 1995; LONGNECKER et al., 1993); salinidade (GRIEVE et al., 1994); quantidade de CO₂ (KIM et al., 2007); qualidade e intensidade da luz (BIRCH et al., 1998; SKINNER; SIMMONS, 1993); profundidade de semeadura e tamanho da semente. Quanto maior o filocrono, menor é a velocidade de emissão de folhas, ou seja, é mais demorada a formação de uma folha.

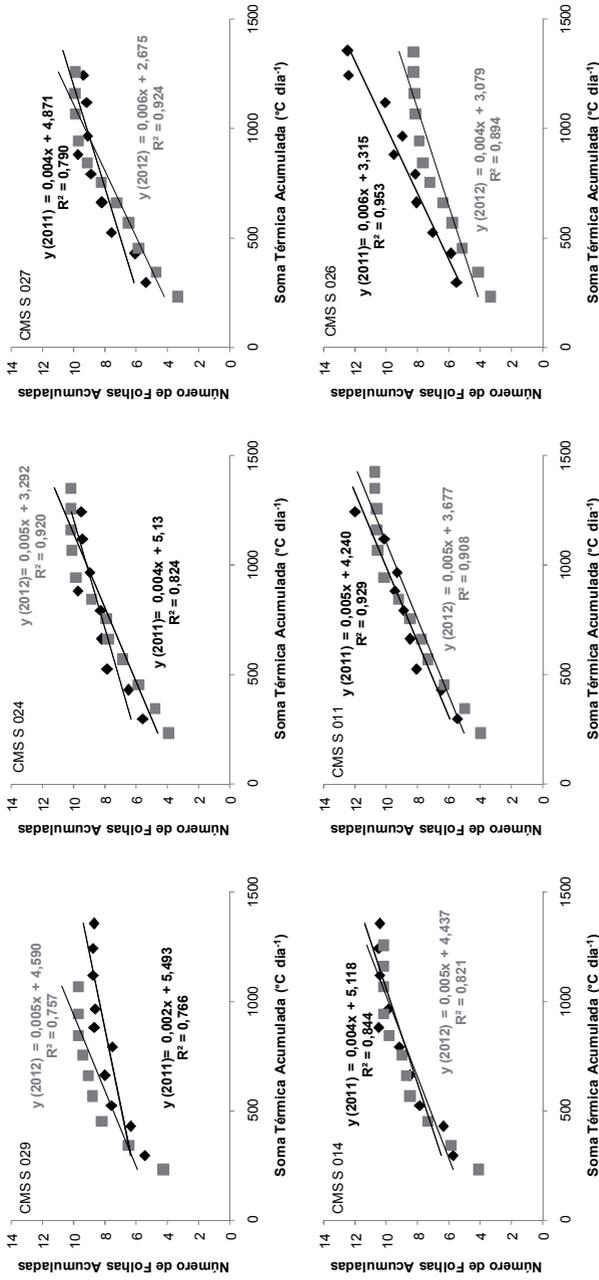


Figura 5. Relação linear entre a soma térmica acumulada e o número de folhas acumuladas para as linhagens CMS S 024, CMS S 014, CMS S 027, CMS S 029, CMS S 026 e CMS S 011, para os plantios de primavera-verão de 2011 (em losango) e outono-inverno de 2012 (em quadrado).

Tabela 1. Filocrono, soma térmica para o início de florescimento e dias após a semeadura até o florescimento, para as linhagens CMS S 029, CMS S 024, CMS S 027, CMS S 014, CMS S 011, CMS S 026, para o período de primavera-verão de 2011 e outono-inverno de 2012.

Linhagem	Filocrono (°C dia ⁻¹)		Soma Térmica para o Início Florescimento (°C dia ⁻¹)		Dias Até o Florescimento	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
CMS S 029	500	200	1101,6	1007,3	68	69
CMS S 024	250	200	1084,3	1066,7	67	73
CMS S 027	333	167	1101,6	1120,1	68	77
CMS S 014	250	200	1101,6	1066,7	68	73
CMS S 004	*	167	1158,6	1120,1	71	77
CMS S 011	200	200	1207,4	1198,1	74	83
CMS S 026	167	250	1358,5	1007,3	83	69
Média	283	203	1159,3	1077,7	71	74

*Não foi possível estimar

Ao contrário do trabalho relatado por Martins et al. 2012, em que os autores concluíram que os híbridos de milho mais precoces apresentam os menores valores de filocrono, essa associação não foi relacionada com as linhagens de sorgo avaliadas neste estudo. A média do filocrono de todos os materiais foi de 283 °C dia⁻¹ para o

ano de 2011 e $203^{\circ}\text{C dia}^{-1}$ para o ano de 2012, contudo, observou-se que a média do valor de dias após o plantio em que houve o florescimento foi inversamente proporcional, sendo 71 dias após o plantio para o ano de 2011 e 74 para o ano de 2012.

O filocrono variou com as linhagens de sorgo, porém, a data em que ocorreu o florescimento não se relacionou com a velocidade de emergência de folhas, a qual é apresentada pelo filocrono. No experimento em primavera-verão, com os maiores valores de filocrono, houve antecipação do início de florescimento, corroborando com as maiores temperaturas médias obtidas em relação ao plantio de outono-inverno. Sabe-se que a planta de sorgo desenvolve-se lentamente durante os primeiros 20 a 25 dias e após esse período, aumenta o número de folhas e a área foliar, e conseqüentemente a taxa de crescimento também aumenta. Após 35 a 45 dias, a área foliar e o número de folhas expandidas aumenta, para fornecer fotossintatos para a produção de grãos. Nesse período, o colmo se alonga e cresce rapidamente em comprimento e peso até atingir o florescimento, o qual é determinado por fatores de desenvolvimento interno e ambientais. Conforme Taiz e Zeiger (2009), o acúmulo de massa seca, o aumento de tamanho da planta, produção de folhas, são indicativos para que ocorra a mudança da fase vegetativa para a reprodutiva. Nesse estudo, mostra-se que a quantidade de folhas produzidas no sorgo não é um parâmetro para determinar a fase reprodutiva, ou seja, a produção de folhas ou a velocidade de surgimento das folhas provavelmente não produz a quantidade suficiente de estímulo floral.

Conforme a Tabela 1, possivelmente não houve relação entre a precocidade dos materiais e filocrono ou velocidade de emergência das folhas de sorgo, para as duas épocas avaliadas. No ano de 2011, para o CMS S 026, a relação entre precocidade e filocrono

foi inversamente proporcional, ou seja, a maior velocidade de emergência de folhas coincidiu com o atraso no florescimento. Isso pode ter ocorrido em função dos dias longos. No experimento de primavera-verão de 2011, o ciclo vegetativo dos materiais de sorgo ocorreu sob valores de fotoperíodo médio maiores (13,06 h) do que no período de outono-inverno de 2012 (11,16). E conforme as datas de florescimento do material CMS S 026, houve estímulo para que esse material se desenvolvesse vegetativamente sob fotoperíodo médio maior e antecipasse o florescimento sob fotoperíodo médio menor. Conforme Parrela et al., 2010, o sorgo apresenta diferentes respostas à duração do período luminoso diário, sendo classificado como plantas sensíveis ao fotoperíodo ou aquelas que florescem em dias longos e plantas insensíveis ao fotoperíodo ou aquelas que florescem em noites curtas. Quando a cultivar é sensível, a gema apical permanece vegetativa até que o dia atinja um valor de fotoperíodo crítico, e assim ocorre a diferenciação em gema floral. No presente estudo, pode-se dizer que o fotoperíodo crítico do CMS S 026 é 12,76 h (12 horas e 45 minutos), uma vez que foi com esse valor que o início da liberação de pólen começou a ocorrer no experimento de primavera-verão de 2011.

Para as linhagens CMS S 029, CMS S 024, CMS S 027 e CMS S 014 ao serem cultivadas em canteiros, os quais apresentaram um controle mais eficiente na população de plantas daninhas, apresentaram redução do filocrono, ou seja, maior velocidade de emergência de folhas. Conforme Vanderlip (1993), fatores como fertilidade do solo, danos ocasionados por doenças e pragas, estresse hídrico população de plantas e competição por plantas daninhas afetam a duração dos estágios de desenvolvimento do sorgo, os quais são determinados pelo número de folhas expandidas.

Com relação à adoção de “splits” em função da soma térmica entre

as linhagens, pode-se inferir que a época de plantio pode influenciar o desenvolvimento vegetativo do sorgo e afetar a sincronia de florescimento (Figura 6). Contudo, mais estudos deverão ser realizados para aumentar a representatividade do presente estudo, tanto para a predição do florescimento das linhagens progenitoras quanto para a construção de “split” mais adequado em função da época de semeadura.

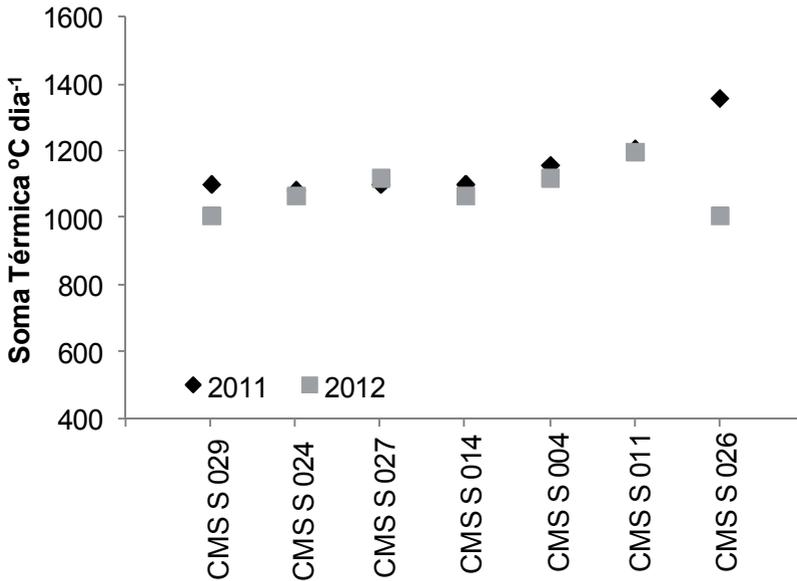


Figura 6. Soma térmica para o início de florescimento para as linhagens CMS S 029, CMS S 024, CMS S 027, CMS S 014, CMS S 011, CMS S 026, para o período de primavera-verão de 2011 e outono-inverno de 2012.

Na Figura 6, quanto à adoção do “split” para produção de híbridos, o BRS 655 (CMS S 024 e CMS S 026), ao ser cultivado no período de primavera-verão, o CMS S 026 poderia ter sido plantado dezesseis dias antes do progenitor feminino CMS S 024, e para o plantio no

período de outono-inverno, o CMS S 024 poderia ter sido plantado quatro dias antes do progenitor masculino CMS S 026. Para o híbrido BRS 310 (CMS S 014 e CMS S 004), o CMS S 004 poderia ter sido plantado antes do progenitor feminino CMS S 014, três e quatro dias, respectivamente, para as épocas de primavera-verão e outono-inverno. Para o híbrido BRS 332, o CMS S 011 poderia ter sido cultivado seis dias antes do progenitor feminino CMS S 027, independentemente das épocas de primavera-verão e outono-inverno. E o “split” que poderia ser adotado para o híbrido BRS 330 é através do plantio do CMS S 011 seis dias antes do progenitor feminino CMS S 029 para o plantio de primavera-verão, e quatorze dias para a época de outono-inverno.

A soma térmica foi similar entre os cultivos realizados, com a diferença de um dia para as linhagens CMS S 029, CMS S 024 e CMS S 011. Essa diferença foi obtida com a comparação entre os dados de soma térmica obtidos no ano de 2011 (Tabela 1) e a simulação com base na série histórica para Sete Lagoas (MG) (Tabela 2). Dessa maneira, pode-se inferir que a temperatura é o fator predominante no desenvolvimento e que influencia na data de florescimento, independentemente das condições de manejo eficiente de plantas daninhas.

Para as linhagens CMS S 027, CMS S 014 e CMS S 004, a diferença de florescimento foi respectivamente 9, 5, 3 dias (Tabela 2). Para ocorrer a indução floral nesses materiais, a temperatura é um fator preponderante, porém, a soma térmica é um parâmetro menos eficiente do que em relação às linhagens CMS S 029, CMS S 024, CMS S 011 para estimar a data de florescimento. Para a linhagem CMS S 026, observa-se que o florescimento, previsto para ocorrer 97 dias após o plantio, foi afetado pelo fotoperíodo curto, dessa forma, adiantou a fase reprodutiva em 28 dias e o acúmulo térmico não foi relevante para esse material.

Tabela 2. Simulação da época de florescimento para o período de outono-inverno de 2012, a partir de dados de soma térmica do florescimento das linhagens CMS S 029, CMS S 024, CMS S 027, CMS S 014, CMS S 011 e CMS S 026 obtidos do plantio de primavera-verão de 2011 e dados climáticos históricos de 30 anos de Sete Lagoas (MG).

Linhagem	Série Histórica Para o Período de Março a Julho em Sete Lagoas (MG)	
	Soma Térmica (°C dia ⁻¹)	DAP
CMS S 029	1011,57	68
CMS S 024	1086,259	74
CMS S 027	1011,57	68
CMS S 014	1011,57	68
CMS S 004	1159,67	80
CMS S 011	1209,007	84
CMS S 026	1367,559	97
Média	1159,673	80

Conclusão

Não houve relação entre filocrono e precocidade de linhagens de sorgo. A maior velocidade de emergência de folhas coincidiu com o atraso no florescimento para a linhagem CMS S 026, que floresce em dias curtos. A época de plantio pode influenciar o desenvolvimento vegetativo do sorgo e afetar a sincronia de florescimento, contudo, mais estudos deverão ser realizados para aumentar a representatividade do presente estudo.

Agradecimentos

Aos analistas Sinval Resende Lopes, Amantino M. Nicoli e aos assistentes Pedro P. C. da Fonseca, Paulo Gilberto M. Costa, Nélcio . Junior e ao Campo Experimental da Embrapa Milho e Sorgo.

Referências

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, n. 4, p. 430-445, 1959.

BIRCH, C. J.; VOS, J.; KINIRY, J.; BOS, H. J.; ELINGS, A. Phyllochron responds to acclimation to temperature and irradiance in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 59, n. 3, p. 187-200, 1998.

BONHOMME, R. Bases and limits to using 'degree.day' units. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2000.

DUFAULT, R. J. Determining heat unit requirements for broccoli in coastal South Carolina. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 122, n. 2, p. 169-174, 1997.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley, and forage grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 19-23, 1995.

GRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E.; MAAS, E. V. Salinity effects on spring wheat phasic development. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1544-1549, 1994.

GUPTA, S. C. **Seed production procedures in sorghum and pearl millet**. Andhra Pradesh: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1999. 16 p. (Information Bulletin, n. 58).

KIM, S.-H.; GITZ, D. C.; SICHER, R. C.; BAKER, J. T.; TIMLIN, D. J.;

REDDY, V. R. Temperature dependence of growth, development, and photosynthesis in maize under elevated CO₂. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 61, n. 3, p. 224-236, 2007.

KRENZER JR., E. G.; IPP, T. L.; McNEW, R. W. Winter wheat mainstem leaf appearance and tiller formation vs. moisture treatment. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 4, p. 663-667, 1991.

LONGNECKER, N.; KIRBY, E. J. M.; ROBSON, A. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 1, p. 154-160, 1993.

MARTINS, J. D.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KNIES, A. E.; OLIVEIRA, Z. B. de; BROETTO, T. Estimativa do filocrono em milho para híbridos com diferentes ciclos de desenvolvimento vegetativo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 777-783, 2012.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 87).

MELO, L. A. M. P. de; TENENTE, R. C. V.; OLIVEIRA, M. R. V. de. **Cálculo de graus-dia acumulados para subsidiar ações de gerenciamento de risco de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 13 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado técnico, 145).

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

PARRELLA, R. A. da C.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperíodo visando alta produtividade de biomassa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28).

SANS, L. M. A.; GUISTEM, J. M. Estimativa do período do

florescimento e maturidade fisiológica da cultura do sorgo por meio de graus-dia calculado com diferentes valores de temperatura base. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo**: [resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34889/1/Estimativa-periodo.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

SKINNER, R. H.; SIMMONS, S. R. Modulation of leaf elongation, tiller appearance, and tiller senescence in spring barley by far-red light. **Plant Cell & Environmental**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 555-562, 1993.

SNYDER, R. L. Hand calculating degree days. **Agriculture and Forest Meteorology**, v. 35, n. 1/4, p. 353-358, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 792 p.

VANDERLIP, R. L. **How a sorghum plant develops**. Manhattan: Kansas State University, 1993. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/library/crpsl2/s3.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

Embrapa

Milho e Sorgo



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA