

# AVALIAÇÃO DOS ESTÁGIOS FENOLÓGICOS DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA<sup>1</sup>

Alessandro Guerra da Silva<sup>2</sup> e Valterley Soares Rocha<sup>3</sup>

## ABSTRACT

EVALUATION OF PHENOLOGICAL STAGES OF FORAGE SORGHUM CULTIVARS IN DIFFERENT SOWING TIME

To obtain information about the behavior of forage sorghum in different sowing times, a group of trials was set up in the experimental field of the Department of Plant Science, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais State, Brazil during the 1999/2000 growing season. Eight experiments were used, starting in the first fortnight of October 1999 through May 2000. Each experiment was arranged in randomized blocks with four replications. The sorghum cultivars used were: AG 2002, BR 501, BR 506, BR 601, BR 602 and BR 700 (forage), AG 2005E and Massa 03 (dual purpose) and AG 2501C and BR 800 (cutting and grazing). The phenological stages (floral differentiation, flowering and maturation) for each cultivar were evaluated for each sowing time. It was concluded that the cultivars AG 2002, BR 501, BR 601, BR 602, and BR 700 were sensitive to photoperiod, while AG 2005E, AG 2501C, BR 506, BRS 800, and Massa 03 were insensitive. The temperature decrease caused a delay in the phenological development for all cultivars, while the increase advanced the cycle.

KEY WORDS: *Sorghum bicolor*, photoperiod, cultivar, forage, temperature.

## RESUMO

A fim de obter informações sobre o comportamento do sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura, efetuou-se um grupo de ensaios no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, durante o ano agrícola 1999/2000. Oito ensaios foram conduzidos, sendo iniciados na primeira quinzena do mês de outubro de 1999 até maio de 2000. O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi o de blocos casualizados com quatro repetições. As cultivares de sorgo usadas foram: AG 2002, BR 501, BR 506, BR 601, BR 602 e BR 700 (forrageiros), AG 2005E e Massa 03 (duplo propósito) e AG 2501C e BRS 800 (corte e pastejo). Os estágios fenológicos (diferenciação floral, florescimento e maturação) de cada cultivar foram avaliados em cada época de semeadura. Os resultados obtidos permitiram concluir que as cultivares AG 2002, BR 501, BR 601, BR 602 e BR 700 apresentaram sensibilidade ao fotoperíodo, enquanto AG 2005E, AG 2501C, BR 506, BRS 800 e Massa 03 foram insensíveis. O decréscimo da temperatura ocasionou o atraso do desenvolvimento fenológico de todos os cultivares e a elevação antecipou o ciclo das cultivares.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor*, fotoperíodo, cultivar, forragem, temperatura.

## INTRODUÇÃO

A estacionalidade da produção de forragens é um dos principais fatores responsáveis pelos baixos índices de produtividade das plantas forrageiras, sendo que a sensibilidade ao fotoperíodo é um dos fatores responsáveis por essa variação na produção, principalmente quando se trata de sorgo forrageiro.

Para melhor entendimento da variação na produção, torna-se essencial o conhecimento do

momento em que as plantas de sorgo passam da fase vegetativa para a reprodutiva. Após finalizar o estágio de juvenilidade, quando a planta é insensível ao fotoperíodo, inicia-se a fase indutiva ao florescimento (Karande *et al.* 1996, Alagarswamy *et al.* 1998, Craufurd & Qi 2001), na qual ela é sensível a esse fator climático. Nesta fase, sob fotoperíodos indutivos, as plantas de sorgo passam por mudanças fisiológicas no meristema apical, caracterizada pela iniciação do meristema floral.

1. Parte da tese de doutorado do primeiro autor, apresentada a Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Trabalho recebido em maio/2005 e aceito para publicação em ago./2006 (registro nº 635).

2. Universidade de Rio Verde (Fesurv) – Faculdade de Agronomia. CP 104. CEP 75901-970 Rio Verde, GO. E-mail: silvaag@fesurv.br

3 Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Fitotecnia. CEP 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: vsrocha@ufv.br

A fase de sensibilidade ao fotoperíodo está relacionada com o fotoperíodo crítico do sorgo. Craufurd & Qi (2001) destacam que o valor crítico para o sorgo é de 12,9 h.dia<sup>-1</sup>. Valores menores ou iguais a esse fazem com que a diferenciação floral ocorra no final da fase de juvenildade, como observado por Caddel & Weibel (1971) em que condições de fotoperíodos de dez horas possibilitaram ambiente satisfatório para a indução da diferenciação floral das cultivares de sorgo. Quando o fotoperíodo foi maior que 12,9 h.dia<sup>-1</sup>, a duração da fase indutiva aumentou, necessitando de maior número de graus-dias para as plantas atingirem a fase de diferenciação floral.

As variações ocorridas nas condições climáticas, principalmente na temperatura em diferentes períodos do ano, afetam o desenvolvimento das cultivares de sorgo (Martin & Vanderlip 1997), apresentando ação nas atividades enzimáticas das plantas (Bonhomme 2000). Resultados obtidos por Caddel & Weibel (1971) demonstram que os efeitos da temperatura na diferenciação floral do sorgo são complexos, influenciando as repostas ao fotoperíodo e no desenvolvimento das plantas.

Segundo Craufurd & Qi (2001), independente do fotoperíodo, a temperatura determina a duração dos subperíodos da diferenciação floral à floração e desta à maturidade. Paul (1990) destaca que temperaturas elevadas no período entre a diferenciação floral e à floração podem causar o aborto das flores e dos embriões. Por outro lado, temperaturas baixas causam esterilidade dos grãos de pólen, influenciando o desenvolvimento da panícula. Estes efeitos causam diminuição na produção de grãos e decréscimos na qualidade da forragem do sorgo.

Ellis *et al.* (1997) e Craufurd *et al.* (1998) verificaram, para a fase de sensibilidade ao fotoperíodo do sorgo, que temperaturas de 27°C foram consideradas ótimas para o desenvolvimento das plantas visando a obtenção de bons rendimentos. Ferraris & Charles-Edwards (1986) observaram que a duração do ciclo e o rendimento de matéria seca do sorgo diminuíram com o atraso na data de semeadura, devido à diminuição do número de dias até à antese, no qual foi influenciado pela elevação da temperatura.

Assim como o fotoperíodo, a temperatura poderá atuar como um sinal na diferenciação floral nas plantas de sorgo, podendo existir dois ciclos rítmicos no controle desta fase (Ellis *et al.* 1997, Morgan *et al.* 1987). Devido aos efeitos de fotoperíodos indutivos e de temperaturas mais elevadas,

Machado *et al.* (1987) e Allen & Musick (1993) verificaram antecipação dos estágios fenológicos do sorgo com o atraso na data de semeadura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, sob condições de campo, a influência das épocas de semeadura nos estágios fenológicos do sorgo forrageiro, bem como verificar possíveis efeitos de interação entre cultivares e épocas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Coimbra-MG (20°51' de latitude Sul, 42°46' de longitude W.Gr. e 720 m de altitude), no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, durante o ano agrícola 1999/2000. Os valores médios, por decêndio, do fotoperíodo, da temperatura média e da precipitação no período de condução dos ensaios, encontram-se na Figura 1. Os fotoperíodos diários foram calculados com base na latitude e nos dias do ano, segundo Ometto (1981).

Os resultados das análises químicas do solo em que foram instalados os ensaios, com os respectivos níveis dos elementos (alto-A, médio-M e baixo-B), segundo Tomé Júnior (1997), foram: pH: 4,70 (A); Al: 0,40 (B); H + Al: 5,07; Ca: 1,35 (B) e Mg: 0,38 (B), expressos em cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, exceto para pH; Na: 6,0; K: 68,0 (M) e P: 16,82 (A), expressos em mg.dm<sup>-3</sup>; soma de bases: 1,93; CTC efetiva: 2,32 e CTC total: 7,00 em cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; v: 27,6% (B) e m: 17,0% (M). A textura do solo era constituída de 12 dag.kg<sup>-1</sup> de areia grossa, 9 dag.kg<sup>-1</sup> de areia fina, 18 dag.kg<sup>-1</sup> de silte e 61 dag.kg<sup>-1</sup> de argila, sendo considerada como muito argilosa.

As cultivares de sorgo forrageiro utilizadas foram: AG 2002, BR 501, BR 506, BR 601, BR 602

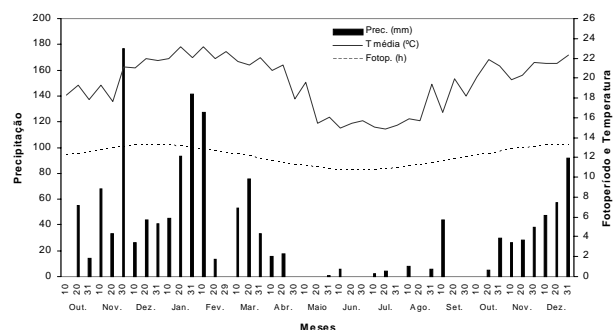


Figura 1. Variação do fotoperíodo, da temperatura média do ar e da precipitação pluvial, por decêndio, de outubro de 1999 a dezembro de 2000 (Coimbra - MG).

e BR 700; de sorgo de duplo propósito: AG 2005E e Massa 03; e de sorgo de corte e pastejo: AG 2501C e BRS 800. Um conjunto de oito ensaios foi utilizado, sendo iniciado na primeira quinzena de outubro de 1999 a maio de 2000. As três primeiras datas de sementeiras foram realizadas antes do solstício de verão e, deste modo, as plântulas emergiram sob fotoperíodos crescentes. As demais datas de sementeiras foram feitas após esse solstício, fazendo com que as plântulas emergissem em fotoperíodos decrescentes.

Foram adotados, em cada época de sementeira, o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro linhas, espaçadas de 0,7 m entre si e com 5,0 m de comprimento. Considerou-se como área útil as duas fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade, apresentando, portanto, 5,6 m<sup>2</sup>. O desbaste foi realizado aos vinte dias após a emergência das plântulas, deixando-se onze plantas por metro para todos os cultivares.

As adubações seguiram as recomendações feitas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). De acordo com a análise química do solo, aplicou-se o equivalente a 1,93 t.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT de 76%) três meses antes da instalação do ensaio. No momento da sementeira, foi utilizado o equivalente a 500 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 04-14-08. Aos 30 e 45 dias após a emergência das plântulas, foi realizada a aplicação de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de sulfato de amônio.

As parcelas foram mantidas livres de invasoras, sendo realizadas, em média, duas capinas manuais com enxadas em cada época de sementeira. Foi realizada também a irrigação de todo o ensaio, quando necessário, para que os tratamentos não fossem afetados por déficits hídricos.

Foram avaliados os seguintes estágios fenológicos, expressos em dias: *i*) diferenciação floral: determinada a partir da coleta de três plantas de cada parcela, em intervalos de dois dias, para detectar, em laboratório, com o auxílio de microscópio, a emissão da estrutura meristemática (a data da diferenciação floral foi adotada quando duas ou três plantas apresentavam o primórdio da panícula no meristema apical); *ii*) florescimento: determinado a partir da emergência das plântulas, quando 50% das plantas da área útil das parcelas haviam atingido a fase de florescimento, com a panícula emergida da bainha da folha bandeira e com a metade da panícula apresentando as flores abertas; e *iii*) maturação:

período compreendido desde a emergência das plântulas até a fase de grãos farináceos, na porção mediana da panícula, em 50% das plantas da área útil da parcela.

As análises estatísticas foram realizadas para todas as variáveis. Inicialmente, efetuou-se a análise de variância para cada ensaio, isto é, em cada época de sementeira. Posteriormente, realizou-se a análise conjunta dos experimentos. Esta análise foi realizada quando a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual de cada variável, analisada em todos os ensaios, foi igual ou menor que sete (Gomes 1990). Para o agrupamento dos tratamentos, foi efetuado o teste de Scott-Knott, baseando-se no agrupamento das médias de tratamentos homogêneos (Gates & Bilbro 1978).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios mostram mudança de comportamento das cultivares testadas em decorrência da época de sementeira nas três fases fenológicas avaliadas (Tabela 1). Para a variável floração, os valores obtidos na sementeira de abril foram analisados isoladamente das demais, devido à discrepância do quadrado médio residual deste ensaio, conforme metodologia proposta por Gomes (1990).

### *Diferenciação Floral*

Os efeitos do fotoperíodo e da temperatura no desenvolvimento das plantas de sorgo podem ser avaliados comparando-se dos valores da diferenciação floral entre as épocas de sementeiras (Tabela 2). No intervalo de emergência das plântulas, em

Tabela 1. Resumo das análises de variância conjunta das características floração (FL), diferenciação floral (DF) e maturação (MT), obtidas nos ensaios de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro no ano agrícola 1999/2000 (Coimbra - MG).

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		GL	Quadrados Médios	
		FL			DF	MT
Blocos/Ensaios	21	10,35		24	4,39	1,43
Cultivares	9	1.501,43**		9	2.382,04**	3.913,81**
Ensaios (Épocas)	6	17.871,99**		7	8.143,17**	26.790,79**
Cultivares x Épocas	54	109,37**		63	357,08**	191,80**
Resíduo	189	3,35		216	1,77	1,32
C.V. (%)	–	2,27		–	3,74	0,98

\* e \*\*: valores significativos a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Valores médios do número de dias da diferenciação floral, obtidos nos ensaios de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro, no ano agrícola 1999/2000 (Coimbra - MG).

Cultivares	Ensaio (épocas de semeadura)							
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior
<b>Forrageiro</b>								
AG 2002	37,75 B b <sup>1</sup>	33,50 C c	36,25 B b	31,25 D b	24,50 F b	23,25 F c	27,00 E d	71,50 A d
BR 501	37,50 D b	43,25 B a	39,50 C a	35,00 E a	26,25 G b	24,50 G c	33,00 F c	75,50 A b
BR 506	56,00 C a	41,00 D b	38,00 E a	35,00 F a	32,25 G a	34,50 F a	107,00 B a	119,25 A a
BR 601	34,50 B c	34,25 B c	35,00 B b	30,00 C b	24,25 E b	23,25 E c	27,50 D d	73,00 A c
BR 602	34,50 B c	31,75 C c	34,00 B b	27,25 D c	24,25 E b	23,00 E c	33,00 C c	69,25 A e
BR 700	30,00 C d	33,25 B c	34,00 B b	29,75 C b	20,50 E d	19,25 E e	26,50 D d	64,00 A f
<b>Duplo Propósito</b>								
AG 2005E	33,50 B c	25,25 D e	26,75 C d	20,50 E d	24,25 D b	21,25 E d	27,50 C d	53,75 A h
Massa 03	33,00 C c	28,50 D d	29,50 D c	31,00 D b	30,50 D a	30,25 D b	36,00 B b	55,75 A g
<b>Corte e Pastejo</b>								
AG 2501C	34,50 B c	23,25 E f	25,75 D d	21,00 F d	23,00 E c	25,00 D c	27,75 C d	48,75 A i
BRS 800	37,50 B b	23,50 D f	17,50 F e	19,50 E d	22,50 D c	21,50 D d	26,25 C d	57,50 A g

<sup>1</sup> - Grupos de médias seguidos pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

outubro, até o solstício de verão, o fotoperíodo aumentou de 12,47 h.dia<sup>-1</sup> para 13,25 h.dia<sup>-1</sup> (Figura 1). A partir daí, houve diminuição gradativa, atingindo o valor de 10,90 h.dia<sup>-1</sup>, na emergência da semeadura de maio, e o menor valor sendo registrado no solstício de inverno (10,73 h.dia<sup>-1</sup>). Portanto, na condução dos ensaios, houve diferença de duas horas e trinta e um minutos no fotoperíodo entre as épocas de semeaduras, variação esta suficiente para constatar a sensibilidade das cultivares de sorgo a esse fator climático.

Quando se observam os grupos de médias de diferenciação floral da semeadura de novembro, em relação as de outubro, para cada cultivar (Tabela 2), pode-se verificar que o aumento da temperatura nas fases de juvenildade e de sensibilidade fotoperiódica do sorgo proporcionou menor número de dias para as plantas atingirem a fase de diferenciação floral, nas cultivares AG 2002, BR 506, BR 602, AG 2005E, Massa 03, AG 2501C e BRS 800, como constatado em outros trabalhos com sorgo (Caddel & Weibel 1971, Ellis *et al.* 1997, Craufurd *et al.* 1998, Craufurd & Qi 2001). Para BR 601, não foi verificada diferença de comportamento entre as épocas de semeadura de outubro a dezembro, visto que os valores obtidos pertenceram ao mesmo grupo de médias. Para as cultivares BR 501 e BR 700, verificou-se aumento do número de dias em novembro. O atraso da diferenciação floral pode ser atribuído, ao maior fotoperíodo (12,98 horas, Figura 1), em relação ao fotope-

riodo crítico do sorgo (12,90 horas), segundo Craufurd & Qi (2001). Provavelmente, a fase de sensibilidade fotoperiódica dessas cultivares, quando semeadas em outubro, estava sob condições indutivas ao florescimento, sendo induzidas a diferenciar o meristema apical mais precocemente quando comparado com o valor obtido na semeadura de novembro. Este fato evidencia a sensibilidade ao fotoperíodo das cultivares BR 501 e BR 700.

As cultivares AG 2002, BR 602, AG 2005E e AG 2501C, semeadas em dezembro, atingiram a fase de diferenciação floral em um maior número de dias, relativamente à semeadura de novembro. Isso, devido à presença de fotoperíodos não indutivos, cujos valores pertenceram a um grupo de médias distintas, como também constatados por Caddel & Weibel (1971). As cultivares BR 601, BR 700 e Massa 03, semeadas em novembro e dezembro, tiveram comportamentos semelhantes em relação às médias dos resultados obtidos.

Na semeadura de dezembro da cultivar BR 501, o desenvolvimento das plantas coincidiu com a ocorrência de fotoperíodos indutivos à diferenciação floral, com valor inferior (39,50 dias) ao obtido na semeadura de novembro (43,25 dias). Resultados semelhantes foram obtidos com o BR 506 e BRS 800, devido aos maiores valores de temperatura registrados a partir de dezembro (Figura 1). Aliado a isto, o menor período de juvenildade da cultivar BRS 800 fez com que esta apresentasse o menor valor da



fase vegetativa (17,50 dias) na semeadura de dezembro.

Quando semeados em janeiro, as cultivares de sorgo estavam sob condições de fotoperíodos indutivos a partir de primeiro de fevereiro, além da presença de temperaturas mais elevadas (Figura 1). Nesta ocasião, verificou-se, em relação ao grupo de médias da semeadura de dezembro, diminuição do número de dias da diferenciação floral na maioria das cultivares (AG 2002, BR 501, BR 506, BR 601, BR 602, BR 700, AG 2005E e AG 2501C). Os valores para as cultivares AG 2002, BR 501, BR 601, BR 602 e BR 700 comprovam suas sensibilidades fotoperiódicas, como destacado por outros autores para a cultura do sorgo (Pauli *et al.* 1964, Caddel & Weibel 1971, Karande *et al.* 1996, Ellis *et al.* 1997, Alagarswamy *et al.* 1998, Craufurd & Qi 2001).

Para as cultivares AG 2005E, AG 2501C e BR 506, a antecipação da diferenciação floral foi atribuída à elevação da temperatura. Por outro lado, a ligeira diminuição da temperatura entre os dias 27 e 29 de janeiro fez com que a cultivar BRS 800 apresentasse maior valor de diferenciação floral na semeadura deste mês (19,50 dias), em relação à de dezembro (17,50 dias) (grupos de média distintos). Este fato demonstra a maior sensibilidade à temperatura dessa cultivar. Birch *et al.* (1998) e Bonhomme (2000) também destacam os efeitos da redução da temperatura média na diminuição do desenvolvimento das plantas.

A presença de fotoperíodos indutivos durante todo o desenvolvimento das plantas, nas semeaduras de fevereiro e março, proporcionaram diminuição do número de dias da diferenciação floral nas cultivares AG 2002, BR 501, BR 601, BR 602 e BR 700, comparativamente ao grupo de médias de janeiro. Nesta situação, os resultados obtidos comprovam o maior efeito de fotoperíodos indutivos na antecipação da diferenciação floral. O menor valor observado com BR 506, em fevereiro (32,25 dias), em relação ao grupo de médias de janeiro e março, foi atribuído ao efeito de temperaturas ótimas para o desenvolvimento das plantas, como destacam Ellis *et al.* (1997) e Craufurd *et al.* (1998).

Para AG 2005E e AG 2501C, a ligeira redução da temperatura média, registrada entre 08 e 14 de março, ocasionou o atraso no desenvolvimento das plantas quando estas cultivares foram semeadas em fevereiro. Conseqüentemente, o valor das médias de diferenciação floral foi semelhante ao de novembro, sendo também superiores aos de janeiro, comprovando a insensibilidade ao fotoperíodo dessas cul-

tivares. Essa redução da temperatura provocou também o atraso da diferenciação floral da cultivar BRS 800 nas semeaduras de fevereiro e março, quando comparados com o valor obtido em janeiro.

A insensibilidade ao fotoperíodo da cultivar Massa 03 pode ser comprovada nos valores de diferenciação floral obtidos nas semeaduras de novembro a março, nos quais pertenceram ao mesmo grupo de médias (28,50 a 30,25 dias), sendo mais precoce nesta época. Quando se comparam os resultados obtidos na semeadura de março com os de janeiro para AG 2005E e BR 506, dezembro para o AG 2501C, e novembro e fevereiro para BRS 800, constatam-se valores de diferenciação floral pertencentes ao mesmo grupo de médias. Isso comprova também a insensibilidade ao fotoperíodo destas cultivares. Valores de médias superiores na semeadura de março, em relação às de fevereiro, foram obtidas com as cultivares AG 2501C e BR 506. Isso foi atribuído à diminuição no desenvolvimento das plantas devido à ligeira diminuição da temperatura média de 03 a 06 de abril, durante a fase vegetativa de ambos os cultivares, e a partir de 21 deste mês para o BR 506.

A redução da temperatura a partir de abril (Figura 1) provocou a diminuição do desenvolvimento das plantas de sorgo. Conseqüentemente, houve aumento do número de dias para atingir a fase de diferenciação floral de todas as cultivares na semeadura de abril, quando comparado com o grupo de médias de março. Fato semelhante foi observado na semeadura de maio, sendo que a diminuição da temperatura reduziu ainda mais o desenvolvimento das plantas, proporcionando maiores valores para as plantas atingirem a fase de diferenciação floral. O menor desenvolvimento das plantas em função da diminuição da temperatura é destacado também pelos autores Birch *et al.* (1998) e Bonhomme (2000).

Quando se comparam as cultivares dentro de cada época de semeadura, verificou-se um comportamento semelhante da cultivar BR 506, sendo a mais tardia, exceto na semeadura de novembro. Em dezembro e janeiro, BR 501 e BR 506 apresentaram-se no mesmo grupo de médias, sendo BR 501 a cultivar mais tardia em novembro. O maior número de dias para a fase de diferenciação floral da cultivar BR 506 é atribuído, provavelmente, ao maior período de juvenilidade e ao seu menor crescimento. Os altos valores observados nas semeaduras dessa cultivar em abril e maio são atribuídos também às baixas temperaturas registradas a partir do final de abril (Figura 1).

Entre os cultivares precoces, destacou-se a BRS 800. Esta cultivar apresentou o menor número de dias para a fase de diferenciação floral, nas sementeiras de novembro (juntamente com a cultivar AG 2501C), dezembro, janeiro (além das cultivares AG 2005E e AG 2501C) e abril (juntamente com as cultivares AG 2002, BR 601, BR 700, AG 2005E e AG 2501C). Assim, pode-se deduzir que BRS 800 apresenta menor período de juvenilidade, o que lhe confere maior precocidade da fase vegetativa. Nas sementeiras dos meses de outubro e maio, as cultivares mais precoces foram BR 700 (30,00 dias) e AG 2501C (48,75 dias), respectivamente, por estarem em grupos de médias inferiores às demais cultivares. Para BR 700, o mesmo fato foi verificado em fevereiro e março.

Vários trabalhos têm determinado o período de juvenilidade de cultivares de sorgo, destacando valores de 14 a 21 dias (Karande *et al.* 1996), 5 a 9 dias (Alagarswamy *et al.* 1998) e 19 dias (Craufurd & Qi 2001). Esta variabilidade proporciona a exploração do período de juvenilidade longo no melhoramento de cultivares precoces, essenciais em regiões onde as condições de dias curtos induzem o florescimento precoce das plantas.

### Floração

Para o estágio de floração (Tabela 3), verificou-se que a cultivar BR 506 apresentou maior número

de dias para atingir esta fase em todas as épocas de sementeira, exceto na sementeira de dezembro. Este fato, em especial nas sementeiras de abril e maio, pode ser atribuído ao seu menor crescimento, ao maior período de juvenilidade e as baixas temperaturas registradas a partir do final de abril (Figura 1).

Entre as cultivares avaliadas que floresceram mais precocemente em todas as épocas de sementeiras, destaca-se o sorgo de duplo propósito AG 2005E. Além deste, destacaram-se neste aspecto: BR 700, nas sementeiras de outubro e março; BRS 800, em novembro; AG 2501C e BRS 800, em dezembro e janeiro; BR 601, BR 700, AG 2501C e BRS 800, em fevereiro; AG 2501C e BRS 800, em abril; e AG 2501C, em maio.

A precocidade da floração dessas cultivares pode ser explorada em regiões onde o sorgo está sujeito aos estresses climáticos, como baixas temperaturas e precipitação. Os resultados obtidos são superiores aos de Pauli *et al.* (1964), que também efetuaram escalonamento na época de sementeira, e semelhantes aos de Craufurd *et al.* (1993), que observaram variação de 50 a 60 e de 70 a 92 dias para a floração de sorgos precoces e tardios, respectivamente. Entretanto, os maiores períodos até a floração, para todas as cultivares, ocorreram na sementeira de maio, o que pode ser atribuído às baixas temperaturas registradas a partir do final de abril (Figura 1), fazendo com que as plantas apresentassem menor crescimento.

Tabela 3. Valores médios do número de dias de floração, obtidos nos ensaios de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro, no ano agrícola 1999/2000 (Coimbra - MG).

Cultivares	Ensaio (épocas de sementeira)							
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril <sup>2</sup>	Maio
<b>Forrageiro</b>								
AG 2002	87,00 B b <sup>1</sup>	79,75 C b	76,25 D c	72,75 E c	66,25 F c	73,75 E d	94,75 c	127,25 A c
BR 501	88,50 B b	84,00 C a	82,25 C a	75,50 D b	66,00 E c	75,50 D c	112,50 b	132,75 A b
BR 506	95,00 C a	83,75 D a	78,50 F b	80,75 E a	77,50 F a	99,75 B a	167,00 a	163,50 A a
BR 601	80,50 B c	78,25 B b	71,75 C d	69,50 D d	62,25 E d	72,50 C d	93,50 c	127,50 A c
BR 602	80,50 B c	75,50 C c	73,25 C d	69,75 D d	65,50 E c	73,25 C d	96,50 c	126,75 A c
BR 700	73,00 B e	71,75 B d	69,75 C e	67,00 D e	60,50 E d	66,00 D e	100,00 c	129,00 A c
<b>Duplo Propósito</b>								
AG 2005E	74,50 B e	61,50 D f	62,25 D f	61,75 D f	60,75 D d	67,25 C e	86,25 d	113,75 A e
Massa 03	76,25 C d	70,25 D d	69,00 D e	71,75 D c	70,25 D b	88,00 B b	97,00 c	117,50 A d
<b>Corte e Pastejo</b>								
AG 2501C	77,25 B d	65,75 C e	64,00 C f	64,00 C f	62,50 C d	75,50 B c	91,25 d	114,50 A e
BRS 800	77,50 B d	62,50 D f	62,00 D f	63,00 D f	60,50 D d	73,25 C d	89,75 d	118,00 A d

<sup>1</sup> - Grupos de médias seguidos pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> - Ensaio com quadrado médio residual discrepante dos demais.

Fundamentado na análise conjunta, observa-se que as cultivares de mesma aptidão agrônômica, como a AG 2501C, BRS 800, AG 2005E e Massa 03, apresentaram comportamentos semelhantes com o menor número de dias para a floração nas sementeiras de novembro a fevereiro. Com o mesmo grupo de médias, percebe-se que o fotoperíodo não afetou o desenvolvimento das plantas. As variações observadas para atingir o estágio de floração nas diferentes épocas de sementeira dessas cultivares são atribuídas às variações nos valores da temperatura média durante o desenvolvimento das plantas. Os resultados obtidos permitem concluir que os sorgos de duplo propósito e os de corte verde e pastejo, ao serem cultivados no verão (sementeiras em novembro e dezembro) ou na safrinha (sementeiras em janeiro e fevereiro), poderão apresentar o mesmo número de dias para atingir a fase de floração, demonstrando comportamento estável nestas épocas (Tabela 3).

As cultivares AG 2002, BR 501, BR 601, BR 602 e BR 700, do grupo de sorgo forrageiro, apresentaram maiores precocidades na sementeira de fevereiro; seguindo-se as sementeiras de janeiro e março, para AG 2002, BR 501 e BR 700, e de janeiro para BR 601 e BR 602. Reduções do número de dias para a floração foram também constatadas por Craufurd & Qi (2001), quando variaram a época de sementeira do sorgo. Os resultados obtidos nas sementeiras efetuadas de outubro a março assemelham-se aos resultados de Costa *et al.* (1995)

e Alagarswamy & Chandra (1998), e até a sementeira de abril com os valores obtidos por Flower (1996).

### Maturação

No grupo dos sorgos forrageiros, a cultivar BR 506 foi a mais tardia em todas as épocas de sementeira, com 110 a 203 dias para atingir o estágio de grãos farináceos (Tabela 4). Isso é justificado pelo menor crescimento e ao maior período de juvenildade, sendo que o maior valor observado na sementeira de abril (203,50 dias) é atribuído às baixas temperaturas registradas durante a fase de maturação (Figura 1).

Entre as cultivares de ciclo precoce, destaca-se a BRS 800. Este sorgo apresentou menor número de dias para atingir a fase de maturação em todas as épocas de sementeiras. Essa maior precocidade foi também constatada para as cultivares do mesmo grupo de médias da BRS 800: AG 2501C, na sementeira de dezembro; BR 601 e BR 700, em fevereiro; AG 2002, BR 601 e BR 700, em março; BR 601, BR 700 e AG 2005E, em abril; e AG 2501C, em maio. A precocidade destas cultivares assume maior importância nas regiões onde se pratica mais de dois cultivos por ano e, também, para áreas sujeitas a baixas temperaturas ou com ausência de precipitação pluvial em determinados períodos do ano. Nestes casos, poderia se cultivar sorgo fazendo com que o final da fase de maturação coincida com o início desses períodos de estresse. Valores semelhantes

Tabela 4. Valores médios do número de dias de maturação, obtidos nos ensaios de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro, no ano agrícola 1999/2000 (Coimbra - MG)

Cultivares	Ensaio (épocas de sementeira)							
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior
<b>Forrageiro</b>								
AG 2002	113,00 C c <sup>1</sup>	106,50 D c	107,00 D b	104,25 E b	99,75 F d	113,25 C f	144,00 B b	168,00 A c
BR 501	116,00 D b	113,00 E b	107,50 F b	104,25 G b	95,25 H e	124,25 C c	144,00 B b	175,00 A b
BR 506	129,00 D a	120,00 E a	110,00 F a	110,50 F a	130,00 D a	164,00 C a	203,50 A a	196,00 B a
BR 601	107,00 D d	107,00 D c	108,00 D b	101,00 E c	92,50 F f	113,00 C f	139,00 B c	167,00 A c
BR 602	112,00 D c	106,00 E c	107,00 E b	101,00 G c	103,00 F c	116,25 C e	143,00 B b	167,00 A c
BR 700	99,00 D f	92,50 G d	97,25 E c	95,50 F d	92,00 G f	112,50 C f	140,25 B c	159,00 A d
<b>Duplo Propósito</b>								
AG 2005E	100,00 D f	89,25 F e	92,00 E e	90,50 F f	93,50 E e	115,50 C e	139,00 B c	160,00 A d
Massa 03	104,25 D e	91,50 G d	95,50 F d	100,50 E c	105,25 D b	126,00 C b	144,00 B b	160,00 A d
<b>Corte e Pastejo</b>								
AG 2501C	99,50 D f	88,50 F e	87,00 F f	93,00 E e	94,50 E e	117,50 C d	143,25 B b	154,00 A e
BRS 800	94,00 D g	83,50 G f	87,50 F f	86,25 F g	92,00 E f	113,00 C f	139,00 B c	154,00 A e

<sup>1</sup> - Grupos de médias seguidos pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

obtidos nas sementeiras de outubro a março foram obtidos por Craufurd *et al.* (1993), que constataram variação de 78 a 85 e de 99 a 123 dias para a maturação de sorgos precoces e tardios, respectivamente.

Quando se avalia o efeito das épocas de sementeira no ciclo das cultivares, verifica-se que o maior número de dias da maturação, a exceção da BR 506, foi constatado na sementeira de maio, seguido dos meses de abril e março. Segundo Craufurd & Qi (2001), a temperatura é o principal fator determinante na duração dessa fase fenológica. Os baixos valores registrados a partir do final do mês de abril, com a diminuição contínua até meados de julho (Figura 1), fizeram com que as cultivares apresentassem menor crescimento para atingir a fase de maturação, nas sementeiras realizadas a partir de março, retardando o ciclo das plantas.

Nos sorgos forrageiros, além do efeito das baixas temperaturas retardando o desenvolvimento das plantas, houve uma menor produção de grãos, afetando a qualidade da forragem. Essas temperaturas (média de 15°C, aproximadamente) registradas no início do mês de junho, coincidindo com a floração das cultivares sementeiras a partir de março, prejudicaram a produção de grãos de pólen ocasionando, conseqüentemente, sua esterilidade conforme destaca Paul (1990). Além disso, as baixas temperaturas na fase de enchimento de grãos, provavelmente, reduziram a translocação de fotoassimilados para os grãos, afetando seu crescimento. A ausência de grãos na panícula foi verificada nas sementeiras de março para as cultivares AG 2002, AG 2005E, BR 601 e BR 602; de abril, em todas as cultivares, excetuando-se AG 2501C e BR 506; e de maio para as cultivares AG 2002, AG 2005E, BR 501, BR 506, BR 601 e BR 602.

As cultivares de corte e pastejo apresentaram comportamentos semelhantes entre as épocas de sementeira. A cultivar AG 2501C apresentou menor ciclo nas sementeiras de novembro e dezembro (88,50 e 87,00 dias, respectivamente), seguidas das sementeiras de janeiro e fevereiro (93,00 e 94,50 dias, respectivamente). Para BRS 800, a maior precocidade foi verificada na sementeira de novembro (83,50 dias), seguido do grupo de médias das sementeiras de dezembro e janeiro (87,50 e 86,25 dias, respectivamente). A antecipação do ciclo do sorgo com o atraso na época de sementeira foi verificada também em outros trabalhos (Pauli *et al.* 1964, Ferraris & Charles-Edwards 1986, Craufurd & Qi 2001).

Para as cultivares de duplo propósito, Massa 03 apresentou maior precocidade na sementeira de novembro, seguida de dezembro e de janeiro (91,50; 95,50 e 100,50 dias, respectivamente), sendo de grupos de média distintos. Na cultivar AG 2005E, a maior precocidade foi observada nas sementeiras de novembro e janeiro, seguido de dezembro e fevereiro (89,25; 90,50; 92,00 e 93,50 dias, respectivamente).

Para os sorgos forrageiros AG 2002, BR 501, BR 601 e BR 700, o menor número de dias para a maturação foi verificado na sementeira de fevereiro, seguido do grupo de média de janeiro. Menores valores para BR 700 foram obtidos nas sementeiras de fevereiro e novembro, e para BR 506, em sementeiras de dezembro e janeiro, cujos valores pertenceram ao mesmo grupo de médias. Para todas as cultivares utilizadas neste ensaio, os menores valores obtidos para atingir a fase de grãos farináceos, provavelmente, se devem à elevação da temperatura durante o período de desenvolvimento das plantas, conforme destacado por Paul (1990).

## CONCLUSÃO

1. As cultivares AG 2002, BR 501, BR 601, BR 602 e BR 700 responderam aos fotoperíodos indutivos nas sementeiras de janeiro, fevereiro e março.
2. A insensibilidade ao fotoperíodo foi observada nas cultivares AG 2005E, AG 2501C, BR 506, BRS 800 e Massa 03, sendo que BRS 800 foi a que se mostrou mais sensível às variações de temperatura.
3. A redução da temperatura nas sementeiras de abril e maio, mesmo sob fotoperíodos indutivos, ocasionou atraso na diferenciação floral do sorgo.
4. Para as fases de floração e maturação, a cultivar BR 506 comportou-se como a mais tardia devido ao seu maior período de juvenilidade, e a BRS 800 foi a que apresentou a maior precocidade para o corte, em todas as épocas de sementeira.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor, e também aos professores, técnicos e estudantes da Universidade Federal de Viçosa, pelo auxílio na condução do trabalho.



## REFERÊNCIAS

- Alagarswamy, G. & S. Chandra. 1998. Pattern analysis of international sorghum multi-environment trials for grain-yield adaptation. *Theoretical and Applied Genetics*, 96 (3-4): 397-405.
- Alagarswamy, G., D. M. Reddy & G. Swaminathan. 1998. Durations of the photoperiod-sensitive and insensitive phases of time to panicle initiation in sorghum. *Field Crops Research*, 55 (1-2): 1-10.
- Allen, R. R. & J. T. Musick. 1993. Planting date, water management, and maturity length relations for irrigated grain sorghum. *Transactions of the ASAE*, 36 (4): 1123-1129.
- Birch, C. J., G. L. Hammer & K. G. Rickert. 1998. Temperature and photoperiod sensitivity of development in five cultivars of maize (*Zea mays* L.) from emergence to tassel initiation. *Field Crops Research*, 55 (1-2): 93-107.
- Bonhomme, R. 2000. Bases and limits to using 'degree.day' units. *European Journal of Agronomy*, 13 (1): 1-10.
- Caddel, J. L. & D. E. Weibel. 1971. Effect of photoperiod and temperature on the development of sorghum. *Agronomy Journal*, 63: 799-803.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa, 359 p.
- Costa, N. L., J. R. C. Oliveira & F. C. Leônidas. 1995. Avaliação de cultivares de sorgo forrageiro em Porto Velho-RO. *Lavoura Arrozeira*, 48 (420): 17-18.
- Craufurd, P. Q. & A. Qi. 2001. Photothermal adaptation of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108 (3): 199-211.
- Craufurd, P. Q., A. Qi, R. H. Ellis, R. J. Summerfield, E. H. Roberts & V. Mahalakshmi. 1998. Effect of temperature on time to panicle initiation and leaf appearance in sorghum. *Crop Science*, 38 (4): 942-947.
- Craufurd, P. Q., D. J. Flower & J. M. Peacock. 1993. Effect of heat and drought stress on sorghum (*Sorghum bicolor*). I. Panicle development and leaf appearance. *Experimental Agriculture*, 29 (1): 61-76.
- Ellis, R. H., A. Qi, P. Q. Craufurd, R. J. Summerfield & E. H. Roberts. 1997. Effects of photoperiod, temperature and asynchrony between thermoperiod and photoperiod on development to panicle initiation in sorghum. *Annals of Botany*, 79 (2): 169-178.
- Ferraris, R. & D. A. Charles-Edwards. 1986. A comparative analysis of the growth of sweet and forage sorghum crops. I. Dry matter production, phenology and morphology. *Australian Journal Agriculture Research*, 37 (5): 495-512.
- Flower, D. J. 1996. Physiological and morphological features determining the performance of the sorghum landraces of northern Nigeria. *Experimental Agriculture*, 32 (2): 129-141.
- Gates, C. E. & J. D. Bilbro. 1978. Illustration of a cluster analysis method for mean separation. *Agronomy Journal*, 70: 462-465.
- Gomes, F. P. 1990. Curso de estatística experimental. 13.ed. Nobel, Piracicaba. 466 p.
- Karande, B. I., M. C. Varshneya & T. R. V. Naidu. 1996. Photoperiodically sensitive time interval for panicle initiation of sorghum. *Indian Journal of Plant Physiology*, 1 (4): 258-261.
- Machado, J. R., J. Nakagawa, C. A. Rosolem & O. Brinholi. 1987. Épocas de semeadura de sorgo sacarino em São Manuel e Botucatu, Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 22 (9/10): 951-958.
- Martin, V. L. & R. L. Vanderlip. 1997. Sorghum hybrid selection and planting management under moisture limiting conditions. *Journal of Production Agriculture*, 10 (1): 157-163.
- Morgan, P. W., L. W. Guy & C. Pao. 1987. Genetic regulation of development in *Sorghum bicolor*. III. Asynchrony of thermoperiods with photoperiods promotes floral initiation. *Plant Physiology*, 83 (2): 448-450.
- Ometto, J. C. 1981. *Bioclimatologia vegetal*. Agronômica Ceres, São Paulo. 440 p.
- Paul, C. L. 1990. *Agronomia del sorgo*. Icrisat, Patancheru. 301 p.
- Pauli, A. W., F. C. Stickler & J. R. Lawless. 1964. Developmental phases of grain sorghum (*Sorghum vulgare* Pers.) as influenced by variety, location, and planting date. *Crop Science*, 4 (1): 10-13.
- Tomé Júnior, J. B. 1997. Manual para interpretação de análise de solo. Agropecuária: Guaíba. 247 p.