

AValiação DO RENDIMENTO DE FORRAGEM DE CULTIVARES DE SORGO FORRAGEIRO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES TERMO-FOTOPERIÓDICAS

Alessandro Guerra da Silva¹
Valterley Soares Rocha²
Orlando Costa Pina Filho³
Geraldo Henrique Freitas Pinto⁴
Itamar Rosa Teixeira⁵

RESUMO

Alguns cultivares de sorgo forrageiro apresentam sensibilidade ao fotoperíodo, ocasionando variações no rendimento de forragem quando cultivados em diferentes épocas do ano. A fim de obter mais informações a este respeito, efetuou-se um experimento no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, durante o ano agrícola 1999/2000. Os sorgos usados foram o 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). Estes cultivares foram semeados em oito épocas, a partir da primeira quinzena de outubro de 1999 e, em intervalos de um mês, até maio de 2000. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Os rendimentos de forragem

de cada cultivar foram avaliados em cada época de semeadura, utilizando o teste de Scott-Knott para comparação dos grupos de médias dos tratamentos. Os resultados permitiram concluir que as variações do fotoperíodo e da temperatura influenciaram os rendimentos de matéria verde, matéria seca e de proteína bruta dos cultivares. Para os sorgos de duplo propósito e os de corte e pastejo, essa influência foi atribuída somente às variações da temperatura. Os maiores rendimentos de matéria verde foram obtidos com os sorgos BR 506 e AG 2002, semeados de outubro a dezembro, e com os sorgos BR 501, BR 601 e BR 602 em novembro. Quanto à matéria seca, os maiores rendimentos foram verificados nas semeaduras de outubro (BR 506, AG 2501C, AG 2002, BR 602, BRS 800 e BR 601), novembro (BR 602, BR 506, AG 2002 e BR 501) e dezembro (AG 2002 e AG 2501C). Com relação à proteína bruta, isso ocorreu com os sorgos AG 2501C e BRS 800, semeados em outubro, e com os sorgos BR 602 e BR 700, semeados em novembro.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, época de semeadura, fotoperíodo, temperatura.

ABSTRACT

EVALUATION OF FORAGE YIELD OF FORAGE SORGHUM CULTIVARS UNDER DIFFERENT THERMO-PHOTO PERIOD CONDITIONS

Some forage sorghum cultivars are sensitive to photoperiod, displaying variations in forage yield when cultivated at different times of the year. To obtain further information on the sensitivity to photoperiod and temperature, an experiment was set up at the Experimental Field of the Department of Plant Science at the Universidade Federal de Viçosa, during the 1999/2000 growing season. 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 cultivars were sowed at eight different times, starting in the first fortnight of October 1999 through May 2000. An experimental design of randomized blocks with four replications was used. The forage yield of each cultivar was evaluated for each sowing time, using the Scott-Knott test to compare average groups among treatments. The results indicate that the variations on photoperiod and temperature influenced the green and dry matter and crude protein yield of forage cultivars. For cutting and grazing and dual purpose cultivars the effect was attributed only to temperature

¹ Fesurv-Universidade de Rio Verde. Faculdade de Agronomia. CP 104. 75901-970. Rio Verde, GO. silvaag@fesurv.br

² Universidade Federal de Viçosa. Depto de Fitotecnia. 36570-000. Viçosa, MG. vsrocha@ufv.br

³ Ceapar Cerrado Sementes. Av. Presidente Vargas, 3.707 Vila Maria. Cx. P. 218. Rio Verde, GO. ocpf@bol.com.br

⁴ Av. Santo Amaro, 854, Bairro Passaginha. Curvelo, MG. ricocurvelo@yahoo.com.br

⁵ Universidade Estadual de Goiás. 75780-000, Ipameri, GO. itamarrt@yahoo.com.br

variations. The highest green matter yields were obtained with BR 506 and AG 2002 grown from October till December, and with BR 501, BR 601 and BR 602 in November. For dry matter, the highest yields were verified for October sowings (BR 506, AG 2501C, AG 2002, BR 602, BRS 800 and BR 601), November (BR 602, BR 506, AG 2002 and BR 501) and December (AG 2002 and AG 2501C). For crude protein, it was obtained with AG 2501C and BRS 800 sowed in October, and with BR 602 and BR 700 in November.

Key words: *Sorghum bicolor*, sowing time, photoperiod, temperature.

INTRODUÇÃO

A sazonalidade da produção de forragem é uma das causas dos baixos índices de produtividade da pecuária nacional. No Brasil central, o período crítico para a produção de forragens estende-se de maio a setembro, quando ocorre redução no crescimento das plantas forrageiras.

Entre essas espécies, o sorgo se destaca como ótima alternativa para uso na forma de grãos, forragem verde ou silagem. Dentre as vantagens, destacam-se o alto rendimento de matéria seca em relação a outras gramíneas, a maior resistência à períodos de seca e a menor exigência quanto a fertilidade do solo, além da possível utilização da rebrota das plantas.

Grande parte dos híbridos de sorgo é cultivado no período da safrinha, posterior ao cultivo de verão. O sucesso na obtenção de alto rendimento de forragem, nesta época, está na dependência direta das condições climáticas da região de cultivo, sendo limitado pela baixa disponibilidade de chuvas, pela capacidade de armazenamento de água no solo, pela presença de fotoperíodos indutivos e a ocorrência de baixas temperaturas durante a fase de enchimento de grãos.

Atualmente, os cultivares de sorgo forrageiro comercializados têm apresentado ampla variação no rendimento de forragem, o que pode ser atribuído a vários fatores, dentre eles as épocas de semeadura, os anos agrícolas e os locais de cultivo. Há na literatura vasta abordagem ao rendimento do sorgo, apresentando vários resultados com diferentes variedades e híbridos (Valente *et al.*, 1984; Casela *et al.*, 1986; Pereira, 1991; Chaves, 1997; Silva *et al.*, 2000; Rezende *et al.*, 2001).

Pelo número limitado de trabalhos com sorgo forrageiro em diferentes épocas do ano, percebe-se que há a necessidade de obter mais informações sobre a influência das condições climáticas no rendimento de forragem da cultura. Sendo assim, este trabalho teve por

objetivo avaliar o rendimento de forragem de diferentes cultivares de sorgo semeados em diferentes épocas do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no município de Coimbra (MG), situado a 20°51' de latitude sul e 42°46' de longitude W.Gr., localizado a 720 metros de altitude, no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, durante o ano agrícola 1999/2000. A temperatura, a precipitação e o fotoperíodo foram obtidos na estação climatológica instalada no Campo Experimental e encontram-se apresentados na Figura 1.

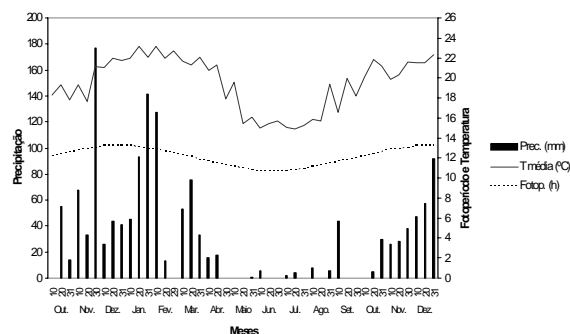


Figura 1. Variação do fotoperíodo, da temperatura média do ar e da precipitação pluviométrica, por decêndio, de outubro de 1999 a dezembro de 2000, Coimbra (MG)

Os resultados das análises químicas da amostra do solo de onde foram instalados os ensaios, com os respectivos níveis dos elementos (alto - A, médio - M, e baixo - B), segundo Tomé Júnior (1997), são: pH: 4,70 (A); Al: 0,40 (B); H + Al: 5,07; Ca: 1,35 (B) e Mg: 0,38 (B), expressos em $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, exceto pH; Na: 6,0; K: 68,0 (M) e P: 16,82 (A), expressos em mg dm^{-3} ; soma de bases: 1,93; CTC efetiva: 2,32 e CTC total: 7,00, expressas em cmol_c

dm⁻³; v: 27,6 e m: 17,0 (M), expressas em %. A textura do solo era composta, em dag kg⁻¹, de 12 de areia grossa, 9 de areia fina, 18 de silte e 61 de argila, sendo considerado, portanto, como muito argiloso.

Utilizaram-se os cultivares forrageiros AG 2002, BR 501, BR 506, BR 601, BR 602 e BR 700; de duplo propósito AG 2005E e Massa 03; e de corte e pastejo AG 2501C e BRS 800. Foram feitas oito semeaduras, em intervalos de 30 dias, nas primeiras quinzenas dos meses de outubro de 1999 a maio de 2000. Em cada situação, foi usado o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro linhas, espaçadas de 0,7 m entre si, com 5,0 m de comprimento. As duas fileiras centrais foram consideradas como área útil, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade (5,6 m²). O desbaste foi feito aos 20 dias após a emergência das plântulas, deixando-se o equivalente a 157.143 plantas ha⁻¹.

As adubações seguiram as recomendações de Ribeiro *et al.* (1999). Em toda a área experimental, foi aplicado, três meses antes da primeira semeadura, o equivalente a 1,93 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT de 76%). Na semeadura de cada ensaio, foi utilizado o equivalente a 500 kg ha⁻¹ da formulação 04-14-08. Aos 30 e 45 dias após a emergência, foram aplicados 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, empregando o sulfato de amônio como fertilizante nitrogenado.

O corte das plantas foi realizado rente ao solo quando os grãos do terço médio da panícula atingiram o estágio de grãos farináceos. As parcelas foram mantidas livres de invasoras, sendo realizadas duas capinas com enxada. Foi realizada também a irrigação de todo o experimento quando necessário, para que os tratamentos

não fossem afetados por déficits hídricos. Não foram observados problemas com pragas que pudessem comprometer a produção.

Foram avaliados os rendimentos de matéria verde, pesando-se as plantas da área útil das parcelas após o corte em balança tipo dinamômetro e convertendo os dados para kg ha⁻¹, e de matéria seca, a partir de 10 plantas da área útil, que foram picadas e homogêneas, retirando-se uma subamostra de 300 g. Esta amostra foi levada para estufa, com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante para a determinação da porcentagem de matéria seca e posterior transformação dos dados em rendimento de matéria seca. Para determinação do teor de nitrogênio na forragem, utilizou-se o método de Kjeldahl, transformando-se os resultados em porcentagem de proteína bruta e efetuando-se o produto do valor obtido pelo rendimento de matéria seca, obtendo assim o rendimento de proteína bruta.

A análise de variância foi efetuada para cada época de semeadura e, posteriormente, a análise conjunta para determinar o efeito de cada uma nas características avaliadas. Esta análise foi realizada quando a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual dos ensaios foi igual ou menor que 7 (Gomes, 1990). O teste de Scott-Knott foi empregado para agrupar os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta das variáveis de rendimento, a semeadura de novembro apresentou quadrado médio residual discrepante dos demais, conforme metodologia proposta por Gomes (1990), por isso foi avaliada isoladamente (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta das características rendimento de matéria verde (RMV), matéria seca (RMS) e proteína bruta (RPB) obtidas no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro, duplo propósito e corte e pastejo no ano agrícola 1999/2000, Coimbra (MG).

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		RMV	RMS	RPB
Blocos/Ensaios	21	30.356.495,24	6.869.198,10	101.721,48
Cultivares	9	1.443.033.000,00**	159.779.900,00**	2.164.468,00**
Ensaios	6	10.815.710.000,00**	1.290.597.000,00**	6.149.105,00**
Cultivar x Ensaios	54	206.496.300,00**	20.133.040,00**	165.537,40**
Resíduo	189	11.635.980,00	3.202.509,00	63.415,58
C.V. (%)		11,76	17,21	23,75

** Significativo a 1%; * Significativo a 5% pelo teste F.

Rendimento de matéria verde

Em função da variação da temperatura e do fotoperíodo durante a condução dos ensaios, pode-se constatar o desempenho diferenciado dos cultivares de sorgo nas oito épocas de semeaduras quanto ao rendimento de matéria verde (Tabela 2).

A partir da emergência das plântulas em outubro, o fotoperíodo aumentou de 12,47 h dia⁻¹ até o valor máximo de 13,25 h dia⁻¹, diminuindo posteriormente até o valor mínimo de 10,73 h dia⁻¹. Esta variação foi suficiente para constatar a sensibilidade do sorgo ao fotoperíodo (Caddel & Weibel, 1971; Karande *et al.*, 1996; Alagarswamy *et al.*, 1998; Craufurd & Qi, 2001), justificando a variabilidade na produção de forragem dos cultivares forrageiros.

Os rendimentos dos sorgos sensíveis ao fotoperíodo apresentaram relação direta com este fator climático. Quando as fases de sensibilidade ao fotoperíodo dos sorgos AG 2002, BR 501, BR 601, BR 602 e BR 700 estavam em condições não indutivas à diferenciação floral (semeaduras de outubro a dezembro com fotoperíodo maior que 12,9 h dia⁻¹), verificou-se o atraso da diferenciação floral em comparação com o cultivo sob condições de fotoperíodos indutivos (semeaduras de janeiro a abril). Na primeira situação, formou-se maior número de primórdios foliares, aumentando a duração do período vegetativo dos cultivares. Com isto, a emissão da panícula pela bainha da folha bandeira ocorreu somente quando houve a completa expansão dos primórdios foliares, proporcionando maior número de folhas emitidas. Conseqüentemente, constatou-se maior rendimento de matéria verde, sendo este fenômeno também observado por Craufurd & Qi (2001).

Os cultivares de mesma aptidão agrônômica apresentaram comportamentos semelhantes quanto ao rendimento de matéria verde. Na Tabela 2, observa-se que os maiores rendimentos dos sorgos AG 2002, BR 501 e BR 700 foram obtidos nas semeaduras de outubro e dezembro (66.161 e 62.143 kg ha⁻¹; 57.277 e 53.929 kg ha⁻¹; e 38.772 e 38.795 kg ha⁻¹, respectivamente), pertencendo ao mesmo grupo de médias. Os sorgos BR 506, BR 602 e BR 601 apresentaram maiores rendimentos na semeadura de outubro (87.009, 59.062 e 56.429 kg ha⁻¹, respectivamente), seguido dos grupos de média de

dezembro e janeiro. Os valores de matéria verde obtidos nessas condições são considerados superiores aos de Silva *et al.* (2000) e Rezende *et al.* (2001).

Todos os sorgos forrageiros apresentaram menores rendimentos na semeadura de março, e BR 501 de fevereiro a maio, cujos valores pertenceram a um mesmo grupo de médias (Tabela 2). Os menores rendimentos estão associados ao decréscimo da temperatura média (Figura 1) no início da fase de floração, o que afetou o desenvolvimento das plantas. De maneira geral, os menores rendimentos dos sorgos forrageiros nas semeaduras de janeiro a maio devem-se à ocorrência de fotoperíodos indutivos na fase de sensibilidade fotoperiódica dos cultivares, aliada ao decréscimo acentuado da temperatura média a partir de abril.

Os sorgos de duplo propósito (AG 2005E e Massa 03) tiveram rendimento na semeadura de outubro de 39.196 e 40.848 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Os valores obtidos nas semeaduras de janeiro, fevereiro e maio pertenceram ao mesmo grupo de médias e foram superiores aos obtidos em março e abril. Apesar desses cultivares serem insensíveis ao fotoperíodo, os maiores valores de temperatura média a partir de janeiro (Figura 1) fizeram com que o cultivar AG 2005E atingisse a fase de diferenciação floral em menor número de dias. Conseqüentemente, um menor número de primórdios foliares foram formados, acarretando em menor rendimento de forragem. Vários trabalhos têm destacado o efeito da elevação da temperatura no maior desenvolvimento das plantas de sorgo (Caddel & Weibel, 1971; Ferraris & Charles-Edwards, 1986; Mokashi *et al.*, 1996; Machado *et al.*, 1987; Craufurd *et al.*, 1998; Craufurd & Qi, 2001).

Com relação aos sorgos de corte e pastejo, insensíveis também ao fotoperíodo, os maiores rendimentos do BRS 800 e AG 2501C foram obtidos na semeadura de outubro (59.710 e 57.857 kg ha⁻¹, respectivamente), e do AG 2501C em dezembro (53.304 kg ha⁻¹) (Tabela 2). Os valores obtidos em cada cultivar pertencem ao mesmo grupo de médias quando esses cultivares foram semeados em janeiro, fevereiro, abril e maio, comprovando sua insensibilidade ao fotoperíodo. Como ocorreu com os sorgos forrageiros, o menor rendimento foi observado na semeadura de março, pois

Tabela 2. Valores médios do rendimento de matéria verde (kg ha⁻¹) obtidos no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro, duplo propósito e corte e pastejo no ano agrícola 1999/2000, Coimbra (MG).

Cultivares	Ensaio							
	Outubro*	Novembro ¹	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
FORAGEIROS								
AG 2002	66.161 A b	72.679 b	62.143 A a	40.179 B b	27.455 C a	11.518 E b	20.670 D c	24.152 C a
BR 501	57.277 A c	76.696 b	53.929 A b	29.598 B c	8.705 C d	2.277 C d	6.518 C e	6.027 C d
BR 506	87.009 A a	86.473 a	60.134 B a	53.036 C a	27.790 E a	15.670 G a	43.750 D a	20.804 F b
BR 601	56.429 A c	61.384 c	42.857 B d	18.884 C d	12.366 D c	4.196 E d	13.929 D d	14.911 D c
BR 602	59.062 A c	73.170 b	48.750 B c	27.277 C c	24.598 C b	6.652 E c	16.116 D d	14.687 D c
BR 700	38.772 A d	45.937 d	38.795 A d	26.429 B c	23.125 B b	11.384 D b	15.402 C d	17.857 C b
Duplo Propósito								
AG 2005E	39.196 A d	36.071 e	31.920 B e	17.768 C d	19.777 C b	14.330 D b	14.554 D d	18.884 C b
Massa 03	40.848 A d	42.187 e	32.902 B e	25.491 C c	25.982 C a	17.366 D a	18.929 D c	22.455 C a
Corte e Pastejo								
AG 2501C	57.857 A c	52.321 d	53.304 A b	31.429 B c	30.312 B a	19.330 C a	30.804 B b	27.143 B a
BRS 800	59.710 A c	46.964 d	42.857 B d	19.018 C d	14.687 C c	9.018 D c	17.589 C c	19.687 C b

* 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.

¹ Ensaio com quadrado médio residual discrepante dos demais.

as fases de floração e de maturação coincidiram com períodos de temperaturas mais baixas durante a condução do ensaio. Isto afetou o desenvolvimento das plantas e dos grãos, a que reduziu, conseqüentemente, o rendimento da forragem.

Quando se comparam os efeitos dos cultivares de sorgo dentro de cada época de semeadura, verifica-se um comportamento semelhante do sorgo BR 506, sendo o mais produtivo, exceto na semeadura de maio (Tabela 2). Os maiores grupos de médias de rendimento foram constatados também nas semeaduras de dezembro (AG 2002, 62.143 kg ha⁻¹), fevereiro (AG 2501C, AG 2002 e Massa 03; 30.312, 27.455 e 25.982 kg ha⁻¹, respectivamente), março (AG 2501C e Massa 03; 19.330 e 17.366 kg ha⁻¹, respectivamente) e maio (AG 2501C, AG 2002 e Massa 03; 27.143, 24.152 e 22.455 kg ha⁻¹, respectivamente).

Dentre os cultivares utilizados, o BR 506 sobressaiu, apresentando o maior rendimento de forragem nas semeaduras de outubro, novembro e dezembro (87.009, 86.473 e 60.134 kg ha⁻¹, respectivamente) (Tabela 2). Destaque também é dado para o cultivar AG 2002, nas semeaduras de novembro,

outubro e dezembro (72.679, 66.161 e 62.143 kg ha⁻¹, respectivamente) e para BR 501, BR 602 e BR 601, em novembro (76.696, 73.170 e 61.384 kg ha⁻¹, respectivamente), demonstrando o grande potencial de rendimento de forragem do sorgo. Quanto aos cultivares também nas semeaduras de novembro (BR 602, AG 2002 e BR 501; 24.775, 22.664 e 20.120 kg ha⁻¹, respectivamente), dezembro (AG 2002 e AG 2501C; 20.480 e 19.317 kg ha⁻¹, respectivamente), janeiro (AG 2002, AG 2501C, Massa 03 e BR 700; 14.839, 13.630, 12.343 e 12.105 kg ha⁻¹, respectivamente), fevereiro (AG 2501C; 14.082 kg ha⁻¹), março (Massa 03, AG 2501C, AG 2005E, BR 700 e AG 2002; 7.368, 6.727, 6.425, 4.868 e 4.626 kg ha⁻¹, respectivamente) e maio (AG 2501C; 10.945 kg ha⁻¹).

O cultivo de sorgo com a produção de altos rendimentos de forragem permite a obtenção de maior quantidade de alimento que poderá ser utilizado por maior período de tempo na propriedade agrícola. Isto é fundamental também para a alimentação de maior número de animais em função da maior disponibilidade de forragem. Neste aspecto, destacam-se os seguintes tratamentos: semeadura em outubro: BR 506, AG 2501C, AG 2002, BR 602, BRS 800 e BR 601 (30.947, 22.603, 21.223,

BR 602, BR 501 e BR 601, semeados de outubro a dezembro, os resultados obtidos foram superiores aos encontrados por Casela *et al.* (1986), que obtiveram 40,5; 38,5; e 37,5 t ha⁻¹ de matéria verde com os mesmos cultivares.

Ainda neste estudo, pode-se verificar que os cultivares AG 2005E e Massa 03 estiveram em grupo de médias inferiores nas semeaduras de outubro a dezembro (Tabela 2). Também na semeadura de outubro, o cultivar BR 700 apresentou rendimento semelhante ao dos sorgos de duplo propósito. Além do mais, foram observados menores rendimentos do sorgo AG 2005E na semeadura de janeiro (17.768 kg ha⁻¹), assemelhando-se ao do BR 601 e do BRS 800 (18.884 e 19.018 kg ha⁻¹, respectivamente). Na semeadura de março, o rendimento do sorgo BR 501 (2.277 kg ha⁻¹) não diferiu do BR 601 (4.196 kg ha⁻¹). Os menores valores obtidos com o sorgo BR 501, nas semeaduras de fevereiro a maio, devem-se ao seu maior fotoperíodo crítico, estando em condições indutivas desde janeiro e também aos efeitos negativos da diminuição da temperatura a partir de abril. A semeadura de fevereiro teve resultados semelhantes aos encontrados por Chaves (1997), que constatou variação de 11,7 a 28,7 t ha⁻¹ de matéria verde do sorgo na mesma época de semeadura.

Rendimento de matéria seca

O rendimento de matéria seca de alguns cultivares de sorgo apresentou relação direta com o fotoperíodo. Pode-se observar, na Tabela 3, que os maiores valores apresentados pelos cultivares BR 506, BR 602, BR 601 e BR 501 foram obtidos nas semeaduras de outubro (30.947, 20.806, 19.593 e 17.751 kg ha⁻¹, respectivamente), seguidas das de dezembro (16.779, 13.147, 14.195 e 13.149 kg ha⁻¹, respectivamente). Os maiores rendimentos dos sorgos AG 2002 e BR 700 foram verificados em outubro e dezembro (21.223 e 20.480 kg ha⁻¹; 16.762 e 15.100 kg ha⁻¹, respectivamente), sendo do mesmo grupo de médias. Esses valores são superiores aos observados por Silva *et al.* (2000) e Rezende *et al.* (2001).

Por outro lado, os menores rendimentos dos cultivares BR 501 e BR 506 ocorreram nas semeaduras de fevereiro a maio, exceto para o BR 506 em abril (Tabela 3). Quanto aos cultivares AG 2002, BR 602 e BR 700, os menores valores foram constatados nas semeaduras de março e abril, acrescido de maio para o rendimento dos

dois últimos cultivares. O sorgo BR 601 apresentou menor rendimento na semeadura de março, e os valores obtidos de janeiro a maio, exceto o de março, foram do mesmo grupo de médias. Os baixos rendimentos verificados nestas épocas estão associados a presença de fotoperíodos indutivos à diferenciação floral do sorgo, aliados ao maior decréscimo da temperatura média a partir de abril (Figura 1), proporcionando menor rendimento de forragem, semelhante ao que ocorre quando se atrasa a época de semeadura do sorgo forrageiro (Ferraris & Charles-Edwards, 1986).

Na Tabela 3, pode-se constatar que os sorgos de duplo propósito apresentaram comportamentos semelhantes. O AG 2005E apresentou os maiores rendimentos nas semeaduras de outubro e dezembro (16.616 e 16.423 kg ha⁻¹, respectivamente), sendo superiores às demais épocas de semeadura. O cultivar Massa 03 apresentou o maior rendimento na semeadura de outubro (17.505 kg ha⁻¹), seguido da semeadura de dezembro a fevereiro. Em contrapartida, os menores valores de rendimento de matéria seca desses cultivares foram observados nas semeaduras de março a maio.

Os sorgos de corte e pastejo apresentaram também maiores rendimentos na semeadura de outubro (22.603 e 20.754 kg ha⁻¹ para os sorgos AG 2501C e BRS 800, respectivamente) (Tabela 3). Com relação ao sorgo BRS 800, verificou-se que os rendimentos das semeaduras de janeiro a maio pertenceram ao mesmo grupo de médias, sendo inferiores às demais épocas de semeadura. As semelhanças dos resultados, nas diversas épocas de semeaduras, do sorgo BRS 800 e dos sorgos de duplo propósito comprovam a insensibilidade desses cultivares ao fotoperíodo. Os menores rendimentos, obtidos nas épocas mencionadas, são atribuídos à elevação da temperatura em janeiro, fazendo com que as plantas apresentem menor número de dias para atingir o estágio de diferenciação floral (Ferraris & Charles-Edwards, 1986). Conseqüentemente, formou-se menor número de primórdios foliares, o que resultou em menor rendimento de forragem (Craufurd & Qi, 2001). O mesmo efeito foi atribuído aos menores valores de temperatura média a partir de abril, proporcionando desenvolvimento lento das plantas, diminuindo assim o rendimento final.

O sorgo BR 506 apresentou maior rendimento de matéria seca nas semeaduras de outubro, novembro, janeiro, março e abril. Maiores valores foram obtidos

Tabela 3. Valores médios do rendimento de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro, duplo propósito e corte e pastejo no ano agrícola 1999/2000, Coimbra (MG).

Cultivares	Ensaio							
	Outubro*	Novembro ¹	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
Forrageiros								
AG 2002	21.223 A b	22.664 a	20.480 A a	14.839 B a	9.879 C b	4.626 D a	5.811 D c	7.887 C b
BR 501	17.751 A c	20.120 a	13.149 B c	7.352 C c	2.425 D d	840 D b	2.547 D d	1.866 D d
BR 506	30.947 A a	23.990 a	16.779 B b	13.969 C a	7.755 D c	5.018 D a	13.442 C a	6.420 D b
BR 601	19.593 A b	16.007 b	14.195 B c	6.943 C c	4.455 C d	1.871 D b	4.649 C d	4.395 C c
BR 602	20.806 A b	24.775 a	13.147 B c	9.767 C b	7.321 C c	2.452 D b	4.668 D d	4.596 D c
BR 700	16.762 A c	15.586 b	15.100 A c	12.105 B a	11.460 B b	4.868 C a	6.395 C c	7.425 C b
Duplo Propósito								
AG 2005E	16.616 A c	16.589 b	16.423 A b	8.965 B b	11.120 B b	6.425 C a	7.452 C c	7.370 C b
Massa 03	17.505 A c	15.970 b	13.940 B c	12.343 B a	11.858 B b	7.368 C a	8.552 C b	8.247 C b
Corte e Pastejo								
AG 2501C	22.603 A b	18.740 b	19.317 B a	13.630 C a	14.082 C a	6.727 F a	9.289 E b	10.945 D a
BRS 800	20.754 A b	14.899 b	11.519 B c	6.183 C c	5.494 C c	3.566 C b	5.290 C c	6.242 C b

* 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.

¹ Ensaio com quadrado médio residual discrepante dos demais

também nas sementeiras de novembro (BR 602, AG 2002 e BR 501; 24.775, 22.664 e 20.120 kg ha^{-1} , respectivamente), dezembro (AG 2002 e AG 2501C; 20.480 e 19.317 kg ha^{-1} , respectivamente), janeiro (AG 2002, AG 2501C, Massa 03 e BR 700; 14.839, 13.630, 12.343 e 12.105 kg ha^{-1} , respectivamente), fevereiro (AG 2501C; 14.082 kg ha^{-1}), março (Massa 03, AG 2501C, AG 2005E, BR 700 e AG 2002; 7.368, 6.727, 6.425, 4.868 e 4.626 kg ha^{-1} , respectivamente) e maio (AG 2501C; 10.945 kg ha^{-1}).

O cultivo de sorgo com a produção de altos rendimentos de forragem permite a obtenção de maior quantidade de alimento que poderá ser utilizado por maior período de tempo na propriedade agrícola. Isto é fundamental também para a alimentação de maior número de animais em função da maior disponibilidade de forragem. Neste aspecto, destacam-se os seguintes tratamentos: sementeira em outubro: BR 506, AG 2501C, AG 2002, BR 602, BRS 800 e BR 601 (30.947, 22.603, 21.223, 20.806, 20.754 e 19.593 kg ha^{-1} , respectivamente); novembro: BR 602, BR 506, AG 2002 e BR 501 (24.775, 23.990, 22.664 e 20.120 kg ha^{-1} , respectivamente) e dezembro com AG 2002 e AG 2501C (20.480 e 19.317 kg ha^{-1}) (Tabela 3). Nessas condições, o principal fator que

permitiu a obtenção de maior rendimento de matéria seca foi o fotoperíodo. Condições não-indutivas à diferenciação floral proporcionaram a formação de maior número de primórdios foliares, o que resultou em maior rendimento de matéria seca. Assim, os resultados obtidos neste estudo são superiores aos verificados em vários trabalhos de pesquisa (Pereira, 1991; Chaves, 1997; Silva *et al.*, 2000; Rezende *et al.*, 2001).

A sensibilidade ao fotoperíodo é uma das principais causas pelas quais o sorgo apresenta variação no rendimento de forragem quando cultivado em diferentes épocas do ano. Além do mais, o maior fotoperíodo crítico dos cultivares exige fotoperíodos maiores para que ocorra a formação de maior número de primórdios foliares, obtendo assim maior produção de forragem. Fotoperíodos abaixo do fotoperíodo crítico dos cultivares de sorgo proporcionarão baixo rendimento de forragem pela indução antecipada da diferenciação floral. Isto pode ser constatado no cultivar BR 501, que apresentou menor rendimento em todas as épocas de sementeira, exceto a de novembro (Tabela 3), cujo fotoperíodo esteve acima do nível crítico do cultivar.

À exceção das sementeiras de outubro e maio, o

cultivar BR 601 esteve no grupo de médias de menores rendimentos de matéria seca dentro de cada época de semeadura (Tabela 3). Além desse cultivar e do BR 501, grupos de menores rendimentos foram constatados em outubro (BR 700, AG 2005E e Massa 03), novembro (BR 700, AG 2005E, Massa 03, AG 2501C e BRS 800), dezembro (BR 602, BR 700, Massa 03 e BRS 800), janeiro (BRS 800), março (BR 602 e BRS 800) e abril (BR 602).

Rendimento de proteína bruta

Quando se analisam os efeitos das épocas de semeadura dentro de cada cultivar, pode-se constatar que os maiores rendimentos de proteína bruta foram obtidos nas semeaduras de outubro (Tabela 4). Os cultivares BR 601 e BR 501 apresentaram maiores valores neste mês (1.528 e 1.390 kg ha⁻¹, respectivamente), diferindo-se das demais épocas de semeadura. Os cultivares BR 506 e BR 602 tiveram os maiores rendimentos nas semeaduras de outubro e janeiro, não diferindo entre si (1.802 e 1.447 kg ha⁻¹; 1.527 e 1.268 kg ha⁻¹, respectivamente). Rendimentos superiores, em relação às demais épocas de semeadura e pertencentes ao mesmo grupo de médias, foram obtidos nas semeaduras de outubro, dezembro e janeiro com os cultivares AG 2002 (1.623 a 1.796 kg ha⁻¹) e BR 700, este último também acrescido da semeadura de fevereiro (1.326 a 1.716 kg ha⁻¹). Novamente, grande parte dos maiores rendimentos foi obtida com semeaduras em épocas que coincidiram com fotoperíodos não indutivos à diferenciação floral, proporcionando maior rendimento de matéria seca e, conseqüentemente, de proteína bruta.

Quanto ao rendimento dos cultivares forrageiros, o BR 506 e o BR 601 apresentaram menores valores nas semeaduras de fevereiro, março e maio, além dos cultivares AG 2002 e BR 501 em abril (Tabela 4). Para os cultivares BR 602 e o BR 700, isso foi verificado nas semeaduras de março a maio. Os menores rendimentos de proteína bruta estão associados aos menores valores de matéria seca, que, por sua vez, foram determinados por fotoperíodos indutivos e pelas baixas temperaturas prevalentes no período de desenvolvimento dos cultivares.

Os maiores valores de proteína bruta do AG 2005E foram obtidos nas semeaduras de outubro e dezembro (1.758 e 1.555 kg ha⁻¹, respectivamente) e o menor de

janeiro a maio (863 a 1.308 kg ha⁻¹) (Tabela 4). O cultivar Massa 03 teve os maiores rendimentos nas semeaduras de outubro a fevereiro, acrescido de abril (1.325 a 1.694 kg ha⁻¹). Menores valores com o uso desse cultivar foram obtidos nas semeaduras de março e de maio. A existência de apenas dois grupos distintos de rendimento para os sorgos de duplo propósito comprova a boa estabilidade na produção de proteína bruta em diversas épocas de cultivo, evidenciando novamente que esses cultivares são insensíveis ao fotoperíodo.

Os maiores rendimentos de proteína bruta do AG 2501C e BRS 800 foram também obtidos na semeadura de outubro (2.261 e 2.077 kg ha⁻¹, respectivamente), diferindo da semeadura de dezembro, cujo resultado assemelhou-se aos obtidos nas semeaduras de janeiro e de fevereiro para o AG 2501C (Tabela 4). As semeaduras do cultivar BRS 800 realizadas a partir de janeiro proporcionaram a obtenção de menores rendimentos de proteína bruta (486 a 759 kg ha⁻¹), ocorrendo o mesmo para as semeaduras do cultivar AG 2501C a partir de março (787 a 1.194 kg ha⁻¹). Os menores rendimentos estão associados às elevadas temperaturas registradas nos meses de dezembro a fevereiro (Figura 1), que aceleraram o desenvolvimento das plantas, e ao seu decréscimo acentuado a partir de abril, que retardou o desenvolvimento delas. Os resultados obtidos nas semeaduras de outubro a janeiro são superiores aos obtidos por Pereira (1991), constatando-se variação de 1,08 a 1,34 t ha⁻¹ de proteína bruta.

No ensaio de novembro, analisado isoladamente devido ao seu maior valor de quadrado médio residual, foi constatado apenas um grupo de médias para rendimento de proteína bruta. Em outubro, os maiores valores foram obtidos com os sorgos de corte e pastejo (AG 2501C e BRS 800, 2.261 e 2.077 kg ha⁻¹, respectivamente). À exceção do sorgo AG 2005E semeado em janeiro e AG 2002 semeado em abril, os sorgos de duplo propósito, acrescidos dos sorgos AG 2501C, AG 2002 e BR 700, apresentaram os maiores rendimentos nas semeaduras de dezembro a maio. Juntamente com esses cultivares, o sorgo BR 506 apresentou rendimento semelhante na semeadura de abril (1.114 kg ha⁻¹).

Os maiores rendimentos de proteína bruta foram obtidos com os sorgos BR 602 e BR 700, semeados em novembro (2.366 e 2.010 kg ha⁻¹, respectivamente), e com os sorgos AG 2501C e BRS 800 semeados em outubro

(2.261 e 2.077 kg ha⁻¹, respectivamente) (Tabela 4). Isso é atribuído ao maior rendimento de matéria seca e à maior porcentagem de proteína bruta na forragem desses cultivares. Nas sementeiras de outubro a dezembro, os teores de proteína bruta foram superiores aos obtidos por Chaves (1997) e semelhantes aos de Pereira (1991).

Os menores percentuais de proteína bruta

constatados para o BR 506 demonstram a relação inversa com o rendimento de matéria seca (Silva, 1998), comprovando a limitação protéica da forragem de alguns cultivares de sorgo. Este fato evidencia que o maior rendimento de matéria seca não é sinônimo de boa qualidade de forragem e que a escolha de cultivares não pode ser baseada apenas no rendimento, mas também nos aspectos qualitativos de cada sorgo.

Tabela 4. Valores médios do rendimento de proteína bruta (kg ha⁻¹) obtidos no ensaio de avaliação de cultivares de sorgo forrageiro, duplo propósito e corte e pastejo no ano agrícola 1999/2000, Coimbra (MG).

Cultivares	Ensaio							
	Outubro*	Novembro ¹	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
Forrageiros								
AG 2002	1.623 A b	1.911 a	1.646 A a	1.796 A a	1.020 B a	733 B a	790 B b	959 B a
BR 501	1.390 A b	1.738 a	943 B b	798 B c	221 C c	102 C b	413 C b	211 C b
BR 506	1.802 A b	1.749 a	1.109 B b	1.447 A b	476 C c	467 C b	1.114 B a	558 C b
BR 601	1.528 A b	1.375 a	1.005 B b	819 C c	445 D c	258 D b	697 C b	513 D b
BR 602	1.527 A b	2.366 a	772 B b	1.268 A b	892 B b	348 C b	579 C b	552 C b
BR 700	1.716 A b	2.010 a	1.420 A a	1.659 A a	1.326 A a	662 B a	1.043 B a	960 B a
Duplo Propósito								
AG 2005E	1.758 A b	1.584 a	1.555 A a	1.045 B c	1.308 B a	863 B a	1.136 B a	986 B a
Massa 03	1.694 A b	1.581 a	1.421 A a	1.587 A a	1.532 A a	894 B a	1.325 A a	1.056 B a
Corte e Pastejo								
AG 2501C	2.261 A a	1.919 a	1.532 B a	1.683 B a	1.444 B a	787 C a	988 C a	1.194 C a
BRS 800	2.077 A a	1.592 a	1.085 B b	716 C c	704 C b	486 C b	759 C b	739 C b

* 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.

¹ Ensaio com quadrado médio residual discrepante dos demais

CONCLUSÕES

As variações do fotoperíodo e da temperatura influenciaram o rendimento de forragem dos sorgos forrageiros e a temperatura influenciou apenas os cultivares de duplo propósito e os de corte e pastejo.

O maior rendimento de matéria verde foi obtido com os sorgos BR 506 e AG 2002, sementeiras de outubro a dezembro, e com os sorgos BR 501, BR 601 e BR 602, sementeiras em novembro.

Os maiores rendimento de matéria seca foram obtidos nas sementeiras de outubro com os sorgos BR 506, AG 2501C, AG 2002, BR 602, BRS 800 e BR 601; em novembro com os sorgos BR 602, BR 506, AG 2002 e BR 501, e em dezembro com o AG 2002 e AG 2501C.

Os maiores rendimentos de proteína bruta foram obtidos com os sorgos AG 2501C e BRS 800, sementeiras em outubro, e com os sorgos BR 602 e BR 700 em novembro.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- Alagarswamy G, Reddy DM & Swaminathan G (1998) Durations of the photoperiod-sensitive and insensitive phases of time to panicle initiation in sorghum. *Field Crops Research* 55:1-10.
- Caddel JL & Weibel DE (1971) Effect of photoperiod and temperature on the development of sorghum. *Agronomy Journal* 63:799-803.
- Casela CR, Borgonovi RA, Shaffert RE & Santos FG (1986) Cultivares de sorgo. Informe Agropecuário 144:40-43.
- Chaves AV (1997) Avaliação de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 35 p.
- Craufurd PQ, Qi A, Ellis RH, Summerfield RJ, Roberts EH & Mahalakshmi V (1998) Effect of temperature on time to panicle initiation and leaf appearance in sorghum. *Crop Science* 38:942-947.
- Craufurd PQ & Qi A (2001) Photothermal adaptation of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. *Agricultural and Forest Meteorology* 108:199-211.
- Ferraris R & Charles-Edwards DA (1986) A comparative analysis of the growth of sweet and forage sorghum crops. I. Dry matter production, phenology and morphology. *Australian Journal of Agricultural Research* 37:495-512.
- Gomes FP (1990) Curso de estatística experimental. Piracicaba, Nobel. 466 p.
- Karande BI, Varshneya MC & Naidu TRV (1996) Photoperiodically sensitive time interval for panicle initiation of sorghum. *Indian Journal of Plant Physiology* 1:258-261.
- Machado JR, Nakagawa J, Rosolem CA & Brinholi O (1987) Épocas de semeadura de sorgo sacarino em São Manuel e Botucatu, Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 22:951-958.
- Mokashi DD, Jadhav JD, Shewale MR, Gaikwad CB & Patil JD (1996) Thermal requirement of winter sorghum (*Sorghum bicolor*) under different dates of sowing. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 66:426-428.
- Pereira OG (1991) Produtividade do milho (*Zea mays* L.), do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), da aveia (*Avena sativa*), do milho (*Pennisetum americanum* L.) e do híbrido (*S. bicolor* x *S. sudanense*), e respectivos valores nutritivos sob a forma de silagem e verde picado. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 86 p.
- Rezende PM, Silva AG, Corte E & Botrel EP (2001) Consórcio sorgo-soja. V. Comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. *Ciência Rural* 31:369-374.
- Ribeiro AC, Guimarães PTG & Alvarez V VH (1999) Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. aproximação. Viçosa, Comissão de Fertil. do Solo do Estado de Minas Gerais. 359 p.
- Silva AG (1998) Produção de forragem de cultivares de sorgo e soja, consorciadas na linha, em dois sistemas de corte. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras. 80p.
- Silva AG, Rezende PM, Corte E & Mann EN (2000) Consórcio sorgo-soja. III. Seleção de cultivares de sorgo e soja, consorciadas na linha, visando à produção de forragem. *Ciência e Agrotecnologia* 24:861-868.
- Tomé Júnior JB (1997) Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba, Agropecuária. 247 p.
- Valente JO, Silva JFC & Gomide JA (1984) Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para silagem. 1. Produção e composição do material ensilado e das silagens. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 13: 67-73.