

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.2, p.362-368, abr.-jun., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 1197 – 03/11/2010 \*Aprovado em 13/04/2011

DOI:10.5039/agraria.v6i2a1197

Pedro M. de Rezende<sup>1,3</sup>

Hélio P. de Alcantara<sup>1,4</sup>

Alexandre M. A. dos Passos<sup>2</sup>

Everson R. Carvalho<sup>1,5</sup>

Danielle P. Baliza<sup>1,5</sup>

Guilherme T. M. de Oliveira<sup>1,6</sup>

# Rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em sistema de produção consorciado com soja

## RESUMO

O consórcio de plantas forrageiras visa ao aumento da produtividade e qualidade dos produtos obtidos com maior eficiência de uso dos recursos disponíveis. O objetivo do trabalho foi avaliar o rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em função das épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de corte com a soja consorciada na entrelinha. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras em um Latossolo Distroférico, durante dois anos agrícolas (2006/07 e 2007/08). Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3+5, compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo, híbrido Volumax, (30/10, 15 e 30/11 e 15 e 30/12), três cultivares de soja (Monsoy 8400, Conquista e Luziânia) e três sistemas de corte (1- corte rente ao solo; 2 - 15 cm acima do solo; 3 - 30 cm acima do solo). Os tratamentos adicionais foram constituídos pelo monocultivo do sorgo avaliando-se as cinco épocas de semeadura. Na rebrota do sorgo observaram-se aumentos para massa verde e proteína bruta em função das épocas de semeadura e sistemas de corte. O sistema de corte 3 proporcionou os maiores rendimentos de massa verde (5.516 kg ha<sup>-1</sup>), massa seca (2.395 kg ha<sup>-1</sup>) e proteína bruta (173 kg ha<sup>-1</sup>). O sistema consorciado apresenta maiores rendimentos de massa seca e proteína bruta.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, massa seca, proteína bruta, *Sorghum bicolor*

## Forage yield of sorghum regrowth in a sorghum-soybean intercropping system

## ABSTRACT

The intercropping system of forage plants aims to increase the yield and quality of the product by making the use of the available sources more efficient. This study aimed to evaluate the effects of sorghum sowing dates, soybean cultivars and cutting systems on forage production from the regrowth of an intercropping system using sorghum and soybean crops. The experiment was carried out at the University of Lavras in a typical dystroferic latosol, in two crop years (2006/2007 and 2007/2008). The experiment was conducted in a randomized block design with a 5x3x3+5 factorial scheme, corresponding to five sorghum sowing dates (10/30; 11/15; 11/30; 12/15 and 12/30), using the hybrid "Volumax", three soybean cultivars (Monsoy 8400, Conquista and Luziânia) and three cutting systems (1 - cut at ground level; 2- 15 cm above ground; 3- 30 cm above ground). Additional treatments were composed by the monoculture of sorghum, in which the five sowing dates were analyzed. In the sorghum regrowth, the sowing dates and cutting systems significantly increased the green matter and crude protein levels. Cutting system 3 provided the highest green matter (5,516 kg ha<sup>-1</sup>), dry matter (2,395 kg ha<sup>-1</sup>), and crude protein yields (173 kg ha<sup>-1</sup>). The intercropping system provides the highest dry matter and crude protein yields.

**Key words:** *Glycine max*, dry matter, crude protein, *Sorghum bicolor*

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Campus Universitário, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil. Caixa Postal 37. Fone: (35) 3829-1224. Fax: (35) 3829-1301. E-mail:

pmrezend@dag.ufla.br; hphelioperes@yahoo.com.br; eversonufla@yahoo.com.br; anibaliza@yahoo.com.br; guilhermeteixeira66@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Rondônia. BR 364, km 5,5. Zona Rural, CEP 76815-800, Porto Velho - RO, Brasil. Caixa-Postal: 127. Fone: (69) 3901-2533. Fax: (69) 3222-0409. E-mail: abdao@cpafro.embrapa.br

<sup>3</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

<sup>4</sup> Bolsista de Mestrado do CNPq

<sup>5</sup> Bolsista de Doutorado do CNPq

<sup>6</sup> Bolsista de Iniciação Científica do CNPq

## INTRODUÇÃO

A utilização do sorgo na produção de forragem tem assumido um crescente e importante papel nos últimos anos no Brasil e no mundo, destacando-se como uma espécie resistente a fatores ambientais adversos, tal como o estresse hídrico (Miranda et al., 2010), proporcionando elevadas produções de massa seca por área, bom padrão de fermentação e alto valor nutritivo das silagens produzidas.

Essa gramínea proporciona silagem a baixos custos de produção, com a possibilidade de uso da rebrota da planta, devido à capacidade de conservar ativo seu sistema radicular. Tomich et al. (2004) observaram altas taxas de rebrota, próximas ou superiores a 90%, para 12 híbridos de sorgo avaliados para corte.

A sua silagem constitui um volumoso de bom valor energético, mas deficiente em proteína, necessitando de suplementação com concentrados protéicos (Oliveira, 1989). Portanto, o enriquecimento protéico da silagem por meio da inclusão da soja consiste de uma tecnologia promissora visando à diminuição dos custos da ensilagem.

As condições climáticas, altamente correlacionadas com a escolha correta da época de semeadura, são preponderantes para a produtividade do sorgo. De acordo com Casela et al. (1986), o aproveitamento da rebrota pode ser viável, desde que as condições de temperatura e umidade do solo sejam favoráveis ao seu desenvolvimento, podendo essa atingir até 60% da produção alcançada no primeiro corte.

Os sistemas consorciados são promissores na agricultura moderna visando ao aumento da eficiência de uso dos recursos naturais, mitigação de efeitos deletérios ao meio ambiente e aumento da lucratividade dos produtores (Machado, 2009; Ghosh et al., 2009; Obalum & Obi, 2010). Entretanto, ainda não há recomendações agrônomicas consolidadas de manejo de tais sistemas. Um dos pontos críticos diz respeito ao adequado uso de cultivares de soja, adaptadas ao sistema de consórcio, visto que o consorciamento de culturas apresenta características ecofisiológicas distintas dos monocultivos e requer das cultivares comportamentos diferenciados visando à adequada adaptação ao consórcio (Rezende et al., 2005).

O manejo do corte visando ao aproveitamento da rebrota da planta de sorgo influencia significativamente a produção de massa na rebrota, fazendo-se necessário o estudo das melhores alternativas de manejo para a maximização da produtividade (Santos et al., 2009).

Considerando a importância da produção de forragens de alta qualidade, esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de diferentes sistemas de corte, épocas de semeadura do sorgo e cultivares de soja na produção de forragem produzida a partir da rebrota do sorgo, visando estabelecer estratégias de manejo mais adequadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, a uma altitude

de 918 metros, em solo classificado como Latossolo distroférico típico, de textura argilosa, fase cerrado, cujas características químicas foram: pH em água 5,4 ACM;  $Al^{+++}$  trocável ( $cmol\ dm^{-3}$ ) = 0,1 B;  $Ca^{++}$  ( $cmol\ dm^{-3}$ ) = 2,9 M;  $Mg^{++}$  ( $cmol\ dm^{-3}$ ) = 0,8 M;  $K^+$  ( $mg\ dm^{-3}$ ) = 59 M; P ( $cmol\ dm^{-3}$ ) = 13 A (sendo ACM = acidez média, M = médio, B = baixo, A = alto), seguindo interpretações de Ribeiro et al. (1999).

O índice pluviométrico médio dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08 observado durante a condução do ensaio foi de 1.300 mm bem distribuídos; a temperatura variou de 14-28 °C, sendo considerados normais para a região (Dantas et al., 2007) (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o DBC em esquema fatorial  $5 \times 3 \times 3 + 5$ , com três repetições compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez), três cultivares de soja (Monsoy 8400 de ciclo médio, Conquista de ciclo semitardio e Luziânia de ciclo tardio), e três sistemas de corte realizados no estádio de grãos farináceos do sorgo. Foi utilizado o híbrido de sorgo Volumax. No primeiro sistema as plantas de sorgo foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro e segundo cortes (rebrota) realizados rente ao solo no estádio de grãos farináceos do sorgo. No segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estádio de grãos farináceos do sorgo. No terceiro sistema, o corte das plantas foi realizado da mesma maneira citada anteriormente, porém na altura de 30 cm. Os tratamentos adicionais foram constituídos pelo monocultivo do sorgo avaliando-se as cinco épocas de semeadura.

O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo, sendo o sorgo semeado no

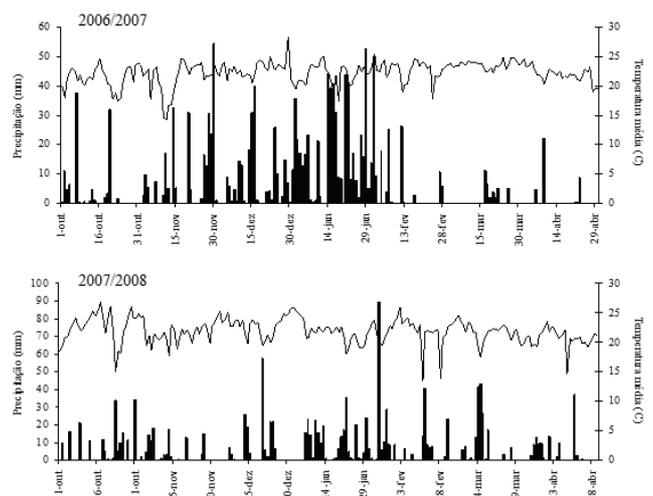


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperaturas diárias no período de outubro de 2006 a abril de 2007 e de setembro de 2007 a abril de 2008, Estação Climatológica de Lavras do Departamento de Engenharia da UFLA.

Figure 1. Incident rainfall and daily temperature in the period from October 2006 to April 2007 and September 2007 to April 2008, Weather Station of Lavras of the Engineering Department of the UFLA.

espaçamento de 80 cm e densidade de 12 plantas por metro, tanto para o consórcio como para o monocultivo (Santos et al., 2009). No monocultivo do sorgo foram realizadas operações convencionais sendo os cortes realizados uma única vez, rente ao solo, obedecendo à época apropriada da cultura (grãos farináceos).

Os experimentos foram instalados nos anos agrícolas de 2006/07 e 2007/08, sendo o preparo do solo do tipo convencional. Quando necessário, fez-se o uso de irrigação suplementar via aspersão aplicando-se lâminas adequadas a fim de garantir a semeadura simultânea e adequada emergência das duas culturas nas cinco épocas pré-estabelecidas. As parcelas de sorgo foram constituídas por três linhas com 10 m de comprimento, sendo considerada como área útil apenas a fileira central. No caso da soja, usou-se uma linha central como área útil com uma densidade de 15 plantas por metro. O desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência, para ambas as espécies, tanto em monocultivo como em consórcio.

Para as duas espécies, as adubações seguiram as recomendações feitas por Ribeiro et al. (1999), utilizando-se para a soja 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aplicados nas linhas de semeadura, e para o sorgo 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O nas linhas de semeadura e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se, como fonte de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, o sulfato de amônio, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente. Antes da semeadura, foi realizada a inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum*, proporcionando 1.200.000 bactérias/semente. Realizou-se capina manual e os demais tratamentos culturais foram realizados conforme a necessidade das culturas. O corte das plantas foi realizado com roçadora costal motorizada e a altura foi determinada com o auxílio de um tripé de madeira com altura de 15 e 30 cm, respectivamente sendo os cortes realizados rente ao tripé.

Após os cortes das rebrotas (segundo corte), foram avaliadas as características descritas a seguir:

**Massa verde:** todas as plantas da parcela útil foram cortadas rente ao solo e pesadas em uma balança com carga máxima de 50 kg e precisão de 50 g. Posteriormente, o peso resultante foi convertido para kg ha<sup>-1</sup>.

**Massa seca:** posteriormente à pesagem de todas as plantas da fileira útil, foram retiradas amostras de 10 plantas por parcela, que foram trituradas, usando picador de forragem, e homogeneizadas. Desse material, foi retirada uma subamostra de 300 g para a determinação da matéria seca, que foi realizada por meio da secagem do material, utilizando-se, para tal, estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até atingir peso constante. Após determinado o valor da massa seca, foi feita a conversão para kg ha<sup>-1</sup>.

**Proteína bruta:** a determinação do rendimento de proteína bruta foi realizada a partir do material retirado para a determinação da massa seca. Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey e peneirado com o auxílio de peneiras de 1,0 mm de bitola, e em seguida guardado em recipientes de vidro. Posteriormente foi determinado o teor de nitrogênio, utilizando-se o aparelho de

destilação a vapor micro-Kjeldahl, e os resultados foram convertidos para kg ha<sup>-1</sup>.

As características citadas acima foram analisadas por meio da soma dos valores encontrados para o sorgo e soja em consórcio. Para efeito de comparação do consórcio versus monocultivo, utilizou-se a rebrota do sorgo, por ser a cultura de maior expressão de produção nesse sistema. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SISVAR® (Ferreira, 2008) e o teste F ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com o esquema de análise de variância adaptada de Yassin et al. (2002). Quando pertinente, devido à significância dos fatores, foram realizadas análises de regressão polinomial e teste de Scott Knott para a comparação das médias. As superfícies de resposta foram obtidas e interpretadas utilizando o pacote estatístico Statistica® 6.0 para ambiente Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, massa seca e proteína bruta da rebrota da cultura do sorgo é apresentado na Tabela 1.

Os rendimentos de massa verde foram influenciados por todos os efeitos, exceto para as cultivares interação época versus cultivares e cultivares versus sistema de corte.

Utilizando-se a metodologia da superfície de resposta, desdobrou-se o efeito das diferentes combinações de épocas

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, massa seca e proteína bruta (kg ha<sup>-1</sup>), para a rebrota do sorgo, obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes na produção de forragem das culturas consorciadas e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08

**Table 1.** Summary of the variance analyses for green mass, dry matter and crude protein yields (kg ha<sup>-1</sup>) of the sorghum regrowth obtained in the experiment sowing dates, soybean cultivars and cutting systems on the forage yield of intercropping and monoculture systems. UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brazil, crop years 2006/07 and 2007/08

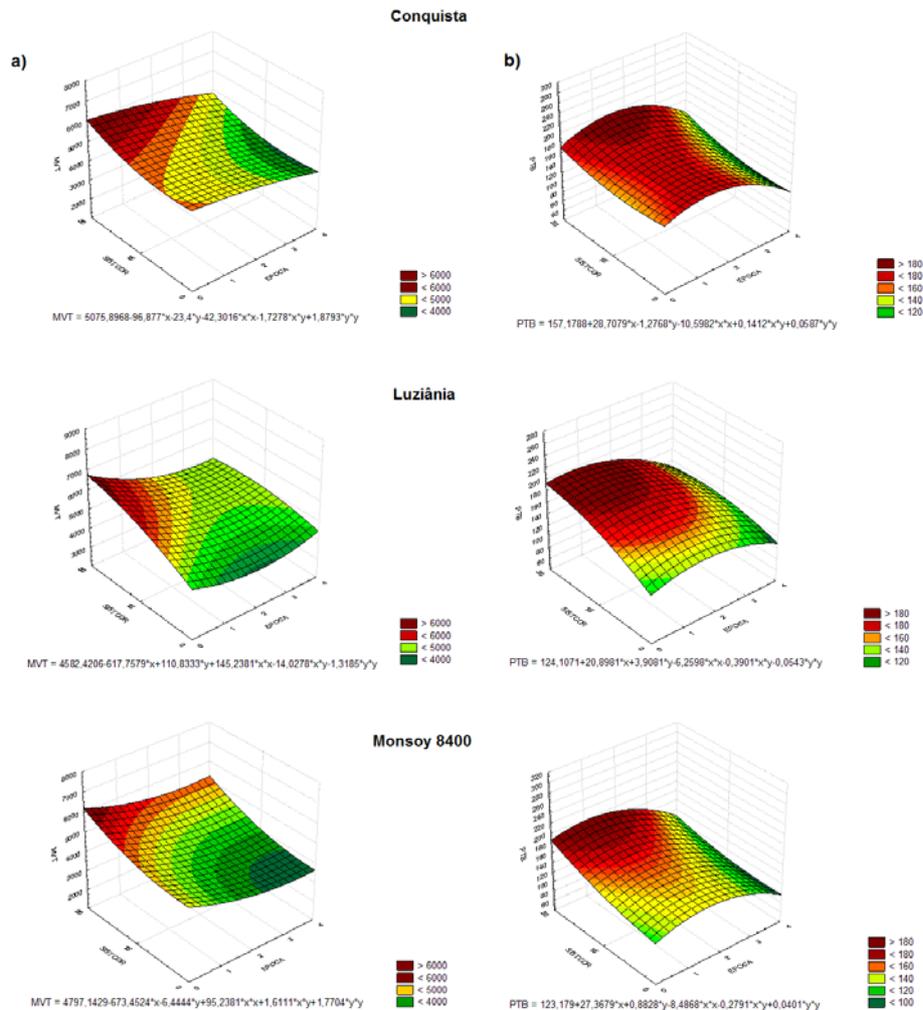
Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		Massa verde	Massa seca	Proteína bruta
Blocos	2	1946721,50*	152778,10	1752,10
(Tratamentos)	49	5298998,35**	881198,97**	5887,26**
Época (E)	4	33046235,46**	5027238,65**	33857,32**
Cultivar (C)	2	1461751,66	255699,94	1504,42
Sist. de corte (S)	2	17377301,66**	3511434,00**	16351,01**
E*C	8	827544,49	193861,76	1767,13*
E*S	8	2239427,82**	313272,72*	2538,70**
C*S	4	1198322,50	294738,51	1555,40
E*C*S	16	2059788,93**	398662,13	3214,18**
Adicionais	4	6282083,33**	872427,23**	4345,18**
Cons. vs Monoc.	1	2373846,00*	431194,17	7858,06**
Resíduo	98	590468,09	146772,09	839,43
CV (%)		16,00	18,39	19,20

\*\* , \* significativo, pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente

com altura de corte (sistemas de corte) para cada cultivar de soja avaliada (Figura 2), observando-se que as épocas de semeadura alteraram significativamente o rendimento de massa verde da rebrota do sorgo, com destaque para as épocas de semeadura iniciais, como a de 30/out, que proporcionou rendimento médio de 6.124 kg ha<sup>-1</sup>. Os rendimentos decrescentes de massa verde da cultura do sorgo em função do atraso da época de semeadura indicam que esta característica encontra-se intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da cultura (Figura 2). Como observado por Von Pinho et al. (2007), trabalhando com épocas de semeadura em milho e sorgo, as melhores épocas de semeadura visando ao aumento da produtividade e qualidade de forragem foram as iniciais. Os rendimentos obtidos na rebrota nas épocas iniciais de semeadura foram expressivos e demonstram alto potencial de utilização da cultura para pequenos agricultores visando à obtenção de forragem de qualidade utilizando a rebrota, minimizando os custos de implantação da lavoura.

Os decréscimos devidos ao atraso da semeadura foram mais proeminentes nas cultivares Conquista e Monsoy 8400, tendo, entre essas, a cultivar Luziânia apresentado maior estabilidade, com produtividade máxima de massa verde de 5.000 kg ha<sup>-1</sup> na maior parte da superfície resposta e um máximo de 4.000 kg ha<sup>-1</sup> no sistema de corte 1. Tal fato demonstra um comportamento diferenciado das cultivares nas épocas de semeadura combinadas com os sistemas de corte avaliados para a característica, evidenciando-se a importância da escolha de cultivares adequadas em função da época de semeadura e de acordo com o comportamento diferenciado das cultivares ao fotoperiodismo, em consequência da época de semeadura (Fietz & Rangel, 2008). Neste sentido, recomenda-se a utilização de cultivares de ciclo tardio, quando as semeaduras forem em épocas mais avançadas, visando mitigar os efeitos do fotoperiodismo sobre a produção de matéria verde da cultura (Silva et al., 2005).

Os maiores rendimentos observados ocorreram, em todas as cultivares de soja, na combinação entre o sistema 3 (corte



**Figura 2.** Superfícies resposta para o efeito nas produtividades de massa verde (a) e proteína bruta (b) dos sistemas de cortes (1=0cm, 2=15cm e 3=30cm) e épocas de semeadura (0= 30/10, 1=15/11, 2=30/11, 3=15/12 e 4= 30/12) nas cultivares de soja (Conquista, Luziânia e Monsoy 8400) obtidas no experimento consórcio do sorgo com soja, Lavras, 2007 e 2008

**Figure 2.** Response surfaces for the effect of cutting systems (1 = 0 cm, 2 = 15cm and 3 = 30cm) and sowing dates (0= 10/30, 1= 11/15, 2= 11/30, 3= 12/15 e 4= 12/30) on the green mass (a) and protein (b) yields obtained in the experiment of soybean- sorghum intercropping, using the soybean cultivars (Conquista, Luziânia and Monsoy 8400) Lavras, 2007 and 2008

a 30 cm do colo da planta) com as épocas iniciais de semeadura. Os maiores incrementos observados no sistema de corte 3, ocorreram para as cultivares Conquista e Monsoy 8400. Os sistemas de corte alteraram significativamente o rendimento de massa verde da rebrota, podendo se observar que o sistema 3, com rendimento médio de 5.516 kg ha<sup>-1</sup>, apresentou o melhor desempenho, superando em 16,7% (788 kg ha<sup>-1</sup>) e 28,6% (1.227 kg ha<sup>-1</sup>) o rendimento dos sistemas 1 e 2, respectivamente (Figura 2).

O menor rendimento de massa verde do sistema de corte 1 pode ser explicado em função da altura de corte, pois foi realizada a 0 cm do solo, proporcionando menor área fotossintetizante e reservas acumuladas para a rebrota, em comparação ao sistema 3 que apresentou maior rendimento e foi cortado à altura de 30 cm. Resultados concordantes a estes foram observados por Santos et al. (2009), estudando a ação de sistemas de corte na cultura de sorgo consorciado com soja, que verificaram que a altura de 15 cm do solo foi a que proporcionou o melhor rendimento. Por sua vez, Corte et al. (2003) trabalhando com diferentes sistemas de cortes, em sistema consorciado similar, encontraram os melhores resultados quando o corte foi realizado a 30 cm do solo. Esses resultados demonstram que o conhecimento da época de semeadura adequada e a altura do sistema de corte para o consórcio sorgo-soja é importante, pois as reduções no rendimento forrageiro foram significativas (2.683 a 0 cm e 8.125 kg ha<sup>-1</sup> a 30 cm).

Comparando-se as produtividades de massa verde provenientes do sistema consorciado (4.844 kg ha<sup>-1</sup>) com o monocultivo (4.425 kg ha<sup>-1</sup>), observa-se um aumento significativo na ordem de 9,5% (419 kg ha<sup>-1</sup>) entre os dois

sistemas (teste de F, a 5% de probabilidade), demonstrando a alta capacidade produtiva do sistema consorciado frente ao monocultivo para a produção de massa verde. Outros autores também encontraram vantagem com a utilização do sistema consorciado quando comparado ao monocultivo (Corte et al., 2003; Rezende et al., 2004; Ghosh et al., 2009). O consórcio de plantas geralmente é capaz de aumentar a produtividade do agroecossistema através da maior eficiência de uso dos recursos disponíveis, tais como a radiação fotossintética ativa (Gao et al., 2010) e água (Machado, 2009), representando alta vantagem sobre o monocultivo, principalmente para os pequenos produtores rurais.

Por meio da análise de variância para o rendimento de massa seca da rebrota do sorgo detectou-se efeito significativo ( $P \leq 0,01$ ) para a época de semeadura, sistemas de corte e para a interação entre esses fatores (Tabela 2).

Avaliando-se o efeito do fator época de semeadura (Tabela 2) constatou-se destaque para a época 30/out com rendimento médio de 2.644 kg ha<sup>-1</sup> que superou as demais épocas de semeadura, possivelmente devido ao mais adequado período de crescimento vegetativo das plantas proporcionado por esta data de semeadura quanto à disponibilidade de água, temperatura e radiação na cultura do sorgo (fotoperiodismo) (Silva et al., 2005; Dan et al., 2010). O rendimento médio de massa seca da rebrota do sorgo apresentou a mesma tendência observada para massa verde.

Quanto ao rendimento médio dos três sistemas de corte avaliados (Tabela 2), é importante ressaltar que o rendimento do sistema de corte 3 (2.395 kg ha<sup>-1</sup>) superou em 15,7% (325 kg ha<sup>-1</sup>) e 30,3% (557 kg ha<sup>-1</sup>) os sistemas 2 e 1, respectivamente. As variações nos rendimentos de massa

**Tabela 2.** Rendimentos de massa seca (kg ha<sup>-1</sup>) na rebrota do sorgo obtidos no ensaio efeito de épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média anos agrícolas 2006/07 e 2007/08\*

**Table 2.** Yields of dry matter (kg ha<sup>-1</sup>, on the regrowth of sorghum obtained in the experiment sowing dates, cultivars of soybean and cutting systems. UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brazil, average crop years 2006/07 and 2007/08\*

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	2.698	1.815	2.024	2.557	1.678
Monsoy	2.496	1.760	2.164	2.055	1.600
Conquista	2.740	1.738	2.223	2.496	1.475
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas
30/out		2.230 A	2.584 A	3.119 A	2.644 A
15/nov		1.603 B	1.848 B	1.862 C	1.771 D
30/nov		2.076 A	1.844 B	2.491 B	2.137 C
15/dez		2.075 A	2.470 A	2.564 B	2.369 B
30/dez		1.209 C	1.606 B	1.938 C	1.584 D
Médias dos sistemas		1.838 c	2.070 b	2.395 a	Média cultivares
Luziânia		1.812	2.294	2.357	2.154
Monsoy		1.751	1.874	2.420	2.015
Conquista		1.952	2.043	2.407	2.134
Rebrota do consórcio				2.101 A	
Rebrota do monocultivo				1.922 A	

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade

seca da cultura do sorgo em função dos sistemas de corte estudados seguem o mesmo comportamento verificado para o rendimento de massa verde com os cortes a 30 cm, isto é, os sistemas 2 e 3 proporcionaram maior área foliar fotossintética e reservas para rebrota.

Em relação à interação época x sistema, avaliando-se o efeito do fator época dentro de cada sistema de corte, verifica-se que, independentemente do corte utilizado, as épocas de semeaduras realizadas mais próximas ao início das chuvas e durante a época das chuvas, apresentaram os maiores rendimentos de massa seca. Nos sistemas 1 e 2, as épocas de maior destaque foram 30/out e 15/dez, enquanto que para o sistema 3 a maior produtividade ocorreu com a semeadura em 30/out com rendimento observado de 3.119 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Resultados similares foram observados por Casela et al. (1986) relatando que o aproveitamento da rebrota pode ser viável, desde que as condições de temperatura e umidade do solo antes e após o corte sejam satisfatórias para o desenvolvimento vegetativo.

O contraste aplicado entre o sistema consorciado e o monocultivo mostra que não houve diferença significativa na produtividade dos dois sistemas, apesar do maior rendimento ter ocorrido no consórcio, diferente do ocorrido para a massa verde, em que a produtividade do consórcio superou significativamente o monocultivo, indicando que a presença da soja na entrelinha não alterou negativamente o rendimento de massa seca da rebrota do sorgo. Resultados que expressam essa vantagem foram obtidos também por outros pesquisadores em trabalhos estudando a rebrota do sorgo em consórcio com a soja (Rezende et al., 2005).

Para o rendimento de proteína bruta, de acordo com o resumo da análise de variância apresentado na Tabela 1, observou-se efeito significativo da interação tripla entre os fatores. Utilizando-se a metodologia da superfície de resposta, desdobrou-se o efeito das diferentes combinações de épocas com altura de corte (sistemas de corte) para cada cultivar de soja avaliada (Figura 2). Observou-se que as épocas de semeadura alteraram significativamente o rendimento de proteína bruta da rebrota do sorgo, podendo-se observar que as épocas de maiores destaques foram iniciais, que expressaram as maiores produtividade principalmente combinadas à utilização do sistema de corte 1 (30 cm do colo da planta). Estes resultados mostram-se diferentes dos verificados por Santos et al. (2009) que estudaram o efeito dos sistemas de corte nessa característica e constataram inferioridade do sistema 3 sobre os demais.

Para o fator sistema de corte foi observado que o rendimento de proteína bruta do sistema de corte 3 (173 kg ha<sup>-1</sup>) foi superior ao dos sistemas 1 (151 kg ha<sup>-1</sup>) e 2 (135 kg ha<sup>-1</sup>), com decréscimos de 12,7 % (22 kg ha<sup>-1</sup>) e 22,0 % (38 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Esses resultados eram esperados, pois como foi observado efeito semelhante na massa seca e sendo o rendimento de proteína calculado com base nessa característica, este aumento deveria ocorrer por consequência.

Para o sistema de corte 3, as melhores épocas foram as

iniciais, entretanto, para o sistema 2 e 1, observou-se uma tendência de maiores produtividades de proteína nas datas iniciais e intermediárias (15/11, 30/11 e 15/12). O rendimento de proteína na forragem obtido nas épocas de semeadura intermediárias é mais explícito na cultivar Conquista, que apresentou maior estabilidade de resposta para esta característica em relação às demais cultivares, concordando com trabalhos desenvolvidos por Nascimento et al. (2010) que observaram esta cultivar é altamente estável na produção de proteína, principalmente em ambientes adversos, como as épocas tardias de semeadura. A cultivar Luziânia apresentou as menores produtividades quando se utilizou o sistema de corte 1 em plantas semeadas nas épocas intermediárias. Foram observadas menores produtividades na época mais tardia, independentemente do sistema de corte utilizado e da cultivar de soja avaliada, fato este que pode ter advindo do efeito do fotoperiodismo sobre as cultivares de soja que, se semeadas mais tardiamente, acabam por vegetar menos, afetando seu desenvolvimento fisiológico e diminuindo seu crescimento e produtividade de fotoassimilados, demonstrando a importância da escolha correta das cultivares de soja em diferentes condições ambientais (Fietz & Rangel, 2008).

Comparando-se os rendimentos de proteína bruta do sistema consorciado (153 kg ha<sup>-1</sup>) com o monocultivo (129 kg ha<sup>-1</sup>), observou-se aumento de 18,6 % (24 kg ha<sup>-1</sup>) entre os dois sistemas (teste de F, a 5 % de probabilidade). Esta diferença pode ser atribuída ao aporte suplementar de nitrogênio proporcionado pelo cultivo da soja que, por meio da fixação biológica, aumenta a disponibilidade do elemento no agroecossistema (Ghosh et al., 2009).

De maneira geral, os valores de rendimento de proteína bruta observados neste trabalho para a cultura do sorgo, isoladamente, são considerados baixos para suprir a necessidade de bovinos de leite de alta produtividade, necessitando de complementação com outras fontes. Mesmo assim, estes resultados mostram a importância do consórcio com leguminosas, principalmente na adição de proteína à forragem de gramíneas, melhorando seu valor nutritivo aliado à diminuição de custos e aumento da sustentabilidade do sistema produtivo (Oliveira, 1989; Sood & Sharma, 1992; Silva et al., 2000; Silva et al., 2003; Silva et al., 2004; Obalum & Obi, 2010; Alcantara et al., 2011).

## CONCLUSÕES

Todas as características avaliadas foram influenciadas pela época de semeadura e sistemas de cortes. A semeadura realizada em 30/out e o sistema de corte na altura de 30 cm propiciaram maior rendimento forrageiro na rebrota do sorgo.

As cultivares de soja proporcionam contribuição no rendimento de proteína bruta da forragem.

A produção de forragem da rebrota do sorgo é influenciada pelo sistema de cultivo, com destaque positivo para o sistema consorciado.

## LITERATURA CITADA

- Alcantara, H.P.; Rezende, P.M.; Carvalho, E.R.; Passos, A.M.A.; Botrel, E.P. Consórcio sorgo-soja. XVI. Cortes, épocas de semeadura e cultivares de soja na produção de forragem. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.1, p.116-124, 2011. [Crossref](#)
- Casela, C.R.; Borgonovi, R.A.; Schaffert, R.E.; Santos, F.G. Cultivares de sorgo. *Informe Agropecuário*, v.12, n.144, p.40-43, 1986.
- Corte, E.; Rezende P.M. de; Andrade L.A. de B.; Von Pinho R.G., Gomes L.L. Consórcio sorgo-soja. VII Sistemas de corte no rendimento forrageiro das culturas consorciadas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.3, p.681-688, 2003. [Crossref](#)
- Dan, H.A.; Carrijo, M.S.; Carneiro, D.F.; Costa, K.A.P.; Silva, A.G. Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.32, n.4, p.675-679, 2010. [Crossref](#)
- Dantas, A.A.A.; Carvalho, L.G.; Ferreira, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n.6, p.1862-1866, 2007. [Crossref](#)
- Ferreira, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, n.1, p.36-41, 2008.
- Fietz, C.R.; Rangel, M.A.S. Soybean sowing time for the region of Dourados, MS, Brazil based on water deficit and photoperiod. *Engenharia Agrícola*, v.28, n.4, p.666-672, 2008.
- Gao, Y.; Duan, A.; Qiu, X.; Sun, J.; Zhang, J.; Liu, H.; Wang, H. Distribution and use efficiency of photosynthetically active radiation in strip intercropping of maize and soybean. *Agronomy Journal*, v.102, n.4, p.1149-1157, 2010. [Crossref](#)
- Ghosh, P.K.; Tripathia, A.K.; Bandyopadhyay, K.K.; Mannaa, M.C. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. *European Journal of Agronomy*, v.31, n.1, p.43-50, 2009. [Crossref](#)
- Machado, S. Does intercropping have a role in modern agriculture? *Journal of Soil and Water Conservation*, v.64, n.2, p.55-57, 2009. [Crossref](#)
- Miranda, N.O. de; Goés, G.B. de; Andrade Neto, R.C.; Lima, A.S. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.2, p.202-206, 2010. [Crossref](#)
- Nascimento, M.; Finoto, E.L.; Sedyama, T.; Cruz, C.D. Adaptability and stability of soybean in terms of oil and protein content. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.10, n.1, p.48-54, 2010.
- Obalum, S.E.; Obi, M.E. Physical properties of a sandy loam Ultisol as affected by tillage-mulch management practices and cropping systems. *Soil and Tillage Research*, v.108, n.1, p.30-36, 2010. [Crossref](#)
- Oliveira, J.M. de. Rendimento, qualidade da forragem e valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), forrageiro, e granífero consorciado com soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 57p. Tese Doutorado.
- Rezende, P.M.; Silva, A.G. da; Botrel, E.P.; Gomes, L.L.; Gris, C.F. Consórcio Sorgo-Soja. VIII. Sistemas de corte, cultivares de soja e híbridos de sorgo no rendimento de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo de sorgo. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.10, n.4, p.475-481, 2004.
- Rezende, P.M.; Silva, A.G.; Gris, C.F. Consórcio Sorgo-Soja. XII. Produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha em dois sistemas de corte. *Revista Ceres*, v.52, n. 299, p.59-71, 2005.
- Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.G.; Vicente, V.H.A. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Lavras, 1999.359p.
- Santos, J.P.; Rezende, P.M.; Botrel, E.P.; Passos, A.M.A.; Carvalho, E.A.; Carvalho, E.R. Consórcio Sorgo-Soja XIII: Efeito de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.2, p.397-404, 2009. [Crossref](#)
- Silva A.G. de; Rezende P.M.; Andrade L.A.B. de; Evangelista A.R. Consórcio Sorgo-Soja. I. Rendimento de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo, consorciadas na linha, em dois sistemas de corte. *Ciência Rural*, v.30, n.6, p.933-939, 2000. [Crossref](#)
- Silva, A.G.; Rezende, P.M.; Andrade, L.A. de B.; Evangelista, A.R. Consórcio Sorgo-Soja. XI. Rendimento de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo, consorciadas na linha, em diferentes cortes. *Revista Ensaio e Ciência*, v.8, n.2, p.125-138, 2004.
- Silva, A.G.; Rezende, P.M.; Gris, C.F.; Gomes, L.L.; Botrel, E.P. Consórcio Sorgo-Soja. IX. Influência de sistemas de cortes, no rendimento de forragem de sorgo e soja consorciados na linha e do sorgo em monocultivo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.2, p.451-461, 2003. [Crossref](#)
- Silva, A.G. ; Rocha, V.S. ; Huaman, C.A.M. ; Portugal, A.F.; Teixeira, I.R. Estádios de crescimento do sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. *Revista Ceres*, v.52, n.304, p.903-920, 2005.
- Sood, B.R.; Sharma, V.K. Effect of nitrogen level on the yield and quality of forage shoghum (*Sorghum bicolor*) intercropped with legumes. *Indian Journal of Agronomy*, v.37, n.4, p.642-644, 1992.
- Tomich, T.R.; Rodrigues, J.A.S.; Tomich, R.G.P.; Gonçalves, L.C.; Borges, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.2, p.258-263, 2004. [Crossref](#)
- Von Pinho, R. ; Vasconcelos, R.C. de; Resende, A.V. de; Borges, I.D. Influência da época de semeadura na produtividade e qualidade das silagens de milho e sorgo. *Bragantia*, v.66, n.2, p.235-246, 2007. [Crossref](#)
- Yassin, N.; Morais, A.R. de; Muniz, J.A. Análise de variância em um experimento fatorial de dois fatores com tratamentos adicionais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.26, edição especial, p.1541-1547, 2002.