



**CONSÓRCIO SORGO-SOJA. EFEITO DE
ÉPOCAS DE SEMEADURA DO SORGO,
CULTIVARES DE SOJA E DE SISTEMAS DE
CORTES NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM
DAS CULTURAS CONSORCIADAS NA
ENTRELINHA E EM MONOCULTIVO**

HELIO PERES DE ALCANTARA

2010

HELIO PERES DE ALCANTARA

**CONSÓRCIO SORGO-SOJA. EFEITO DE ÉPOCAS DE
SEMEADURA DO SORGO, CULTIVARES DE SOJA E DE SISTEMAS
DE CORTES NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM DAS CULTURAS
CONSORCIADAS NA ENTRELINHA E EM MONOCULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Alcantara, Helio Peres de.

Consórcio sorgo-soja. Efeito de épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e de sistemas de cortes na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo / Helio Peres de Alcantara. – Lavras : UFLA, 2010.

171 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Pedro Milanez de Rezende.

Bibliografia.

1. Composição bromatológica. 2. Rendimento forrageiro. 3. Consorciação. 4. Culturas consorciadas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD –631.58

HELIO PERES DE ALCANTARA

**CONSÓRCIO SORGO-SOJA. EFEITO DE ÉPOCAS DE
SEMEADURA DO SORGO, CULTIVARES DE SOJA E DE SISTEMAS
DE CORTES NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM DAS CULTURAS
CONSORCIADAS NA ENTRELINHA E EM MONOCULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2009

Prof. Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade

UFLA

Pesq. Dr. Moizés Souza Reis

EPAMIG


Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Jesus Cristo, pela suprema bondade, concedendo-me a graça de estar onde estou e que estão presentes em todos os momentos de minha vida, fazendo com que todas as dificuldades sejam superadas com entusiasmo e coragem.

A Bruna Borges Brito, pelo amor, pelo apoio, pela compreensão e força em um dos momentos mais difíceis que eu passei em minha vida. E principalmente por me devolver a razão de lutar pela vida. A Miyuki Sueli Sugawara, pela amizade e companheirismo durante a minha vida acadêmica. Esse alguém que me deu forças para obter o título de Engenheiro Agrônomo e a ingressar na minha pós.

As minhas irmãs, Daniele Peres de Alcântara e Kelen Alcântara, pelo amor, compreensão e esperança. E pelo apoio nos momentos mais difíceis da minha jornada. Aos meus pais, **Hélio Abílio de Alcântara** e **Arlete Peres Farias**, que são para mim o exemplo maior de dignidade e união, que não mediram esforços para me apoiar ao longo de toda minha caminhada e, mais que isso, sempre acreditaram no meu potencial. A esses, com todo orgulho e amor,

Ao CNPq pelo auxílio financeiro, na concessão da bolsa de mestrado, por meio do Programa Universal de apoio aos alunos de pós-graduação.

Ao professor Pedro Milanez de Rezende, pela orientação, incentivo e amizade durante todo esse período de convivência. À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade.

Aos amigos e colegas de curso, Fabrício Rabelo, Alexandre, Everson, Pedro e Rodrigo, pela amizade e bons momentos de convívio.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para o cumprimento desta importante etapa da minha vida.

BIOGRAFIA DO AUTOR

HELIO PERES DE ALCANTARA, filho de Hélio Abílio de Alcântara e Arlete Peres Farias, nasceu em São Paulo, SP, aos 8 dias do mês de setembro de 1984.

Em 2004, ingressou no curso de graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras. Durante sua vida acadêmica, participou de vários projetos de pesquisa e extensão pelos Departamentos de Zootecnia, Fitopatologia e Agricultura.

Em 2007, concluiu o curso de graduação e, em 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na mesma Universidade, obtendo o título de mestre com a defesa da presente dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução	2
2 Revisão de Literatura.....	4
2.1 Teor de matéria seca na planta.....	4
2.2 Teor de proteína bruta na planta e silagem	5
2.3 Valor nutritivo da soja	6
2.4 Capacidade de rebrota da planta de soja e sorgo	7
2.5 Época de semeadura.....	11
2.6 Efeito da luz nos cultivos consorciados	12
2.6.1 Modificações físicas	13
2.6.2 Modificações morfológicas.....	15
3 Referências Bibliográficas.....	17
CAPÍTULO 2: Consórcio sorgo-soja. épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de cortes no desempenho forrageiro do sorgo	22
1 Resumo	23
2 Abstract.....	24
3 Introdução	25
4 Material e Métodos	27
4.1 Localização e caracterização climática da região	27
4.2 Tratamentos e delineamento experimental	31
4.3 Instalação e Condução dos Experimentos.....	31
4.4 Características avaliadas	34
4.4.1 Rendimento de massa verde	34
4.4.2 Rendimento de matéria seca	34
4.4.3 Rendimento de proteína bruta.....	35

4.5 Análise estatística	35
5 Resultados e Discussão	37
5.1 Rendimento de massa verde	37
5.2 Rendimento de matéria seca	40
5.3 Rendimento de proteína bruta.....	43
6 Conclusões	48
7 Referências Bibliográficas	49
CAPÍTULO 3: Consórcio sorgo-soja. épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de cortes da planta no desempenho forrageiro da soja.....	
1 Resumo	53
2 Abstract.....	54
3 Introdução	55
4 Material e Métodos	56
4.1 Localização e caracterização climática da região	59
4.2 Tratamentos e delineamento experimental	59
4.3 Instalação e condução dos experimentos	60
4.4 Características avaliadas	61
4.4.1 Rendimento de massa verde	61
4.4.2 Rendimento de matéria seca	61
4.4.3 Rendimento de proteína bruta.....	62
4.5 Análise estatística	62
5 Resultados e Discussão.....	64
5.1 Rendimento de massa verde	64
5.2 Rendimento de matéria seca	67
5.3 Rendimento de proteína bruta.....	71
6 Conclusões	74
7 Referencias Bibliográficas	75

CAPÍTULO 4: Consórcio sorgo-soja. épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de cortes na produção de forragem das culturas consorciadas.....	80
1 Resumo	81
2 Abstract.....	82
3 Introdução	83
4 Material e Métodos	86
4.1 Localização e caracterização climática da região	86
4.2 Tratamentos e delineamento experimental	86
4.3 Instalação e condução dos experimentos	87
4.4 Características avaliadas	88
4.4.1 Rendimento de massa verde	88
4.4.2 Rendimento de matéria seca	88
4.4.3 Rendimento de proteína bruta.....	89
4.5 Análise estatística	89
5 Resultados e Discussão.....	90
5.1. Rendimento de massa verde	90
5.2 Rendimento de matéria seca	93
5.3 Rendimento de proteína bruta.....	97
6 Conclusões.....	102
7 Referencias Bibliográficas.....	103
CAPÍTULO 5: Consórcio sorgo-soja. épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de cortes na composição da forragem das culturas consorciadas	108
1 Resumo	109
2 Abstract.....	110
3 Introdução	111
4 Material e Métodos	113

4.1	Localização e caracterização climática da região	113
4.2	Tratamentos e delineamento experimental	113
4.3	Instalação e condução dos experimentos	114
4.4	Características avaliadas	115
4.5	Análise estatística	116
5.	Resultados e Discussão	117
5.1.	Acúmulo de fósforo e cálcio	117
5.2.	Acúmulo de potássio, magnésio e enxofre	125
6	Conclusões	136
7	Referencias Bibliográficas	137
CAPÍTULO 6: Consórcio sorgo-soja. épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de cortes na produção de forragem da rebrota do sorgo		
		142
1	Resumo	143
2	Abstract	144
3	Introdução	145
4	Material e Métodos	147
4.1	Localização e caracterização climática da região	147
4.2	Tratamentos e delineamento experimental	147
4.3	Instalação e condução dos experimentos	148
4.4	Características avaliadas	149
4.4.1	Rendimento de massa verde	150
4.4.2	Rendimento de matéria seca	150
4.4.3	Rendimento de proteína bruta	150
4.5	Análise estatística	151
5	Resultados e Discussão	152
5.1	Rendimento de massa verde	152
5.2	Rendimento de matéria seca	156

5.3. Rendimento de proteína bruta.....	158
6 Conclusões	162
7 Referencias Bibliográficas.....	163
ANEXOS	166

RESUMO

ALCANTARA, Helio Peres. **Consórcio sorgo-soja. Efeito de épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e de sistemas de cortes na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo.** 2010. 171 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

Com o objetivo de avaliar época de semeadura do sorgo, sistemas de corte e diferentes cultivares de soja semeada nas entrelinhas do sorgo, no rendimento e na qualidade de forragem, foram conduzidos dois experimentos, nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08, no campus da UFLA, em Latossolo Distroférico típico. O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3x3, com três repetições, compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo forrageiro híbrido Volumax (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez); três cultivares de soja, Monsoy 8400 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado rente ao solo e o segundo, após a rebrota das plantas, também rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo e terceiro sistema, as plantas também foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm e 30 cm do colo das plantas, respectivamente, e o segundo corte, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo. Adicionalmente, foram conduzidos dois outros ensaios contíguos, em blocos casualizados, com três repetições, um para o monocultivo da soja 5 x 3 (cinco épocas de semeadura e 3 cultivares de soja) e sorgo também semeado nas mesmas cinco épocas do consórcio. Para o consórcio, as épocas de semeadura alteraram os rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta e composição mineral (P, K, Ca, Mg e S) com rendimentos decrescentes à medida que se atrasava a semeadura. As cultivares de soja não proporcionaram redução no rendimento de forragem do sorgo e aumentaram o rendimento de proteína e acúmulo de nutrientes. A utilização do sistema de corte rente ao solo foi a que mais contribuiu para aumento da forragem. O sistema consorciado proporcionou incrementos no rendimento de massa verde, matéria seca, proteína bruta e acúmulo dos minerais, quando comparado ao monocultivo de sorgo.

Palavras-chave: Cultivares, composição bromatológica e rendimento forrageiro.

Comitê Orientador: Pedro Milanez de Rezende - UFLA (Orientador), Antonio Ricardo Evangelista - UFLA e Messias José de Bastos Andrade - UFLA.

ABSTRACT

ALCANTARA, Helio Peres. **Sorghum-soybean intercropping. Effect of sowing dates of sorghum, soybean cultivars and cutting systems in the production of forage of the intercropped crops between rows and as a monoculture.** 2010. 171 p. Dissertation (Master in Agronomy/Phytotechny) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

With the objective of evaluate the effects of the sowing dates of sorghum, the cutting systems and different soybean cultivars planted in between rows of sorghum, in the yield and forage quality, two experiments were conducted in the agricultural years of 2006/07 and 2007/08, on the campus of UFLA in a Typic Distroferric latosol. The experimental design for the consortium was a randomized 5x3x3 factorial scheme with three repetitions consisting of five sowing dates of a hybrid forage sorghum, Volumax (Oct/30, Nov/15 and 30 and Dec/15 and 30); and three Soybeans cultivars, Monsoy 8400 (medium cycle), Conquista (medium late cycle) and Luziânia (long cycle), and three cutting systems. In the first system, the sorghum and soybeans plants were cut twice; the first cut was made near the soil surface and the second after the resprouting of plants, also close to the ground level, both at the starch stage of the sorghum grain. In the second and third system, the plants were also cut off twice, being realized the first cutting at a height of 15 cm and 30 cm from the ground level of the plants, respectively, and the second cut after the resprouting of the sorghum, at ground level, both at the starch stage of the sorghum grain. The cropping system employed was the intercropping of soybean in between the rows of sorghum. In addition were conducted two other contiguous experiments, with a randomized block's design with three repetitions, one for the monoculture of soy 5 x 3 (five sowing dates and 3 soybean cultivars) and the sorghum also sown in the same five periods of the intercropping. For the intercropping, the seeding dates altered the fresh matter, dry matter, and crude protein yield and also mineral composition (P, K, Ca, Mg and S) with diminishing returns as the sowing was done on later periods. The soybean cultivars did not provide a reduction in forage yield of sorghum and increased the yield of protein and nutrients accumulation. The use of the cutting system at ground level was the largest contributor to the increased forage. The intercropping system provided increases in fresh matter, dry matter, and crude protein yields and accumulation of minerals, when compared to the monoculture of sorghum.

Keywords: Cultivars, chemical composition, forage yield.

Guidance Committee: Pedro Milanez de Rezende - UFLA (Major Professor), Antonio Ricardo Evangelista- UFLA and Messias José de Bastos Andrade- UFLA

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de duas ou mais culturas numa mesma área, apesar de ser uma prática bem antiga no Brasil, somente recentemente tem sido alvo do interesse de pesquisadores. Um caso particular nessa situação é o consórcio entre gramínea e leguminosa para produção de forragem, em regiões onde há intensa atividade de pecuária, como é o caso do sul de Minas Gerais (Carvalho, 1993; Rezende, 1995).

A eficiência desse sistema de cultivo está na dependência direta das culturas envolvidas, havendo a necessidade de uma complementação entre ambas para que o consórcio seja apontado como uma prática mais vantajosa em relação ao monocultivo. Nesse contexto, várias opções se apresentam, com destaque especial para o sistema milho e soja, que tem se apresentado como um dos mais importantes, principalmente na região sul de Minas Gerais. Por outro lado, a crescente procura de milho para alimentação humana e animal, aliada às produções limitadas em determinados anos, tem levado os pesquisadores a procurarem formas alternativas para a alimentação de ruminantes.

Dentre as diversas espécies de plantas forrageiras cultivadas pelo homem, a cultura do sorgo se apresenta como promissora na obtenção de silagens, pois, além da inexistência de competição com produtos destinados ao consumo humano, suas características nutritivas e o cultivo são muito semelhantes aos do milho.

O sorgo apresenta também a vantagem de apresentar menor custo de produção, pois possibilita a realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura, no uso de sementes e, ainda, pela possibilidade de uso mais intensivo da terra (Rezende et al., 2005).

A forma mais usual de sua utilização na alimentação bovina é via silagem, pois constitui um volumoso de bom valor energético, mas deficiente em

proteína, necessitando, portanto, de suplementação, utilizando concentrados proteicos o que tem refletido de maneira negativa nos custos de produção (Corte, 2001). Uma das alternativas que o pecuarista pode utilizar para melhorar o valor nutritivo do alimento fornecido na época de escassez e diminuir os custos da suplementação proteica é a utilização de alimentos proteicos produzidos na propriedade. Nesse aspecto, o uso da soja ensilada, juntamente com gramíneas, tem se destacado, não havendo diminuição da produtividade forrageira e constatando-se aumentos no teor de proteína na silagem (Carneiro & Rodriguez, 1978; Evangelista, 1986; Rezende et al., 2004; Evangelista et al., 2005; Santos et al., 2009).

É interessante observar que as plantas de soja e de sorgo poderão fornecer, em conjunto, mais forragem por unidade de área em consórcio, quando comparadas ao monocultivo da gramínea. Com a utilização da técnica do corte, o agropecuarista poderá ter a opção de utilizar o sorgo e a soja na forma de forragem. As plantas de sorgo e soja, após o corte, permanecendo no campo, irão rebrotar, sendo a rebrota utilizada na forma de forragem ou de grãos.

Nesse contexto, existem inúmeros relatos comparando o rendimento de grãos ou de forragem do consórcio, seja na linha ou na entrelinha, com o do monocultivo, visando constatar a viabilidade desse sistema. Porém, pouca atenção tem sido dada às modificações físicas e fisiológicas que ocorrem em condição de consórcio. Essas modificações, sem dúvida alguma, proporcionam alterações morfológicas nas plantas, que influenciam o rendimento e o desenvolvimento das espécies consorciadas. Nesse sentido, torna-se importante o conhecimento do modo de ação dos fatores ambientais no desenvolvimento das culturas e da fisiologia das plantas em condição de consórcio, a fim de se estabelecer estratégias de manejo adequadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Teor de matéria seca na planta

Uma série de fatores contribui para a obtenção de silagem de boa qualidade, entre os quais o conteúdo de matéria seca desempenha um papel muito importante. Ensilando-se forrageiras excessivamente aquosas, com teores superiores a 75% de umidade, tem-se quase que assegurado o insucesso na conservação dos nutrientes, pois as bactérias produtoras de ácido butílico, geralmente, estão associadas às perdas dos princípios nutritivos por drenagem e intensa degradação de proteínas. Por outro lado, não se recomenda ensilar o material com teor de matéria seca acima de 55%, por ser difícil a compactação e a expulsão do ar.

Teixeira Filho (1977) relacionou a maior produtividade de matéria seca com a duração do ciclo vegetativo. Os sorgos mais produtivos necessitam de 190 a 210 dias para atingir o ponto adequado de ensilagem, enquanto os sorgos de menor rendimento são colhidos com 90 a 100 dias após o plantio.

Em termos quantitativos, o rendimento de matéria seca dos sorgos forrageiros é muito variável. Cummins et al. (1970) testaram 23 híbridos, registrando variações de 6,7 a 17,8 t matéria seca por hectare. Segundo Casela et al. (1986), as cultivares de sorgo que têm apresentado elevados níveis de produtividade são: 'Contisilo 61', 'BR-602', 'BR-501' e 'AG-2001', com produções médias de 41,7; 40,5; 38,5; 37,5 e 36,9 t de massa verde ha⁻¹, respectivamente. A produtividade de matéria seca do sorgo forrageiro 'BR-601', desenvolvido pela Embrapa, foi estudada, em diferentes estágios vegetativos, por Liseu (1981), que encontrou rendimento de 3,4 t ha⁻¹, aos 63 dias de plantio e máximo de 17 t ha⁻¹, aos 153 dias. A partir desta idade, o rendimento forrageiro decresceu e, aos 238 dias, foi de 12 t ha⁻¹.

Geralmente, o aumento da concentração de matéria seca ocorre com o

avanço da maturidade de planta. Para sorgos forrageiros, a influência da maturação na qualidade foi justificada por Owen & Moline (1970), que atribuíram o aumento do rendimento de matéria seca da cultura ao rendimento de matéria seca nos caules, pois o peso das folhas e panículas permanece quase constante.

2.2 Teor de proteína bruta na planta e silagem

Em espécies como sorgo e milho, a proteína é fator limitante, estando abaixo dos requerimentos dos animais. O avanço da maturidade do sorgo reduz acentuadamente o teor de proteína. Ademosum et al. (1986) observaram decréscimo linear de 19,6% para 13,3% de proteína bruta (PB) na matéria seca de sorgo, em estágios de crescimento que abrangiam as idades de 60 a 135 dias. Por sua vez, Castro et al. (1979), ao analisarem o sorgo forrageiro variedade Santa Elisa, nas idades de 179 e 199 dias, encontraram 4,5% e 3,6% de PB na matéria seca, concordando com o relato anterior.

A solução do problema do baixo nível proteico da silagem de sorgo, por meio da suplementação indiscriminada com concentrados, tem refletido de maneira negativa nos custos de produção. Esse fato despertou o interesse pela utilização de suplementos ricos em proteínas produzidos na propriedade agrícola, a fim de proporcionar o uso de alimentação a custos mais baixos, aumentando a margem de lucro das produções pecuárias que dependem desse tipo de alimentação. As leguminosas, devido ao rápido crescimento, ao alto teor proteico e pelo fato de poderem ser cultivadas na própria fazenda, apresentam potencialidade para associação com gramínea ao ensilar. No Brasil, as publicações a respeito deste assunto vêm mostrando um avanço, no que se refere às técnicas de uso desta prática, bem como novos arranjos culturais e proporções de misturas, com resultados que levam a crer que a associação da gramínea com a leguminosa para ensilar é promissora (Carneiro & Rodriguez, 1980;

Evangelista, 1986; Oliveira, 1989; Rezende, 1995).

No sul do estado de Minas Gerais, o consórcio soja-sorgo é muito promissor, pois permite que o mesmo seja utilizado tanto na produção de ração como na de forragem, associando as vantagens nutricionais no rendimento de grãos como na matéria seca de ambas as espécies. Nesse contexto, a planta de soja aparece com destaque, uma vez que o grão é um componente proteico das rações comerciais e essa espécie cultivada pode fornecer forragem na forma de feno e ou massa verde, obtida no corte de plantas nas fases de crescimento vegetativo, floração ou frutificação, conforme obtidos por vários pesquisadores (Lima et al., 1971; Rezende, 1984; Cardoso, 1985; Rezende, 1995).

2.3 Valor nutritivo da soja

Nos países de clima temperado, a escassez de forragem de inverno, ocasionada pelas geadas, contribui para a realização de várias pesquisas sobre a utilização da soja na alimentação animal, as quais confirmaram o seu considerável valor nutritivo (Munoz et al., 1983). A maioria desses estudos foi realizada com o objetivo de determinar o estágio em que a planta apresenta maior valor proteico para ser ministrada ao animal de forma integral, ou para ser cortada de modo a propiciar feno de qualidade superior. A parte aérea de planta, quando fenada, tem, aproximadamente, o mesmo valor nutritivo de outras leguminosas forrageiras de clima temperado. Fenos de ótima qualidade podem ser obtidos a partir do início da formação das vagens até o amarelamento inicial das folhas.

Trabalhos iniciais sobre consórcio de leguminosa com gramíneas foram realizados por Carneiro & Rodriguez (1978), que identificaram a cultura da soja como sendo satisfatória. Posteriormente, Carneiros & Rodrigues (1980), dando sequência aos seus trabalhos, agora estudando a contribuição da soja anual no enriquecimento da silagem do milho, observaram que a adição de 40% de soja

na mistura, por ocasião da ensilagem, elevou o teor da matéria seca da silagem de milho de 26% para 30%, bem como de proteína bruta em 64%, em comparação com a silagem de milho puro. Por sua vez, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca não foi influenciada pela presença de leguminosas. Nessas condições, o pH da silagem variou de 3,63, para milho exclusivo a 3,90, para milho e soja, observando-se uma tendência de aumento do pH quando a leguminosa está presente.

Apesar da inferioridade da silagem do sorgo em relação à do milho, ela apresenta as seguintes vantagens: variedades de alta produtividade, menor exigência quanto ao solo e adaptação melhor às condições mais secas, o que justifica o seu emprego para a produção de silagens puras ou consorciadas com leguminosas.

A esse respeito, Evangelista (1986), estudando os efeitos da associação sorgo-soja, constatou que o uso da soja mostrou-se vantajoso, pois aumentou a ingestão média diária de PB e melhorou o índice de valor nutritivo da silagem, parâmetro bem correlacionado com o ganho de peso dos novilhos. Oliveira (1989), em trabalho semelhante, utilizando, desta vez, o sorgo granífero, forrageiro e soja em diferentes densidades, verificou que a presença da soja consorciada não provocou queda significativa nos rendimentos de matéria seca do sorgo e, independente da densidade de semeadura, a soja aumentou o teor proteico da mistura forrageira.

2.4 Capacidade de rebrota da planta de soja e sorgo

O sistema de exploração da soja com duplo propósito é recente. A geração dessa tecnologia em Minas Gerais, por pesquisadores da Universidade Federal de Lavras, deu-se de modo involuntário, a partir de 1970, com a entrada de bovinos nos experimentos com essa leguminosa, a qual rebrotou após o pastejo. Essa ocorrência despertou o interesse na implementação de uma linha de

pesquisa com a cultura da soja, voltada para o rendimento de feno e grãos, massa verde e grãos ou, ainda, massa verde em dois cortes, num mesmo cultivo.

No Brasil, pesquisas relacionadas a essa técnica de cultivo são direcionadas principalmente para o estado de Minas Gerais, quando Lima et al. (1971) constataram a viabilidade da referida técnica, desde que os cortes fossem realizados no estágio vegetativo da cultura, de modo a possibilitar que a planta se recupere do estresse imprimido pelo corte. Esses pesquisadores verificaram que os melhores rendimentos de grãos em relação à testemunha não cortada foram obtidos com o corte realizado à altura de 20 cm do colo da planta, aos 60 dias após o plantio.

Utilizando esta mesma técnica, em Lavras, MG, Rezende (1984) submeteu dez cultivares de soja, de diferentes ciclos à técnica do corte, sendo as plantas cortadas a 20 cm de altura, aos 60 dias após a emergência. Os rendimentos de grãos da rebrota foram baixos, devido à ocorrência de veranico durante e após o corte. De acordo com o autor, a resposta diferencial das cultivares no rendimento de grãos, após o corte, permitiu inferir que o desempenho da técnica em estudo poderia ser melhorado, aumentando-se o intervalo entre o corte e a floração, por meio da semeadura no início do período chuvoso, variedades de ciclo longo e floração tardia.

Novos trabalhos têm comprovado o potencial da planta de soja em se adequar a esse novo sistema de exploração, como os realizados por Cardoso (1985), buscando manejar adequadamente a altura de corte, espaçamento e densidade, com o corte realizado aos 60 dias após a emergência. Os resultados evidenciaram que houve relação inversa entre o rendimento de feno e de grãos da rebrota. O corte das plantas à altura de 35 cm proporcionou rendimentos de grãos na rebrota equivalentes a 85% da testemunha não cortada, acrescido de um rendimento de feno que variou de 667 a 2.111 kg ha⁻¹.

Posteriormente, em trabalho semelhante, Rezende & Favoretto (1987)

evidenciaram, mais uma vez, o efeito do corte. Os resultados obtidos por esses pesquisadores comprovam a viabilidade técnica do sistema, uma vez que os cortes realizados a altura de 30 a 35 cm não diferiram estatisticamente da testemunha sem corte, proporcionando rendimentos de grãos da rebrota da ordem de 2.487 kg ha⁻¹ e 2.683 kg ha⁻¹, correspondentes a 74% e 80% da testemunha sem corte, acrescidos um rendimento de feno de 4.068 kg ha⁻¹ e 3.079 kg ha⁻¹, respectivamente.

A utilização da técnica do corte, conforme já mencionado, pode ser realizada visando ao rendimento duplo de forragem (massa verde + massa verde oriunda da rebrota). Com essa finalidade, Rezende & Takahashi (1990) utilizaram dois sistemas de corte. O primeiro consistia em cortar duas vezes as mesmas plantas, sendo o primeiro corte realizado a 30 cm de altura, quando as plantas encontravam-se no estágio V8 a V13 e o segundo, após a rebrota, feito rente ao solo, com as plantas no estágio R5. No segundo sistema, as plantas foram cortadas somente uma vez rentes ao solo, quando atingiram o estágio R5. De acordo com os autores, a utilização do sistema de dois cortes proporcionou maiores rendimentos de massa verde, proteína bruta, magnésio, cálcio, fósforo e potássio. Trabalhos incluindo outras variáveis, como adubação, têm demonstrado a viabilidade da técnica (Oliveira, 1987; Blank & Rezende, 1994; Botrel & Rezende, 1999).

Para a cultura do sorgo, o aproveitamento da rebrota já foi também estudado. 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 esta atingir valores de 40% a 60% do rendimento alcançado no primeiro corte. Resultados satisfatórios foram observados por Silva et al. (1990), que constataram rendimentos que variaram de 7,0 a 7,5 t ha⁻¹ de matéria seca a partir da rebrota do sorgo forrageiro, representando 51,85% a 51,70% do rendimento obtido no primeiro corte.

A idade do corte visando ao aproveitamento da rebrota da planta de sorgo influencia significativamente no rendimento de massa verde da rebrota. Silva et al. (1990) observaram maior rendimento de matéria seca na rebrota quando efetuaram cortes no estágio vegetativo do sorgo forrageiro Santa Elisa. McCormick et al. (1995) obtiveram menor rendimento de massa na rebrota do sorgo forrageiro quando efetuaram cortes no estágio de grão leitoso em relação aos cortes efetuados no estágio vegetativo da cultura. Esses autores também observaram que dois cortes em um mesmo plantio resultam em uma silagem de melhor qualidade em relação a um único corte.

Dentre todas as cultivares de soja e sorgo disponíveis para os agricultores, não se pode afirmar que o comportamento dos genótipos no cultivo consorciado seja semelhante ao do monocultivo. Segundo Harper (1963), não é possível prever o comportamento de genótipos no consórcio a partir de resultados obtidos com culturas isoladas e, desse modo, os genótipos a serem utilizados em determinada situação devem ser nela avaliados.

Em razão do enorme potencial para a produção de forragens e de sua larga utilização em várias regiões do país, os sistemas consorciados de soja e sorgo encontram algumas dificuldades técnico-operacionais. Em condições de monocultivo, estas culturas permitem total mecanização das etapas de produção, porém, cultivares de soja e sorgo com altas produtividades de massa verde por unidade de área têm surgido, nos últimos anos, para essas condições. Entretanto, as cultivares utilizadas em consórcio normalmente são aquelas desenvolvidas para o monocultivo, com uso de tecnologia mais avançada, condições estas bastante divergentes das que normalmente ocorrem no consórcio.

Trabalhos mais recentes, utilizando diferentes cultivares de sorgo e soja consorciados na linha e na entrelinha, têm demonstrado que o sistema de consórcio na entrelinha é mais vantajoso que o da linha, em relação aos rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta, além de facilitar a

semeadura que, nesse sistema, pode ser realizada com máquinas.

É importante ressaltar que todos esses trabalhos de rebrota estudados para essas duas culturas foram realizados em condição de monocultivo. Na condição de consórcio, só agora se procura uma melhor definição para esse sistema. Pela experiência obtida com a planta de soja, considerada mais difícil de rebrotar do que a gramínea em questão, espera-se que essa associação de culturas apresente ótima resposta à técnica de corte proposta.

2.5 Época de semeadura

Essa característica apresenta influência marcante nas culturas envolvidas, sendo esse efeito de maior abrangência na cultura da soja.

Conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2000), a soja é uma cultura termo e fotossensível, sujeita a uma gama de alterações fisiológicas e morfológicas quando as suas exigências não são satisfeitas. A época de semeadura é um fator de elevada importância a se considerar, uma vez que, além de afetar o rendimento, afeta também, de modo acentuado, a arquitetura e o comportamento da planta. Semeadura em época inadequada pode causar redução na produção, dificultar a colheita mecânica, além de provocar perdas em níveis elevados, porque ocorrem alterações na altura, na inserção das vagens, no número de ramificações, no caule e no acamamento (Vilani, 2006).

A tomada de decisão da época de semeadura deve ser considerada levando-se em conta os fatores de riscos e os objetivos propostos pelo produtor, que apresentam tendência de serem minimizados, quanto mais eficiente for o planejamento realizado em torno das atividades relacionadas ao aumento de produtividade. Em relação às condições ambientais, a resposta do sorgo deve-se às condições de temperatura, água e fotoperíodo. É importante ainda relatar que o sorgo tem habilidade em manter-se dormente durante o período de seca e

retomar o crescimento tão logo o período adverso desapareça.

Essa característica faz com que a cultura tenha uma época de semeadura mais elástica. Trabalhos de pesquisa realizados com sorgo granífero têm mostrado maiores rendimentos em semeaduras realizadas em outubro, conforme relata Viana (1977). Resultados similares a esses foram obtidos por Resende (1988) que, estudando o comportamento de cultivares de sorgo sacarino em diferentes épocas de semeadura, constataram que, em Lavras, no sul de MG, desde que haja disponibilidade de irrigação, quanto mais cedo for realizada a semeadura (setembro e outubro) maior será o desenvolvimento da planta.

No caso da soja, esse fato é bem mais marcante. Resultados de pesquisa (Rezende et al., 1983; Rezende, 1986) têm demonstrado que o atraso na semeadura é traduzido em quedas bruscas no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produtividade da cultura.

2.6 Efeito da luz nos cultivos consorciados

Embora seja uma prática muito antiga de cultivo de plantas, o consórcio carece de investigação mais detalhada. Uma das interações que ocorrem nesse sistema diz respeito à diferença morfológica do sistema radicular das espécies vegetais, o qual explora diferentes camadas do perfil do solo, resultando em diferenças no pico de absorção de nutrientes entre as espécies. Ainda, a competição por luz pode ser evitada se os dosséis das espécies se desenvolvem em diferentes períodos ou se sua arquitetura minimiza o sombreamento mútuo. Nesse sentido, a estrutura da vegetação, combinada com a da área foliar, determina a distribuição de luz dentro do dossel.

Nesse contexto, torna-se difícil prever o desempenho de uma cultura em condições de consórcio. Espécies de menor porte apresentam altas probabilidades de serem sombreadas por outras de maior porte. Além do mais, o desempenho das culturas em monocultivo e consórcios pode diferir com a

localidade e o ano de cultivo (Piper, 1998).

Dessa forma, as plantas desenvolvem a parte aérea para aperfeiçoar a interceptação de radiação e a estrutura geométrica do dossel influencia na interceptação. Embora exista grande variabilidade no rendimento dos diversos sistemas de consórcios, existe pouca informação disponível, considerando a estrutura da vegetação nesses sistemas.

2.6.1 Modificações físicas

As plantas superiores interceptam a radiação pelas folhas e pelos órgãos verdes utilizando a energia absorvida na fotossíntese e particionando produtos fotossintéticos para acumulação de biomassa. Nesse sentido, o rendimento de matéria seca das culturas apresenta uma correlação positiva com a quantidade de radiação interceptada pelas plantas. Sendo assim, o arranjo foliar das espécies vegetais determina a quantidade de luz que penetra no dossel, bem como sua utilização pelos diferentes estratos de folhas (Larcher, 1995).

O sucesso de diferentes espécies, quando cultivadas em consórcio, pode variar com o desenvolvimento das plantas. Espécies que apresentam alto vigor no crescimento inicial, quando os níveis de luz, água e nutrientes são altos, podem ser suprimidas, posteriormente, por outras espécies. Isso ocorre se essas não são boas competidoras por tais recursos, quando a disponibilidade dos mesmos torna-se limitada (Piper, 1998).

Diferentes espécies vegetais, quando cultivadas em uma mesma área, competem primeiramente por radiação solar. Desse modo, as plantas são submetidas a condições de sombreamento intra e interespecífico (Redfearn et al., 1999). Sombreamento intraespecífico ocorre em monocultivos quando uma planta sombreia outra ou um componente é sombreado por outro componente da mesma planta. Condições de sombreamento interespecífico ocorrem quando duas ou mais espécies vegetais, com diferentes hábitos de crescimento,

competem por um mesmo espaço físico.

No consórcio milho-soja, a penetração de luz nas camadas inferiores do dossel diminui com o desenvolvimento da gramínea e, desse modo, existe menos luz disponível para as plantas de soja. Em contrapartida, essas plantas compensam a menor intensidade de radiação por modificações em sua estrutura, como o aumento na altura de plantas e a presença de maior número de folhas nos níveis superiores do dossel (Foroutan-pour et al., 1999).

Em relação às modificações da radiação nas culturas, verifica-se que a intensidade que chega ao topo do dossel depende da altitude de cultivo, da latitude, do fotoperíodo e da época do ano. A incidência de luz é absorvida progressivamente na passagem pelos estratos do dossel, de modo que a radiação que atinge a porção basal é quase que completamente utilizada, criando um gradiente vertical de irradiância e de proporção de luz vermelho/vermelho distante (V/VD) (Ballaré & Casal, 2000).

No dossel, a radiação que chega aos estratos inferiores é diferente em quantidade e qualidade (espectro de onda), e a intensidade decresce espontaneamente à medida que se aproxima do solo (Larcher, 1995). Assim, a relação entre o índice de área foliar e a penetração de luz no dossel tem sido modelada com a equação de Lambert-Beer: ($I_z = I_0 \cdot e^{-k \cdot IAF}$), em que I_z é a intensidade de radiação em determinada profundidade do dossel; I_0 é a intensidade no topo do dossel; k é o coeficiente da extinção (fração de luz interceptada por unidade de área foliar) e IAF é o índice de área foliar acumulativo. Plantas com a mesma área foliar podem apresentar diferenças na distribuição da folhagem e, desse modo, padrões diferenciados de interceptação de luz. Sendo assim, pode-se dizer que a atenuação da radiação é função da densidade, do arranjo e da inclinação das folhas.

2.6.2 Modificações morfológicas

A proporção de luz V/VD relatada anteriormente é extremamente útil para as plantas, no que diz respeito à detecção do sombreamento. Em altas proporções de radiação VD, verificadas em condições de sombreamento, principalmente em consórcio, as plantas exibem várias mudanças morfológicas, como promoção da alongação do caule e do pecíolo, redução de ramificações em leguminosas e do perfilhamento em gramíneas, folhas mais delgadas, redução na síntese de clorofila e aumento da dominância apical (Thiele et al., 1999; Ballaré & Casal, 2000).

Redfearn et al. (1999) verificaram que plantas de soja em consórcio com sorgo apresentaram acamamento, o que não ocorreu em monocultivo. Esse efeito foi atribuído à menor espessura das hastes e entrenós mais longos das plantas, provocado pelas condições de sombreamento. No entanto, o maior número de nós foi verificado no monocultivo de soja. Foroutan-pour et al. (1999) observaram que a altura das plantas de soja, em consórcio com milho, aumentou rapidamente após 69 dias do plantio. Este fato foi atribuído ao aumento da competição das plantas de soja com as de milho por luz, quando estas estavam atingindo a altura máxima.

Redfearn et al. (1999) constataram, no consórcio sorgo-soja, que a razão de área foliar e o peso foliar específico das plantas de soja não diferiram na porção inferior do dossel entre o consórcio e o monocultivo. Em ambos os casos, as folhas baixas estavam sombreadas. Entretanto, na porção superior do dossel, houve acréscimo de 1,6 m²/kg na razão de área foliar e de 20,3 g/m² de matéria seca das folhas de soja, no consórcio e em monocultivo, respectivamente. Os maiores valores da taxa de área foliar, associados ao menor peso foliar específico das plantas de soja em consórcio, possibilitaram que as folhas do dossel superior fossem maiores e mais delgadas do que as folhas das plantas em monocultivo.

Embora haja aumento na qualidade da forragem do consórcio sorgo-soja, o cultivo da soja com espécies forrageiras de porte alto pode provocar diminuição do acúmulo de matéria seca da leguminosa. Provavelmente, poderia-se obter menor redução na produção final se o cultivo fosse realizado com outra gramínea forrageira de porte médio, como sorgos graníferos ou de duplo propósito, ou se o espaçamento fosse alterado.

Devido à escassez de pesquisas relacionadas com a interação entre as diferentes espécies de plantas no cultivo consorciado, há a necessidade da realização de ensaios no intuito de obter informações sobre o comportamento das espécies nessas condições de cultivo. Uma vez obtidos os resultados, haveria melhor entendimento dos processos que ocorrem no consórcio. Isso possibilitaria a realização dos ensaios de pesquisa visando recomendações adequadas de associação de culturas para os agricultores, com a finalidade de maximizar seus lucros.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEMOSUM, A. A.; BAUMGARDT, B. R.; SCHOOL, J. M. Evaluation of sorghum sudangrass hybrid at various stages of maturity on the basis of intake, digestibility and chemical composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 3, p. 819-823, 1986.
- BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 67, n. 2, p. 149–160, July 2000.
- BLANK, A. F.; REZENDE, P. M. de. Efeito da adubação nitrogenada no plantio sobre rendimento e características químicas do feno de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 258-263, jul./set. 1994.
- BOTREL, E. P.; REZENDE, P. M. de. Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. XV. Efeito de cultivares e épocas da adubação nitrogenada na produção de feno e grãos de rebrota. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 11-23, jan./mar. 1999.
- CARDOSO, D. A. de B. **Maximização de exploração da soja (*Glycine max* (L.) Merrill): efeito do espaçamento, densidade e altura de corte na produção de feno e grãos da rebrota**, cv. Cristalina. 1985. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- CARNEIRO, A. M.; RODRIGUEZ, N. M. Efeitos da consorciação de milho com leguminosas anuais na produção e qualidade de material para a ensilagem. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 30, n. 2, p. 219-227, 1978.
- CARNEIRO, A. M.; RODRIGUEZ, N. M. Influência da leguminosa na qualidade da silagem de milho. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 32, n.3, p.415-420, dez. 1980.
- CARVALHO, A. J. C. de. **Comportamento de cultivares e linhagens de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: em consórcio com milho (*Zea mays* L.) de ciclos e portes diferentes**. 1993. 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- CASELA, C. R.; BORGONOV, R. A.; SCHAFFERT, R. E.; SANTOS, F. G. Cultivares de sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p. 40-43, dez. 1986.

CASTRO, A. C. G.; SILVA, J. H. da; SILVA, D. J. da; SILVA, J. F. C. da. Estudo da composição química do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), variedade “Santa Elisa”, usado isoladamente ou em misturas completas e suas respectivas silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 2, p. 231-250, jul./dez. 1979.

CORTE, E. **Sistemas de corte no rendimento forrageiro do consórcio sorgo soja**. 2001. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CUMMINS, D. G.; McGULLOUGH, M. E.; DOBSON, J. W. **Evaluation of corn in sorghum hybrids for silage**. Blairville: University of Georgia, 1970. 18p. (Research Report, 72).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soja. **Recomendações técnicas para a cultura de soja no Paraná: 2000/2001**. Londrina, 2000.

EVANGELISTA, A. R. **Silagem de milho ou sorgo com soja**. Lavras: ESAL, 1986. 19 p. (Boletim Técnico, 8).

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PERUCA, R. C.; SALVADOR, F. M.; LOPES, J.; SOARES, L. Q. Composição bromatológica de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr. 2005.

FOROUTAN-POUR, K.; DUTILLEUL, P.; SMITH, D.L. Soybean canopy development as affected by population density and intercropping with corn: fractal analysis in comparison with other quantitative approaches. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 6, p. 1784-1791, 1999.

HARPER, J. L. The individual in the population. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 52, n. 2, p. 149-153, 1963.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology. Ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3. ed. Berlin: Springer, 1995. 506 p.

LIMA, L. A. de; REZENDE, J.; PACHECO, E.; CARVALHO, M. M. de. Influência da idade e altura do corte da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), na produção de massa verde e grãos da rebrota. **Agros**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 22-25, 1971.

LISEU, L. C. **Curvas de produção, composição química, digestibilidade “in vitro” e taxa de fermentação do sorgo**. 1981. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

McCORMICK, M. E.; MORRIS, D. R.; ACKERSON, B. A.; BLOUIN D. C. Ratoon cropping forage sorghum for silage: yield, fermentation, and nutrition. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 5, p. 952-957, Sept./Oct. 1995.

MUNOZ, A. E.; HOLT, E. C.; WEAVER, R. W. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 1, p. 147-148, Jan./Feb. 1983.

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)**. 1989. 57 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, J. N. S. **Maximização da exploração da soja (*Glycine max* (L.) Merrill): efeito de época de corte e adubação nitrogenada em cobertura na produção de feno e grãos oriundos da rebrota, cv. Cristalina**. 1987. 85p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

OWEN, F. G.; MOLINE, W. J. Sorghum for forage. In: WALL, J. S.; ROSS, W. M. **Sorghum production and utilization**. Westport: AVI Publishing, 1970. 383 p.

PIPER, J. K. Growth and seed yield of three perennial grains within monocultures and mixed stands. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 68, n. 1-2, p.1-11, Mar. 1998.

REDFEARN, D. D.; BUXTON, D. R.; DEVINE, T. E. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 5, p. 1380-1384, Sept./Oct. 1999.

REZENDE, P. M. de. **Capacidade competitiva de cultivares de milho e soja consorciados em função da produção de grãos e forragem**. 1995. 154 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REZENDE, P. M. de. Maximização da exploração da soja. I: efeito do corte aos 60 dias na produção de feno e grãos da rebrota. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 329-346, mar. 1984.

REZENDE, P. M. de. Maximização da exploração da soja. III: efeito da época de semeadura e altura de corte na produção de feno e grãos da rebrota. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 68-77, jan./jun. 1986.

REZENDE, P. M. de; BUENO, L. C. S.; FAVORETTO, C. R. S. Resposta de dois genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], a três épocas de semeadura na região de Lavras - MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 167-176, jul./dez. 1983.

REZENDE, P. M. de; FAVORETTO, C. R. S. Maximização da exploração da soja. IV: efeito da altura de corte no rendimento de feno e grãos oriundos da rebrota. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 11/12, p. 1189-1193, nov./dez. 1987.

REZENDE, P. M. de; 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 na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo de sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 475-481, out./dez. 2004.

REZENDE, M. R.; SILVA, A. G.; GRIS, C. F.; CARVALHO, E. A. de. Consórcio sorgo-soja XII: rendimento de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 2005.

REZENDE, P. M. de; TAKAHASHI, S. Maximização da exploração da soja. (*Glycine max* (L.) Merrill) IX: efeito do sistema de cortes na seleção de cultivares para produção de feno. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 44-45, jan./abr. 1990.

SANTOS, J. P.; REZENDE, P. M. de; 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**, Lavras, v. 33, n. 2 p. 397-404, mar./abr. 2009.

SILVA, J. F. C. da; OBEID, J. A.; FERNANDES, W.; GARCIA, R. Idade de corte do sorgo Santa Eliza (*Sorghum vulgare*, Pers.), para silagem. I: rendimento e característica das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 19, n. 2, p. 98-105, 1990.

TEIXEIRA FILHO, J. R. **Produtividade e valor nutritivo de cinco diferentes sorgos forrageiros (*Sorghum vulgare*, Pers) e suas silagens.** 1977. 42 p. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

THIELE, A.; HEROLD, M.; LENK, I.; QUAIL, P. H.; GATZ, C. Heterologous expression of Arabidopsis phytochrome B in transgenic potato influences photosynthetic performance and tuber development. **Plant Physiology**, Rockville, v.120, n.1, p.73-82, May 1999.

VIANA, A. C. **Efeito de épocas e densidade de plantas sobre o comportamento de três híbridos de sorgo granífero.** 1977. 76 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILANI, J. B. **Fatores que o agricultor leva em consideração para escolher a semente de soja.** 2006. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CAPÍTULO 2

CONSÓRCIO SORGO-SOJA. ÉPOCAS DE SEMEADURA DO SORGO, CULTIVARES DE SOJA E SISTEMAS DE CORTES NO DESEMPENHO FORRAGEIRO DO SORGO

1 RESUMO

Visando à maximização do rendimento de forragem da cultura do sorgo e com o objetivo de ar épocas de semeadura, diferentes cultivares de soja e sistemas de cortes no consórcio das culturas de sorgo forrageiro híbrido Volumax (*Sorghum bicolor* L. Moench) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na entrelinha, foram conduzidos dois ensaios, nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08 em área experimental do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, em solo classificado como Latossolo Distroférico típico, textura argilosa, fase cerrado. O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, 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 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio); e três sistemas de corte. No primeiro sistema as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado rente ao solo e o segundo, após a rebrota das plantas, também rente ao solo ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo e terceiro sistema, as plantas também foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm e 30 cm do colo das plantas, respectivamente, e o segundo corte, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. A época de semeadura, alterou significativamente todas as características avaliadas. As cultivares de soja não apresentaram diferenças significativas entre si, exceto para o rendimento de proteína bruta. O sistema de corte 1 apresentou os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura de sorgo consorciada. O consórcio sorgo-soja proporcionou aumento no rendimento de matéria seca e proteína bruta da gramínea, quando comparado ao monocultivo.

2 ABSTRACT

In order to maximize the forage yield of the sorghum's crop and with the purpose of comparing sowing dates, different soybean cultivars and cutting systems in the intercropping of the hybrid forage sorghum, Volumax (*Sorghum bicolor* L. Moench) and soybean [*Glycine max* (L.) Merrill], two experiments were conducted in the agricultural years of 2006/07 and 2007/08 in the experimental area of the Federal University of Lavras, MG, on soil classified as Typic Distroferric latosol, with a clayey texture, in a cerrado phase. The experimental design used for the intercropping was a randomized blocks in a 5x3x3 factorial scheme with three repetitions consisting of five sowing sorghum dates (Oct/30, Nov/15 and 30 and Dec/15 and 30), three soybean cultivars; Monsoy 8400 (medium cycle), Conquista (medium late cycle) and Luziânia (long cycle), and three cutting systems. In the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, being the first cut made near the soil surface and the second after the resprouting of plants, also close to the ground level both at starch stage of the sorghum grain. In the second and third system, the plants were also cut off twice, being the first cutting at a height of 15 cm and 30 cm from the ground level, respectively, and the second cut after the resprouting of the sorghum, at the ground level, both at the starch stage of the sorghum grain. The sowing dates significantly altered all traits evaluated. The soybean cultivars were not significantly different from one another except for production of crude protein. The cutting system (1) showed the highest yields of fresh matter, dry matter and crude protein of the intercropped sorghum. The intercropping of sorghum-soybean provided a yield increment in dry matter and crude protein of that grass when compared to monoculture.

3 INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura que tem mais de cem utilidades no mercado interno e externo e na propriedade rural pode ser considerado como um fator de equilíbrio, já que pode ser usado tanto na alimentação do homem como na dos animais, como massa verde, silagem, milho verde, fubá, farinha, farelos, grão puro ou como componente de rações. Essa crescente procura por milho tem levado produtores rurais a procurarem formas alternativas para alimentação de ruminantes.

Outro fator, pertinente ao milho, é que seu rendimento e valor nutritivo variam muito de um ano para outro, em parte por ser essa cultura muito sensível à disponibilidade de água no solo (Vasconcelos, 2004). Uma alternativa promissora, dentre as diversas plantas forrageiras, tem sido a cultura do sorgo, que se destaca por ter seu valor nutritivo muito semelhante ao do milho e por ser uma cultura mais resistente ao déficit hídrico. A utilização do sorgo como silagem, tem se apresentado como uma boa alternativa principalmente em regiões onde ocorrem períodos de estiagem, limitando o rendimento do milho (Rodrigues, 2000). De modo geral, o sorgo tem apresentado maior rendimento forrageiro que o milho, quando se conseguem dois cortes em locais onde ocorrem, com frequência, períodos de veranicos (Zago, 1991).

O sorgo pode ser substituto de vários cereais que compõem as rações animais, tais como trigo, farelo de arroz, etc., que teriam usos mais nobres na alimentação humana. Além disso, o sorgo tem potencial para substituir parte do milho utilizado no rendimento de ração sem perdas em termos nutricionais e qualitativos destas rações, além de ganhos em termos de redução de custos.

A forma mais usual de utilização do sorgo na alimentação de bovinos é via silagem, pois constitui um volumoso de bom valor energético, porém,

deficiente em proteína, necessitando, portanto, de suplementação, utilizando concentrados proteicos, o que tem refletido de maneira negativa nos custos de rendimento. Nesse aspecto, o rendimento de forragens em consórcio sorgo-soja tem se destacado, pois essa leguminosa além de não diminuir a produtividade forrageira da gramínea, aumenta o teor de proteína da silagem e o ganho de peso dos animais (Rezende et al., 2004; Evangelista et al., 2005).

Trabalhos de pesquisas avaliando o desempenho forrageiro do consórcio sorgo-soja têm sido realizados por diversos autores (Rezende 1984; Evangelista, 1986; Oliveira, 1989; Silva et al., 1990; Rezende, 1995; Silva, 1998; Corte, 2001; Rezende et al., 2005). Nesse contexto e considerando a importância do rendimento de forragens para alimentação do rebanho leiteiro da região sulmineira, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura do sorgo, em diferentes épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes, consorciado e em monocultivo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização climática da região

O experimento foi conduzido em área no Departamento de Agricultura, no Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, situada a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., 918 metros de altitude, em classificado como Latossolo Roxo distroférico típico de textura argilosa, sob vegetação de cerrado (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1999). Na Tabela 1 encontram-se os dados referentes às análises química e física do solo da área experimental.

O clima da região sul de Minas Gerais, segundo a classificação de Koppen, enquadra-se no tipo Cwa (Ometto, 1981). A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação total anual é de 1.529,7 mm; a evaporação total do ano de 1.034,3 mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992).

Os dados relativos à temperatura, à umidade relativa e à precipitação pluviométrica, registrados no período experimental (setembro de 2006 e 2007 a abril de 2007 e 2008) encontram-se apresentados na Figuras 2.1 e 2.2. A fim de garantir a germinação das sementes nas épocas pré-estabelecidas, foi utilizada irrigação suplementar.

TABELA 1 Resultados das análises químicas da amostra de solo coletada na profundidade de 0-20 cm, na área experimental. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

Determinações	2006		2007	
	Valores	Interpretação**	Valores	Interpretação**
pH em água	5,1	Média	5,4	Média
P mg dm ⁻³	11	Bom	13	Muito Bom
K ⁺ mg DM ⁻³	58	Médio	59	Médio
Ca ²⁺ cmol _(c) dm ⁻³	2,8	Bom	2,9	Bom
Mg ²⁺ cmol _(c) dm ⁻³	0,9	Médio	0,8	Médio
Al ³⁺ cmol _(c) dm ⁻³	0,2	Muito Baixo	0,1	Muito Baixo
H ⁺ Al ³⁺ cmol _(c) dm ⁻³	5,0	Médio	3,5	Médio
SB cmol _(c) dm ⁻³	3,8	Bom	3,7	Bom
t cmol _(c) dm ⁻³	4,0	Médio	3,8	Médio
T cmol _(c) dm ⁻³	8,8	Bom	8,9	Bom
m %	0	Muito Baixo	2	Muito Baixo
V %	43	Médio	56	Médio
M.O. g kg ⁻¹	2,8	Bom	2,6	Bom

* Análises realizadas no Instituto de Química “John H. Wheelock” do Departamento de Ciências dos Solos da Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG.

** Interpretação dos resultados recomendações de acordo com Ribeiro et al. (1999).

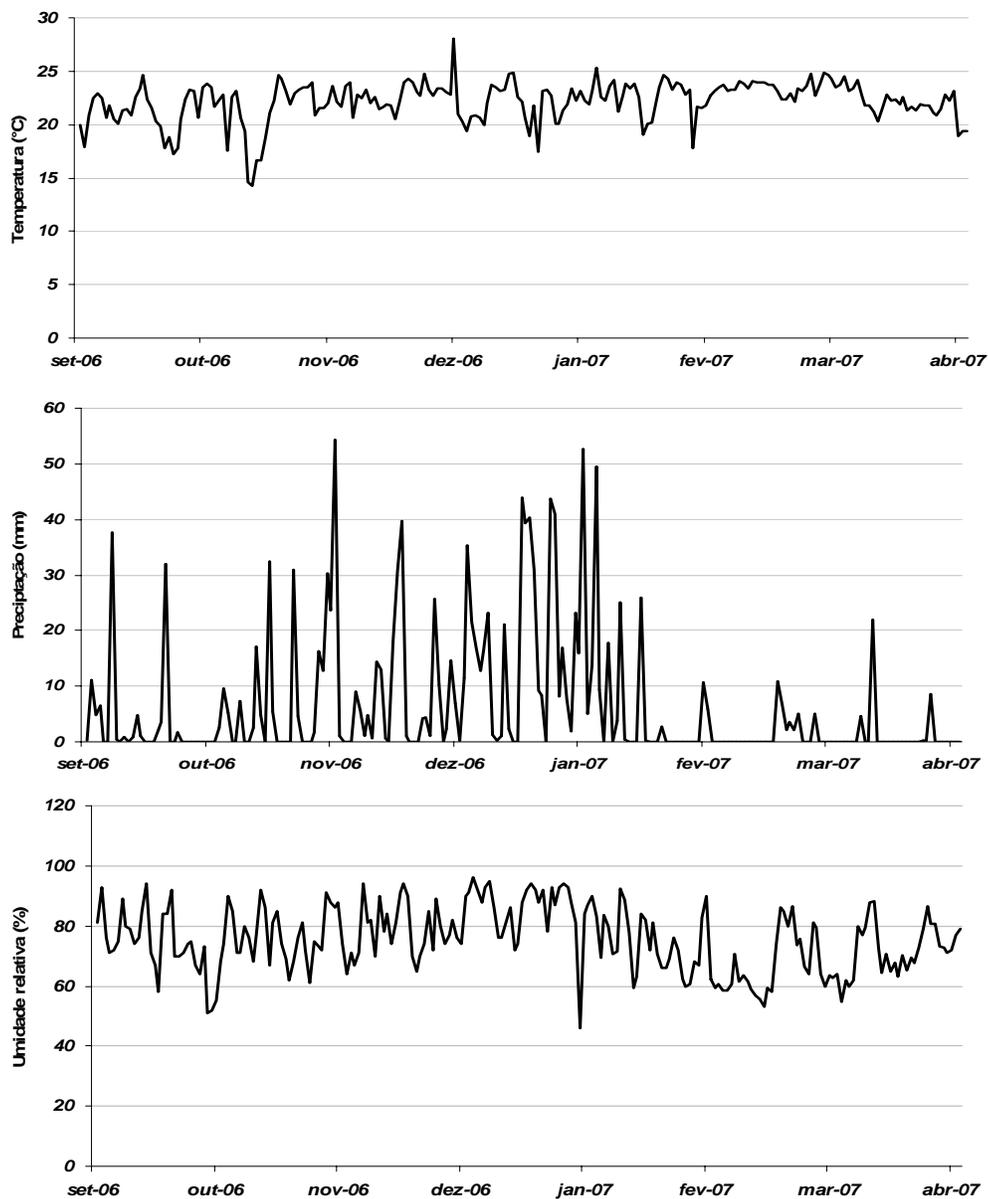


FIGURA 1 Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de setembro de 2006 a abril de 2007 (dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo Setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA).

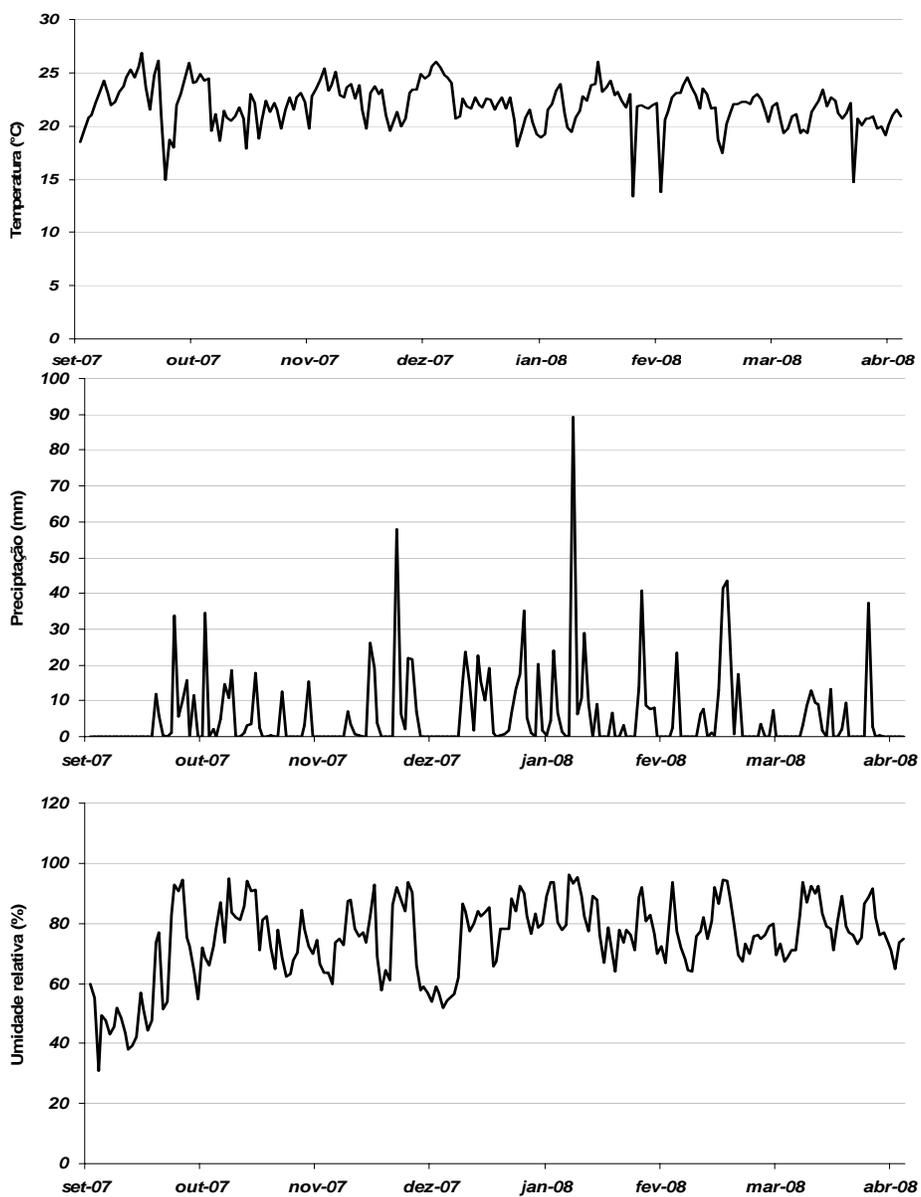


FIGURA 2 Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de setembro de 2007 e abril de 2008 (dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo Setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA).

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, com três repetições compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo forrageiro híbrido Volumax (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez), três cultivares de soja: Monsoy 8400 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro e segundo corte (rebrotas) realizados rente ao solo no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio 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. Adicionalmente, foi conduzido outro ensaio contíguo, em blocos casualizados, com três repetições, para o monocultivo sorgo, semeado nas cinco épocas já relatadas anteriormente.

O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo semeado no espaçamento de 80 cm e densidade de 12 plantas por metro, tanto para o consórcio como para o monocultivo, definidos em trabalho anterior (Santos et al., 2006) como os mais promissores para o sistema.

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).

4.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2006/07 e 2007/08, em preparo de solo tipo convencional com aração e gradagem, foi utilizada irrigação para que se pudesse garantir semeadura simultânea das duas culturas, nas cinco épocas já relatadas anteriormente. As parcelas de sorgo foram

constituídas por três linhas com 10,0 m de comprimento, sendo considerada como área útil apenas a fileira central.

O detalhe da parcela experimental é apresentado na Figura 3. Na Figura 4 é mostrada uma vista do tipo de consórcio sorgo e soja utilizado no experimento, aos 50 dias após a emergência.

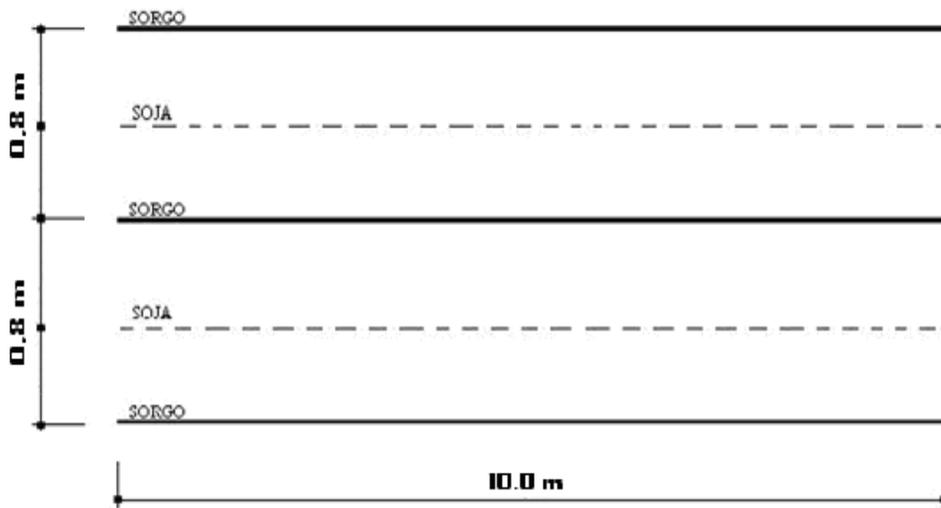


FIGURA 3 Detalhe da parcela experimental ensaio épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e de sistemas de cortes no rendimento de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.



FIGURA 4 Vista do tipo de consórcio sorgo e soja utilizado no experimento, aos 50 dias após a emergência. UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2007/08.

Para as cultivares de soja, foi utilizado o sistema de consórcio na entrelinha do sorgo, utilizando-se também uma linha como área útil com densidade de 15 plantas por metro linear. O desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência (Rezende et al., 1982), para ambas as culturas, tanto em monocultivo como em consórcio. Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas por Ribeiro et al. (1999), utilizando-se para a soja 120

kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O e para o sorgo 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se, como fonte de N, P₂O₅ e K₂O, 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*, utilizando-se 1.200.000 bactérias/semente. Os demais tratos culturais foram realizados conforme necessidade das culturas envolvidas. O corte das plantas de sorgo foi realizado, utilizando-se roçadora costal motorizada.

4.4 Características avaliadas

Após cada corte, foram avaliadas, para a cultura do sorgo, as características descritas a seguir.

4.4.1 Rendimento de massa verde

Todas as plantas da fileira útil foram cortadas de acordo com o sistema de corte, pesadas em uma balança com carga máxima de 50 kg e precisão de 50 g. Posteriormente, o peso resultante foi convertido para kg ha⁻¹.

4.4.2 Rendimento de matéria seca

Inicialmente, procedeu-se à pesagem de todas as plantas da fileira útil, obtendo-se a massa verde. Posteriormente, foram retiradas amostras de 10 plantas por parcela, que foram trituradas utilizando-se 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 isso, estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, até atingir peso constante. Após determinado o valor da

matéria seca, foi feita a conversão para kg ha^{-1} .

4.4.3 Rendimento de proteína bruta

A determinação do rendimento de proteína bruta foi realizada a partir do material retirado para a determinação da matéria seca. Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey, com peneiras de 1,0 mm de bitola, guardado em recipientes de vidro hermeticamente fechados e devidamente identificados, sendo posteriormente enviados ao Laboratório de Análise Foliar da UFLA.

O rendimento de proteína bruta foi calculado a partir do teor de nitrogênio, que foi determinado utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjeldahl, de acordo com as técnicas da A.O.A.C. (1990) e os resultados convertidos para kg ha^{-1} .

4.4.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Software Sistema de Análise de Variância (SISVAR[®]) (Ferreira, 2000), para o sorgo consorciado e em monocultivo, de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2), adaptado de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 2 Esquema de análise de variância combinada para os dados obtidos no ensaio: épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e de sistemas de cortes no rendimento de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Fonte de variação	GL
Blocos	2
(Tratamentos)	49
Época (E)	4
Cultivar (C)	2
Sistema de corte (S)	2
E x C	8
E x S	8
C x S	4
E x C x S	16
Monocultivo (Sorgo)	4
Consórcio vs. Monocultivo	1
Resíduo	98

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura do sorgo são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta (kg ha^{-1}) do sorgo, obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes no sistema consorciado e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados médios		
		Massa verde	Matéria seca	Proteína bruta
Blocos	2	865703973**	2671603	1053
(Tratamentos)	(49)	277009876**	34487629**	238039**
Época (E)	4	2511804110**	258321241**	1897031**
Cultivar (C)	2	2105841	4002194	49379*
Sist. de corte (S)	2	494868977**	102065947**	346094**
E*C	8	19565692	6945737**	91276**
E*S	8	45951449**	10843697**	116461**
C*S	4	18882971	3802580	17163
E*C*S	16	21195007	4541839**	47806**
Monocultivo	4	391535416**	50806397**	168291**
Cons. vs. Monoc.	1	27387083	11051770**	116226**
Resíduo	98	15452354	2399226	10955
C.V. (%)		12,88	12,05	12,37

**,* significativo, pelo teste F, a 1% e 5%, respectivamente.

5.1 Rendimento de massa verde

Observa-se que, para esta característica, houve significância para época de semeadura, sistemas de corte e para a interação época de semeadura x sistema de corte.

Em relação à interação, avaliando-se o efeito do fator época dentro de cada sistema de corte, verifica-se que, independente do corte utilizado, as épocas de semeaduras realizadas mais próximas ao início das chuvas (Figura 3.1)

apresentaram os melhores rendimentos, tendo a época 15/nov superado as demais no sistema de corte 1 e se igualado à de 30/out nos sistemas de corte 2 e 3 (Tabela 4). Esses resultados demonstram que o conhecimento da época de semeadura adequada, em conjunto com a altura do sistema de corte para o consórcio sorgo-soja, é de extrema importância para a maximização dos rendimentos, pois reduções significativas no rendimento forrageiro foram observadas.

TABELA 4 Rendimentos de massa verde (kg ha⁻¹) do sorgo obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	36.583	39.039	31.266	27.521	16.516
Monsoy	39.819	40.510	30.908	25.716	14.810
Conquista	39.456	37.508	31.861	28.895	15.352
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média Épocas
30/out		42.108 B	36.694 A	37.056 A	38.619 A
15/nov		46.354 A	37.155 A	33.548 A	39.019 A
30/nov		35.162 C	30.924 B	27.949 B	31.345 B
15/dez		30.490 D	25.359 C	26.282 B	27.377 C
30/dez		16.843 E	14.031 D	15.804 C	15.559 D
Médias dos sistemas		34.192 a	28.833 b	28.128 b	Média Cultivares
Luziânia		32.735	29.542	28.279	30.185
Monsoy		34.997	28.771	27.290	30.353
Conquista		34.843	28.186	28.814	30.614
Sorgo em consórcio					30.384 A
Sorgo em monocultivo					31.808 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.

As épocas de semeadura alteraram significativamente o rendimento de massa verde, podendo-se observar que existe um intervalo ideal de semeadura para se obter as maiores produtividades. Os maiores rendimentos foram observados quando a semeadura foi realizada em 30/out e 15/nov com

rendimento de 38.619 e 39.019 kg ha⁻¹, respectivamente, superando as demais épocas, 30/nov 15 e 30/dez, em 7.274, 11.242, 23.060 e 7.674, 11.642, 23.460 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Esses rendimentos decrescentes em função da época de semeadura indicam que essa característica está intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma, sendo esses prejudicados com o atraso de semeadura. Resultados coincidentes a esses foram verificados por Chielle & Chielle (1985), Vieira (1986), Rizzardi et al. (2000), Dias et al. (2001) que, estudando o efeito dessa característica, também constataram decréscimos com o retardamento da semeadura.

Os sistemas de corte alteraram significativamente o rendimento de massa verde, podendo-se observar que o sistema 1, com rendimento de 34.192 kg ha⁻¹ apresentou o melhor desempenho, superando em 18,58% (5.359 kg ha⁻¹) e 21,55% (6.064 kg ha⁻¹) o rendimento dos sistemas 2 e 3, respectivamente (Tabela 4). Os rendimentos de massa verde mais baixos dos sistemas de corte 2 e 3 podem ser explicados em função da altura de corte, uma vez que o corte a 15 e a 30 cm do solo proporciona redução na coleta de material. Resultados observados por Santos (2006) que, verificando a ação desses sistemas na cultura, constatou que a altura de 15 cm do solo foi a que proporcionou o melhor rendimento.

Quanto ao rendimento do sorgo no sistema consorciado, é importante ressaltar que a presença da soja nas entrelinhas não proporcionou queda no seu rendimento. Conforme pode ser observado pelos dados da Tabela 4, o rendimento médio do sorgo no consórcio (30.384 kg ha⁻¹) foi semelhante ao obtido no monocultivo (31.808 kg ha⁻¹), evidenciando a não concorrência da leguminosa com a gramínea. Resultados semelhantes foram observados por Rezende (1995), Silva (1998), Santos (2006) que, em trabalhos realizados na mesma localidade, não constataram queda significativa no rendimento forrageiro do sorgo, quando em consórcio com a soja. Por outro lado, Corte (2001),

trabalhando com diferentes sistemas de corte e híbridos de sorgo em consórcio com soja, constatou que o rendimento médio dos sistemas de corte em consórcio superou em 7,08% o monocultivo.

5.2 Rendimento de matéria seca

A análise de variância para o rendimento de matéria seca da cultura do sorgo detectou efeito altamente significativo para a época de semeadura, sistemas de cortes e para as interações época x cultivar e época x sistema de corte e interação consórcio vs. monocultivo (Tabela 3).

Avaliando-se o efeito cultivar dentro de cada época de semeadura, constata-se que as cultivares de soja não influenciaram significativamente os rendimentos de sorgo na maioria das épocas de semeadura, exceto para as épocas de semeaduras de 15 e 30/nov com maiores rendimentos para as cultivares Monsoy e Conquista, respectivamente (Tabela 5). Pode-se observar que independente das cultivares de soja, o rendimento do sorgo decresceu com o prolongamento da época de semeadura após o período compreendido entre 15 e 30/nov (Figura 5).

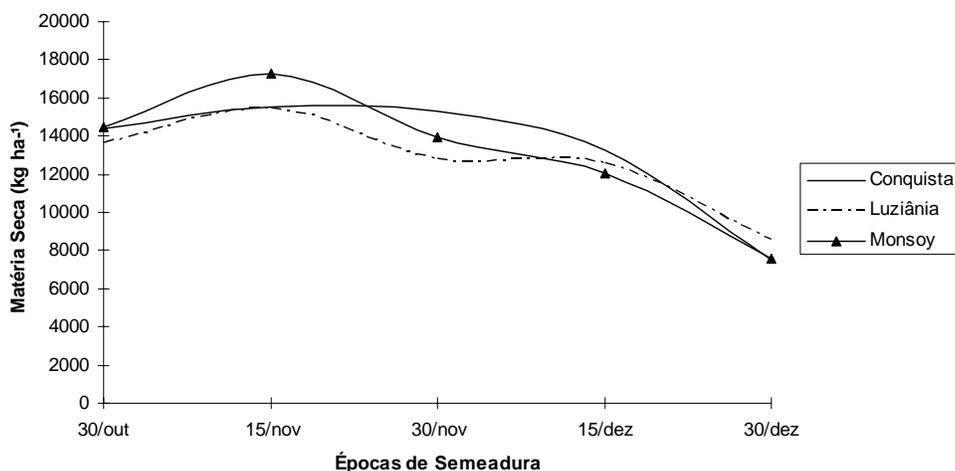


FIGURA 5 Rendimento médio de matéria seca das cultivares Conquista, Luziânia e Monsoy, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Desdobrando-se a interação época x sistema, observa-se que a melhor época de semeadura para o sistema de corte 1 foi a 15/Nov. Para o sistema 2, as épocas 30/out a 30/nov também foram promissoras e para o sistema 3, as épocas 30/out a 15/dez também apresentaram desempenho semelhantes entre si (Tabela 5).

O rendimento médio de matéria seca da cultura do sorgo nas diferentes épocas estudadas apresentou a mesma tendência observada para massa verde. O valor do rendimento de matéria seca encontrado para a cultura do sorgo foi maior com a semeadura em 15/nov, conforme se observa na Tabela 5, com rendimento de 16.089 kg ha⁻¹, superando as demais épocas. Esses valores estão dentro do que é comumente observado na literatura (Flaresso et al., 2000; Rezende et al., 2001; Silva et al., 2004; Vasconcelos, 2004; Rodrigues Filho et al., 2006), que varia de 8,8 t ha⁻¹ a 27,4 t ha⁻¹. Silva (1998), trabalhando com o híbrido AG2002, consorciado com soja na linha de plantio, encontrou rendimento médio de matéria seca de 11.168 kg ha⁻¹ para o sorgo consorciado e de 17.953 kg ha⁻¹ para o híbrido em monocultivo. Santos (2006), estudando o

efeito de espaçamentos e densidade na cultura do sorgo em consórcio com a soja, constatou rendimentos médios de MS variando de 5.787 a 17.516 kg ha⁻¹, o que está de acordo com os rendimentos obtidos no presente trabalho.

TABELA 5 Rendimentos de matéria seca (kg ha⁻¹) do sorgo, obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15/dez	30/dez
Luziânia	13.626 A	15.475 B	12.803 B	12.586 A	8.590 A
Monsoy	14.436 A	17.241 A	13.945 B	12.023 A	7.556 A
Conquista	14.371 A	15.551 B	15.324 A	13.221 A	7.489 A
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média Época
30/out		15.736 B	13.346 A	13.351 A	14.144 B
15/nov		19.705 A	14.923 A	13.639 A	16.089 A
30/nov		15.548 B	13.667 A	12.858 A	14.024 B
15/dez		14.083 C	11.576 B	12.171 A	12.610 C
30/dez		8.364 D	7.142 C	8.129 B	7.878 D
Médias dos sistemas		14.687 a	12.131 b	12.030 b	Média Cultivares
Luziânia		13.908	12.076	11.865	12.616
Monsoy		15.137	12.369	11.615	13.040
Conquista		15.017	11.948	12.609	13.191
Sorgo em consórcio					12.949 A
Sorgo em monocultivo					12.044 B

* 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.

Quanto ao rendimento médio dos três sistemas de corte avaliados, é importante ressaltar que o rendimento do sistema de corte 1 (14.687 kg ha⁻¹) superou em 21,06% (2.556 kg ha⁻¹) e 22,08% (2.657 kg ha⁻¹) os sistemas 2 e 3, respectivamente. As variações nos rendimentos de matéria seca da cultura do sorgo em função dos sistemas de corte estudados seguem o mesmo comportamento encontrado para o rendimento de massa verde.

Em relação ao sistema consorciado vs. monocultivo, verifica-se que, ao

contrário do que aconteceu para o rendimento forrageiro de massa verde, o rendimento de matéria seca do sorgo ($12.949 \text{ kg ha}^{-1}$) no sistema consorciado superou o monocultivo ($12.044 \text{ kg ha}^{-1}$) em 7,51%, indicando que a presença da soja na entrelinha de semeio não altera o rendimento de matéria seca do sorgo. Resultados ainda mais promissores foram obtidos por outros pesquisadores (Oliveira, 1989; Rezende, 1995; Silva, 1998; Silva et al., 2004).

Outro ponto a considerar nesse aspecto é o de que essa diferença seria ainda maior se a média do consórcio não fosse obtida utilizando-se a média dos três sistemas de cortes com 0, 15 e 30 cm e comparada com o monocultivo cortado a 0 cm de altura. Neste trabalho, os sistemas de corte 2 e 3 apresentaram menores rendimentos (12.131 e $12.030 \text{ kg ha}^{-1}$), reduzindo, dessa forma, o rendimento médio dos sistemas consorciados. Esse fato pode ser comprovado ao observar-se o rendimento do sistema 1 ($14.687 \text{ kg ha}^{-1}$) e compará-lo com o rendimento do monocultivo ($12.044 \text{ kg ha}^{-1}$). Há uma diferença de 21,94%, conforme mostrado na Tabela 5.

5.3 Rendimento de proteína bruta

Para o rendimento de proteína bruta, houve efeito significativo para época, cultivar, sistemas de corte e para as interações época x cultivar, época x sistema de corte (Tabela 3).

Verificando o efeito da interação época de semeadura x cultivares, constata-se que os rendimentos de proteína bruta do consórcio foram alterados significativamente, tendo a cultivar Conquista apresentado o maior rendimento na época 30/out e as cultivares Luziânia e Monsoy na semeadura realizada em 15/nov. Nas demais épocas de semeadura, não foi observado incremento significativo, independente da cultivar de soja testada, para o rendimento de matéria seca do sorgo (Tabela 6 e Figura 2.6).

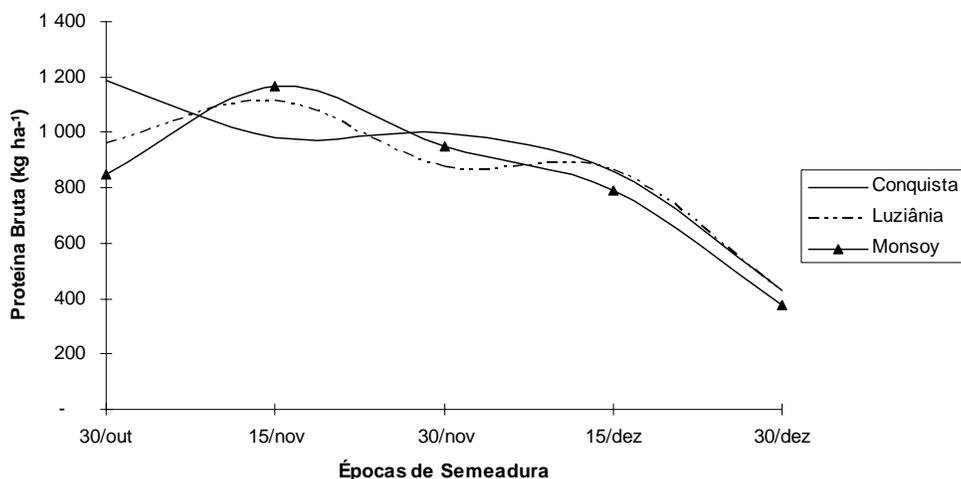


FIGURA 6 Rendimento de proteína bruta das cultivares Conquista, Luziânia e Monsoy, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/2007 e 2007/08.

Em relação à interação épocas x sistemas de corte, verifica-se que, para o sistema 1, a melhor época foi 15/nov; para o sistema 2, 30/out e, para o sistema 3, as épocas 30/out a 15/dez não diferiram entre si. Silva (1998) e Santos (2006) também constataram esse fato utilizando sistemas de corte semelhantes.

Observando-se as Figuras 2.6 e 2.7, independente das cultivares utilizadas, constata-se que os rendimentos de proteína bruta decresceram com o avanço da época de semeadura. Rendimentos crescentes e decrescentes de proteína bruta da cultura do sorgo em relação à época de semeadura indicam que essa característica está intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma. Resultados coincidentes a esses foram verificados por Santos (2006) que, estudando o efeito dessa característica, também constatou efeito semelhante.

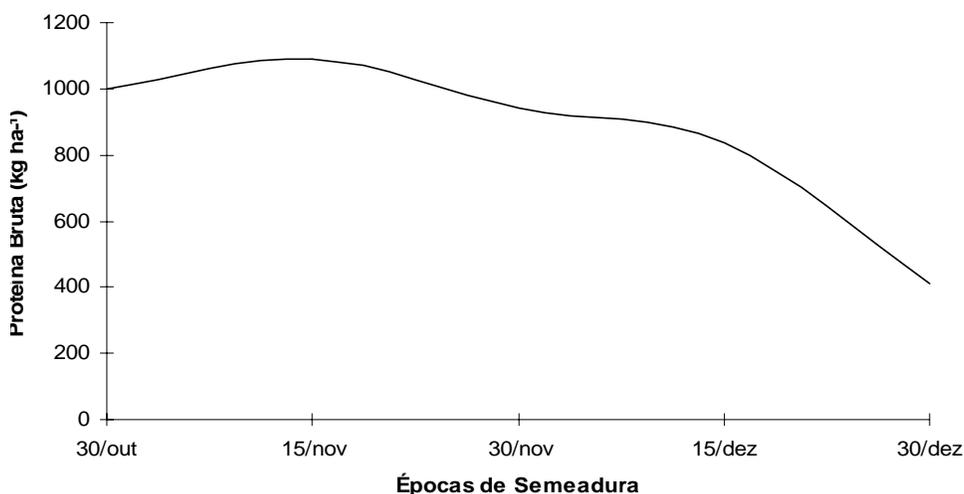


FIGURA 7 Rendimento de proteína bruta, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Os rendimentos de proteína bruta registrados neste trabalho mantiveram-se dentro dos limites expostos em outras pesquisas (Silva, 1998; Corte, 2001; Rezende et al., 2005; Rodrigues Filho et al., 2006). O teor médio de proteína bruta observado, tanto no sistema de consórcio como no monocultivo, foi de 7,4%, valor determinado a partir da matéria seca da cultura. Vasconcelos (2004), em experimento com sorgo forrageiro, obteve valores de proteína bruta de 7,1%. Segundo Keplin (1992), uma silagem de boa qualidade apresenta teor de proteína bruta na faixa de 7,1% a 8,0%. Flaresso et al. (2000) encontraram teores de proteína bruta para sorgo variando entre 6,3% e 7,7%.

Os rendimentos de proteína bruta se assemelham aos observados por Silva et al. (2004) que, trabalhando com diferentes híbridos de sorgo e cultivares de soja para o rendimento de forragem, observaram valores de proteína bruta do sorgo variando de 935 a 1.449 kg ha⁻¹.

Na Tabela 6 pode-se observar que a época de semeadura 15/nov destacou-se com rendimento de 1.088 kg ha⁻¹ de proteína bruta, superando as épocas 30/out, 30/nov, 15 e 30/dez, em 8,90% (89), 15,62% (147), 29,98% (251)

e 65,36% (678 kg ha⁻¹). Esse rendimento crescente e decrescente de proteína bruta da cultura do sorgo em função da época de semeadura indica que essa característica está intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma.

TABELA 6 Rendimentos de proteína bruta (kg ha⁻¹) do sorgo, obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15/dez	30/dez
Luziânia	960 B	1.115 A	877 A	863 A	427 A
Monsoy	848 C	1.168 A	951 A	790 A	375 A
Conquista	1.191 A	982 B	996 A	860 A	428 A
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média época
30/out		1.064 B	1.082 A	851 A	999 B
15/nov		1.360 A	1.028 B	876 A	1.088 A
30/nov		1.011 B	927 C	886 A	941 C
15/dez		911 C	796 C	805 A	837 D
30/dez		408 D	346 D	476 B	410 E
Médias dos sistemas		951 a	836 b	779 c	Média cultivar
Luziânia		923	810	811	848 B
Monsoy		926	834	718	826 B
Conquista		1.004	862	807	891 A
Sorgo em consórcio					855 A
Sorgo em monocultivo					762 B

* 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.

Dentre as cultivares de soja estudadas, a que mais contribuiu para o maior acúmulo de proteína bruta na cultura do sorgo foi a cultivar Conquista, que apresentou rendimento de 891 kg ha⁻¹, superando as cultivares Luziânia e Monsoy em 5,07% (43) e 7,86% (65 kg ha⁻¹), respectivamente (Tabela 6).

Para o fator sistema de corte, foi observado que o rendimento de proteína bruta do sistema 1 (951 kg ha⁻¹), à semelhança do que ocorreu para massa verde

e matéria seca, foi o que proporcionou maiores rendimentos, com acréscimos de 13,75% (115 kg ha^{-1}) e 22,07% (172 kg ha^{-1}), sobre os sistemas de corte 2 e 3, respectivamente, conforme indicado na Tabela 6. Os menores teores de proteína bruta do sistema 2 e 3, possivelmente, estão relacionados com a menor quantidade de material coletado em função da altura do corte. Santos (2006), estudando a ação desses sistemas na cultura, verificou que o corte a 15 cm do solo proporcionou os maiores rendimentos de proteína bruta, superando os sistemas de corte a 0 e 30 cm do solo, com acréscimos de 19,9% e 79,3%, respectivamente.

Comparando-se os rendimentos de proteína bruta do sistema consorciado (855 kg ha^{-1}) com o monocultivo (762 kg ha^{-1}), observa-se um aumento significativo na ordem de 12,20% (93 kg ha^{-1}) entre os dois sistemas (Tabela 6). De maneira geral, os valores de rendimento de proteína bruta observados neste trabalho para a cultura de sorgo, isoladamente, são considerados baixos para suprir a necessidade de bovinos de leite de alta produtividade, necessitando de complementação com outras fontes.

6 CONCLUSÕES

- A época de semeadura alterou significativamente todas as características avaliadas, com destaque para a época de semeadura 15/nov.
- As cultivares de soja aumentaram o rendimento da proteína do sorgo, devido à fixação biológica de N, que veio a ser aproveitada pelo sorgo.
- O sistema de corte 1 apresentou os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura de sorgo consorciada.
- O sistema consorciado da soja na entrelinha do sorgo não causou prejuízo ao rendimento da matéria verde e proporcionou aumento no rendimento de matéria seca e proteína bruta do sorgo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, 684 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas**: 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

CHIELLE, Z. G.; CHIELLE, M. C. Épocas de semeadura em sorgo granífero. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 14., Porto Alegre, 1985. **Anais...** Porto Alegre: IPAGRO, 1985. p.149-155.

CORTE, E. **Sistemas de corte no rendimento forrageiro do consórcio sorgo soja**. 2001. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. de A.; LIRA, M. de A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*sorghum bicolor*, (L.) moench) sobre a composição química da silagem, consumo, rendimento e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 2086-2092, nov./dez. 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Rendimento de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EVANGELISTA, A. R. **Consórcio milho-soja e sorgo-soja: rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo da silagem**. 1986. 77 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G. de; AMARAL, P. N. C. do; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; LOPES, J.; SOARES, L. Q. Composição bromatológica de silagem de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DEWIT). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr. 2005.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. de. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 1608-1615, nov./dez. 2000

KEPLIN, L. A. S. Recomendações de sorgo e milho (silagem) safra 1992/1993. **Revista Batavo**, Castro, v. 1, n. 8, p. 16-19, ago. 1992.

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)**. 1989. 57 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525 p.

REZENDE, P. M. de. **Capacidade competitiva de cultivares de milho e soja consorciados em função do rendimento de grãos e forragem**. 1995. 154 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REZENDE, P. M. de. Maximização da exploração da soja. I: efeito do corte aos 60 dias na produção de feno e grãos da rebrota. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 329-336, mar. 1984.

REZENDE, P. M. de; BUENO, L. C. S.; SEDIYAMA, T.; JUNQUEIRA NETO, A.; LIMA, L. A. de P.; FRAGA, A. C. Épocas de desbaste em experimento com soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes densidades de semeadura. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v 1, p.201-206.

REZENDE, P. M. de; 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**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 475-481, out./dez. 2004.

REZENDE P. M. de; SILVA A. G.; CORTE, E.; BOTREL, E. P. Consórcio sorgo-soja. V: comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 369-374, maio/jun. 2001.

REZENDE, P. M. de; SILVA, A. G.; GRIS, C. F.; CARVALHO E. A. de; Consórcio sorgo-soja. XII: rendimento de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 2005.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VICENTE, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Lavras, 1999. 359 p.

RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G.; PIRES, J. L. F.; NEVES, R. Viabilidade da sucessão girassol/sorgo granífero na região do planalto médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 102-106, maio/ago. 2000.

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMA EM EVIDÊNCIA, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p. 179-201.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Rendimento e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, jan./mar. 2006.

SANTOS, J. P. **Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas no rendimento de forragem**. 2006. 123p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, A. G. **Rendimento de forragem de cultivares de sorgo e soja, consorciadas na linha, em dois sistemas de corte**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, A. G.; REZENDE P. M. de; TOURINHO, M. C. C.; GOMES, L. L.; GRIS, C. F. Consórcio sorgo-soja. X: seleção de híbridos de sorgo e cultivares de soja para produção de forragem. **Revista brasileira de Agrociência**, Campo Grande, v. 10, n. 2, p. 179-184, abr./jun. 2004.

SILVA, J. F. C. da; OBEID, J. A.; FERNANDES, W.; GARCIA, R. Idade de corte do sorgo Santa Eliza (*Sorghum vulgare*, Pers.), para silagem. I: rendimento e característica das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 19, n. 2, p. 98-105, mar./abr. 1990.

VASCONCELOS, R. C. **Resposta de milho e sorgo para silagem a diferentes alturas de corte e datas de semeadura**. Lavras: UFLA, 2004. 124 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VIEIRA, R. E. de. Estudo de cultivares de sorgo em duas épocas de semeadura. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 13., 1984, Pelotas. **Anais...** Pelotas: ABMS, 1986. p.233-241.

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**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, 2002. Especial.

ZAGO, C. P. Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 169-217.

CAPÍTULO 3

CONSÓRCIO SORGO-SOJA. ÉPOCAS DE SEMEADURA DO SORGO, CULTIVARES DE SOJA E SISTEMAS DE CORTES DA PLANTA NO DESEMPENHO FORRAGEIRO DA SOJA

]

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar o rendimento forrageiro da soja [*Glycine max* (L.)Merrill] consorciada na entrelinha com o sorgo cv. Volumax (*Sorghum bicolor* L. Moench), foram conduzidos dois ensaios, nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08, em área experimental do campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, em solo classificado como Latossolo Distroférico típico, textura argilosa, fase cerrado. O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, 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 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado rente ao solo e o segundo, após a rebrota das plantas, também rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo e no terceiro sistema, as plantas também foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm e 30 cm do colo das plantas, respectivamente, e o segundo corte, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. As diferentes épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes avaliados alteraram significativamente os rendimentos de massa verde e matéria seca, com ênfase para o primeiro sistema de corte e para a proteína bruta. O sistema consorciado proporcionou menor rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, comparado ao monocultivo da soja.

2 ABSTRACT

With the objective of evaluate the forage yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] intercropped between rows of sorghum cv. Volumax (*Sorghum bicolor* L. Moench), two experiments were conducted in the agricultural years of 2006/07 and 2007/08 in the experimental campus of the Federal University of Lavras, MG, on soil classified as Typic Distroferric latosol, with a clayey texture, in a cerrado phase. The experimental design used for the intercropping was a randomized blocks in a 5x3x3 factorial scheme with three repetitions consisting of five sowing sorghum dates (Oct/30, Nov/15 and 30 and Dec/15 and 30), three soybean cultivars; Monsoy 8400 (medium cycle), Conquista (medium late cycle) and Luziânia (long cycle), and three cutting systems. In the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, being the first cut made near the soil surface and the second after the resprouting of plants, also close to the ground level both at starch stage of the sorghum grain. In the second and third system, the plants were also cut off twice, being the first cutting at a height of 15 cm and 30 cm from the ground, respectively, and the second cut after the resprouting of the sorghum, at the ground level, both the starch stage of the sorghum grain. The different sowing dates, soybeans cultivars and cutting systems evaluated significantly affected the yields of fresh and dry matter, with emphasis on the first cutting system, and for the crude protein. The use of intercropping system gave lower yields of fresh matter, dry matter and crude protein, when compared to the soybean monoculture.

3 INTRODUÇÃO

A modernização do setor agropecuário brasileiro, regida pelas leis de mercado, reflete na valorização das terras e na maior competitividade de todo setor, perdendo espaço, assim, os sistemas de rendimento extensivos, com baixo emprego de tecnologia e baixos índices de produtividade.

Nesse cenário, pecuaristas de gado que confinam parcial ou totalmente seus rebanhos precisam contar com estoques de forragem, com boa qualidade. A soja, por suas características nutricionais, sua alta produtividade em termos de matéria seca e facilidade para a colheita mecânica, apresenta excelente potencial forrageiro. Além disso, no Brasil, a cultura é amplamente difundida, com cultivares adaptadas às diferentes regiões do país e com um pacote tecnológico completo à disposição dos produtores.

Diante disso, o agropecuarista poderá utilizá-la para melhorar o valor nutritivo do alimento fornecido na época de escassez e diminuir os custos da suplementação proteica com a utilização de alimentos proteicos produzidos na propriedade. Nesse aspecto, o rendimento de forragens em consórcio milho-soja e sorgo-soja tem se destacado, pois esta leguminosa, além de não diminuir a produtividade forrageira da gramínea, aumenta o teor de proteína da silagem e o ganho de peso dos animais (Rezende et al., 2004; Evangelista et al., 2005).

Um caso particular desse interesse é o consórcio entre gramínea e leguminosa para o rendimento de forragem, em regiões onde há intensa atividade de pecuária leiteira, como é o caso da região Sul de Minas, onde o consórcio milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) apresenta-se como uma opção eficiente para o rendimento de forragem, pois a presença da gramínea é marcante (Oliveira, 1986; Rezende, 1992; Carvalho, 1993; Rezende, 1995).

A soja é, atualmente, uma das espécies mais cultivadas no Brasil, sendo o rendimento de grãos a quase totalidade da sua utilização, tanto na alimentação

animal como no consumo humano. As primeiras cultivares de soja trazidas para o Brasil, em 1882, foram estudadas com vistas ao seu potencial como planta forrageira (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 2004). Apesar de não ser esta a principal forma de exploração dessa cultura, a planta de soja apresenta-se como ótima alternativa para a obtenção de volumoso, com considerável valor proteico. Em contrapartida, a utilização dessa oleaginosa para forragem tem sido muito pouco difundida, apesar da qualidade nutritiva e de seu alto potencial de rendimento.

No caso específico das leguminosas, em trabalhos com a utilização de diferentes cultivares de soja para produção de feno, observaram-se variações dentro da espécie quanto à composição química da forragem (Rezende & Carvalho, 1992; Rezende et al., 1997a; Rezende et al., 1997b; Botrel et al., 2003; Silva et al., 2003; Rezende et al., 2004), embora não exista, na mesma proporção, estudos que quantifiquem tais diferenças à medida que o ciclo da cultura avança (Rezende & Takahashi, 1990; Rezende & Carvalho, 1992; Rezende et al., 2001).

Segundo compilação feita por Silva (1998), observa-se que forragem de boa qualidade pode ser obtida a partir do início da formação das vagens até o amarelecimento inicial das folhas em plantas de soja. Segundo Santos & Vieira (1982), a parte aérea da planta de soja, quando cortada até o estágio V13 e fenada, tem, aproximadamente, o mesmo valor nutritivo de outras leguminosas forrageiras, como alfafa e soja perene, embora o máximo rendimento de matéria seca seja alcançado no estágio R7 (maturação fisiológica).

Rezende & Takahashi (1990) submeteram diferentes genótipos de soja a duas épocas de corte. Na primeira época, as plantas foram cortadas aos 60 dias, entre os estádios V8 e V13, definidos por Fehr & Caviness (1977), à altura de 30 cm do solo e a rebrota cortada no estágio R5, rente ao solo; na segunda época, somente um corte no estágio R5, também rente ao solo. Observaram, nos

rendimentos médios de feno, proteína bruta, matéria seca e massa verde, acréscimos de 22%, 36%, 22% e 19%, respectivamente, quando a época compreendeu entre 60 e 100 dias, para os dois cortes. Vale ressaltar que resultados semelhantes a estes também foram obtidos por Rezende & Carvalho (1992).

Rezende et al. (2001), trabalhando com a cv. Cristalina em diferentes épocas de corte (45, 60 e 75 dias após emergência), evidenciaram que os rendimentos de massa verde, feno e matéria seca sofreram acréscimos significativos à medida que se realizaram cortes em estádios mais avançados. Outra pesquisa relata que, para se manter um ótimo balanço entre a qualidade do feno produzido e seu rendimento, o ideal é que o corte seja realizado nas fases de formação e enchimento de vagens, compreendidas entre os estádios reprodutivos R2 e R6 (Munoz et al., 1983).

Nesse contexto, e considerando a importância do rendimento de forragens para a manutenção do rebanho leiteiro da região sulmineira, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura da soja, quando semeada em várias épocas, diferentes cultivares de soja e sistemas de cortes no desempenho forrageiro, consorciada e em monocultivo, visando estabelecer estratégias de manejos adequadas para a sua exploração.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização climática da região

O experimento foi conduzido em área no Departamento de Agricultura, no campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, situada a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., a 918 metros de altitude, em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico típico de textura argilosa, sob vegetação de cerrado (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1999). Na Tabela 1 encontram-se os dados referentes às análises química e física do solo da área experimental.

O clima da região sul de Minas Gerais, segundo a classificação de Koppen, enquadra-se no tipo Cwa (Ometto, 1981). A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação total anual é de 1.529,7 mm, a evaporação total média anual de 1.034,3 mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992).

Os dados relativos à temperatura, à umidade relativa e à precipitação pluviométrica, registrados no período experimental (setembro de 2006 e 2007 a abril de 2007 e 2008), estão apresentados na Figuras 2.1 e 2.2. Utilizou-se irrigação para garantir a emergência das sementes nas datas pré-estabelecidas.

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, com três repetições compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo forrageiro híbrido Volumax (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez); três cultivares de soja: Monsoy 8400 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro e o segundo (rebrotar) cortes rentes ao solo, ambos no estágio de grãos

farináceos do sorgo. No segundo e no terceiro sistema, as plantas também foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm e 30 cm do colo das plantas, respectivamente e o segundo corte, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. Adicionalmente, foi conduzido um ensaio contíguo, em blocos casualizados, com três repetições, para o monocultivo da soja 5 x 3 (cinco épocas de semeadura e três cultivares de soja).

O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo, semeado no espaçamento 80 cm e densidade de 12 plantas por metro para o consórcio. No caso da soja nesse sistema, foi utilizado o espaçamento de 50 cm e densidade de 15 plantas que também foi a utilizada no consórcio. No monocultivo da soja foram realizadas operações convencionais, sendo os cortes realizados uma única vez, na mesma época em que foi realizado o corte do consórcio.

4.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2006/07 e 2007/08, sendo o preparo do solo tipo convencional com aração e gradagem e utilização de irrigação para garantir a semeadura simultânea das duas culturas. As parcelas de sorgo foram constituídas por três linhas com 10,0 m de comprimento, sendo considerada como área útil apenas a fileira central.

O detalhe da parcela experimental é apresentado na Figura 3. Na Figura 4 é mostrada uma vista do tipo de consórcio sorgo e soja utilizado no experimento, aos 50 dias após a emergência. Para as cultivares de soja, foi utilizado o sistema de consórcio na entrelinha do sorgo, utilizando-se também uma linha como área útil.

O desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência (Rezende et al., 1982), para o sorgo e para a soja, deixando-se as densidades relatadas

anteriormente, tanto em monocultivo como em consórcio. Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas Ribeiro et al. (1999), utilizando-se, para a soja, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O e, para o sorgo, 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se, como fonte de N de P₂O₅ e de K₂O, 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*, na proporção de 200 g de inoculante para 50 kg (1.200.000 bactérias/semente) de sementes. Os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade de cada prática em específico. O corte das plantas de soja foi realizado, utilizando-se roçadora costal motorizada.

4.4 Características avaliadas

Após cada corte, foram avaliadas para a cultura da soja, as características descritas a seguir.

4.4.1 Rendimento de massa verde

Todas as plantas de soja da parcela útil foram cortadas, de acordo com o sistema de corte, pesadas em uma balança com carga máxima de 50 kg e precisão de 50 g. Posteriormente, o peso resultante foi convertido para kg ha⁻¹.

4.4.2 Rendimento de matéria seca

Inicialmente, procedeu-se à pesagem de todas as plantas da fileira útil, obtendo-se a massa verde. Posteriormente, 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 isso, estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, até atingir peso constante. Após determinado o valor da matéria seca, foi feita a conversão para kg ha⁻¹.

4.4.3 Rendimento de proteína bruta

A determinação do rendimento de proteína bruta foi realizada a partir do material retirado para a determinação da matéria seca. Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey, com peneiras de 1,0 mm de bitola, guardando-se em recipientes de vidro hermeticamente fechados e devidamente identificados, sendo posteriormente enviados ao Laboratório de Análise Foliar da UFLA.

O rendimento de proteína bruta foi calculado a partir do teor de nitrogênio, que foi determinado utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjeldahl, de acordo com as técnicas da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (1990) e os resultados convertidos para kg ha⁻¹.

4.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância (SISVAR[®]) (Ferreira, 2000), tanto para a soja consorciada como para a soja em monocultivo, de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 1), adaptado de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 1 Esquema de análise de variância combinada para os dados obtidos no ensaio épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e de sistemas de cortes, no rendimento de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Fonte de variação	GL
Blocos	2
(Tratamentos consórcio)	(59)
Época (E)	4
Cultivar (C)	2
Sistema de corte (S)	2
E x C	8
E x S	8
C x S	4
E x C x S	16
(Monocultivo soja)	(14)
Época (E)	4
Cultivar (C)	2
E x C	8
Consórcio vs. Monocultivo	1
Resíduo	118

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância dos rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura da soja são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta (kg ha^{-1}) da soja, obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes da planta no rendimento de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, média anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados médios		
		Massa verde	Matéria seca	PB
Blocos	2	5435315**	509072**	29579*
(Tratamentos)	59	88521835**	9395844**	208332**
Época (E)	4	34833905**	1332844**	44685**
Cultivar (C)	2	11972337**	1496901**	34948**
Sist. De corte (S)	2	5350462**	557346**	9850
E*C	8	1769224*	271334*	4546
E*S	8	961047	100539	4693
C*S	4	456747	53408	2916
E*C*S	16	892783	115636	3087
Época (E)	4	442418750**	36886440**	906993**
Cultivar (C)	2	27221555**	1815261**	12406
E*C	8	20917458**	3009715**	84949**
Cons. vs. Monoc.	1	3019395574**	364622094**	7555901**
Resíduo	118	845909	105062	7101
C.V. (%)		15,08	15,09	25,77

**, * significativo, pelo teste F, a 1% e 5%, respectivamente.

5.1 Rendimento de massa verde

O resumo da análise de variância para o rendimento de massa verde da cultura da soja está apresentado na Tabela 2. Observa-se efeito significativo na época de semeadura, cultivares de soja, sistemas de corte, interação época x cultivar e contraste consórcio vs. monocultivo.

Desdobrando-se a interação cultivar dentro de cada época, verifica-se

que a cultivar Luziânia apresentou maiores rendimentos, independente da época de semeadura, seguida da Monsoy para 30/out, 15/dez e 30/dez (Tabela 3).

TABELA 3 Rendimentos de massa verde (kg ha^{-1}) da soja obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes da planta. UFLA, Lavras, MG, média anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	5.708 A	5.444 A	3.583 A	2.664 A	3.789 A
Monsoy	5.606 A	3.819 B	3.061 B	2.861 A	3.467 A
Conquista	4.889 B	3.819 B	3.061 B	2.189 B	2.078 B
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média Épocas	
30/out	5.717	5.194	5.292	5.401 A	
15/nov	5.208	4.250	3.625	4.361 B	
30/nov	3.478	3.000	3.228	3.235 C	
15/dez	2.703	2.489	2.522	2.571 D	
30/dez	3.556	2.589	3.189	3.111 C	
Médias dos sistemas	4.132 a	3.504 b	3.571 b	Média Cultivares	
Luziânia	4.462	4.195	4.057	4.238 A	
Monsoy	4.313	3.452	3.523	3.763 B	
Conquista	3.622	2.867	3.133	3.207 C	
Soja em consórcio					3.736 B
Soja em monocultivo					13.194 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.

As épocas de semeadura alteraram significativamente o rendimento de massa verde da soja, podendo-se observar que essa característica apresentou a mesma tendência da cultura do sorgo, ou seja, quanto mais cedo foi realizada a semeadura maior foi o rendimento observado. De acordo com os dados da Tabela 3, pode-se observar que a época de semeadura 30/out destacou-se com um rendimento médio de 5.401 kg ha^{-1} , superando as épocas 15 e 30/nov, 30 e 15/dez em 23,84% (1.040), 66,95% (2.166), 73,60% (2.290) e 100,35% (2.829 kg ha^{-1}), respectivamente.

Em relação às cultivares de soja, verificou-se que o rendimento médio da cultivar Luziânia (4.238 kg ha^{-1}) superou o da Monsoy e o da Conquista em 12,62% (475) e 32,14% (1.031 kg ha^{-1}), respectivamente (Tabela 3). Resultados semelhantes de produtividade na soja quanto a cultivares também foram constatados por Gris et al. (2008), que observaram valores semelhantes de massa verde para as cultivares Conquista e Monsoy com cortes relacionados em estádios semelhantes R4 e R5.

Com o auxílio da Figura 1, podem-se observar rendimentos decrescentes de massa verde da cultura da soja com o avanço da época de semeadura, indicando que essa característica está intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma. Resultados similares a esses foram verificados por Urben Filho & Souza (1993) e Barros et al. (2003) que, estudando o efeito da época nessa característica também constataram decréscimos no rendimento de grãos com o retardamento da semeadura.

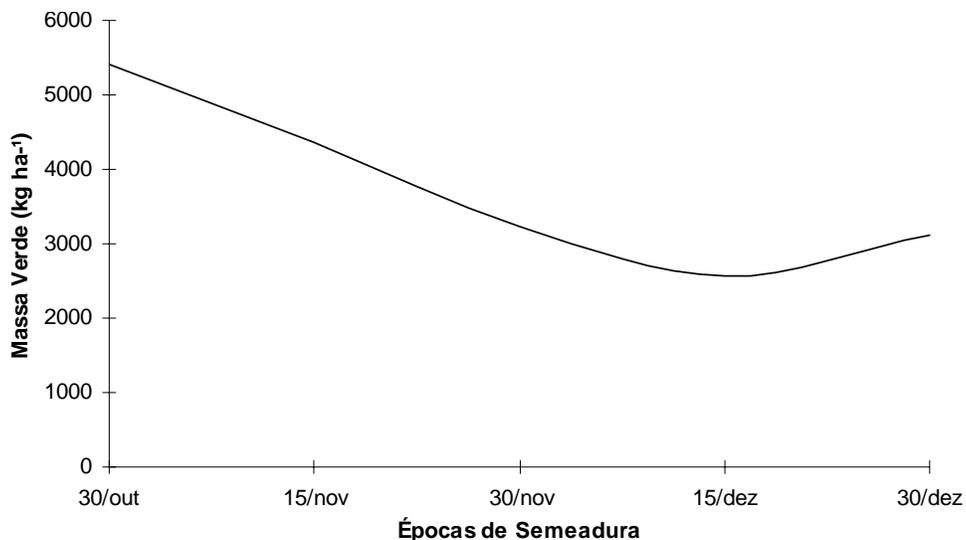


FIGURA 1 Rendimentos médios da massa verde, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Em relação ao sistema de corte verifica-se que o sistema de corte 1 rende

ao solo (4.132 kg ha^{-1}) superou os sistemas de corte 3 e 2 em 15,70% (561) e 17,92% (628 kg ha^{-1}), respectivamente (Tabela 3). Esses resultados eram, até certo ponto, esperados, pois, nesse sistema, houve aproveitamento de toda a área vegetativa da planta. Resultados discordantes foram observados por Corte (2001) que não observou diferenças entre diferentes alturas de corte. Já por outro lado, Santos (2006), estudando o arranjo de plantas na produção de forragem, verificou que o sistema de corte realizado a 15 cm de altura superou o rendimento do corte realizado rente ao solo.

O efeito de competição da cultura do sorgo no rendimento de massa verde da soja é mostrado na interação consórcio vs. monocultivo. Verifica-se, que, em média, o consórcio apresentou rendimento de 3.736 kg ha^{-1} , o que representa decréscimo de 71,87% em relação ao rendimento do monocultivo da soja ($13.194 \text{ kg ha}^{-1}$). Resultados semelhantes foram observados por Rezende (1992), Silva (1998) e Corte (2001) que, trabalhando com as mesmas espécies em consórcio, observaram decréscimos no rendimento de massa verde da soja de 69,3%, 67,5% e 58%, respectivamente. No caso do milho, Oliveira (1986) observou decréscimos de 36% a 83% no rendimento médio de massa verde da soja. Resultados similares foram observados, em anos anteriores, por Evangelista (1986), Oliveira (1989) e Gode & Bobde (1993), que também constataram decréscimos do rendimento da soja, quando consorciada com sorgo.

Essa redução no rendimento de massa verde da cultura pode ser associada, principalmente, à competição interespecífica por radiação solar, conforme já mencionado anteriormente.

5.2 Rendimento de matéria seca

Verifica-se que o rendimento de matéria seca foi significativamente influenciado pela época de semeadura, cultivares de soja, sistemas de corte, interação época x cultivar e o contraste consórcio vs. monocultivo (Tabela 2).

A interação época x cultivar, depois de desdobrada, indicou que, nas épocas de semeadura 30/out, 30/nov e 15/dez, todas as cultivares comportam-se de maneira semelhante. Esse mesmos resultados não foram observados para as épocas de 15/nov, com destaque para a cultivar Luziânia e de 30/dez com as cultivares Luziânia e Monsoy. Observando-se a Tabela 4, verifica-se uma queda no rendimento à medida que se atrasava a época de semeadura.

TABELA 4 Rendimentos de matéria seca (kg ha⁻¹) da soja, obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes da planta. UFLA, Lavras, MG, média anos agrícolas 2006/07 e 2007/08. *

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	1.840 A	1.697 A	1.338 A	1.158 A	1.536 A
Monsoy	1.689 A	1.038 B	1.150 A	1.272 A	1.433 A
Conquista	1.602 A	1.073 B	1.119 A	1.025 A	929 B
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas
30/out		1.832	1.608	1.692	1.711 A
15/nov		1.496	1.193	1.119	1.269 B
30/nov		1.206	1.109	1.293	1.203 B
15/dez		1.214	1.147	1.093	1.151 B
30/dez		1.489	1.083	1.327	1.300 B
Médias dos sistemas		1.447 a	1.228 b	1.305 b	Média cultivares
Luziânia		1.594	1.493	1.455	1.514 A
Monsoy		1.469	1.169	1.311	1.316 B
Conquista		1.278	1.022	1.149	1.150 C
Soja em consórcio					1.327 B
Soja em monocultivo					4.614 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.

Avaliando o efeito da época de semeadura, com o auxílio da Figura 2, observa-se efeito semelhante ao da massa verde, com rendimentos decrescentes de matéria seca com o avanço da época de semeadura. Resultados similares a esses foram verificados por Urben Filho & Souza (1993) e Barros et al. (2003),

que estudaram o efeito dessa característica e também constataram decréscimos no rendimento de grãos com o retardamento da semeadura.

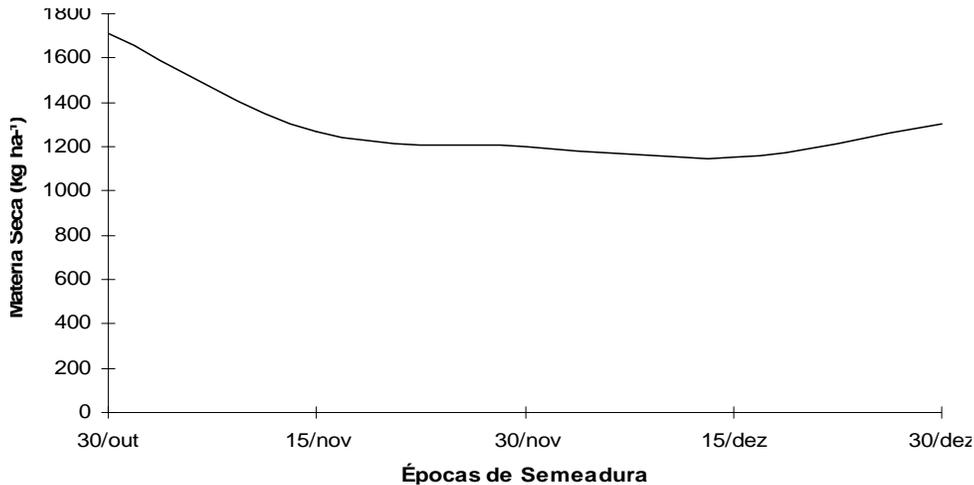


FIGURA 2 Rendimentos de matéria seca, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Os valores de rendimento de matéria seca observados nesse trabalho assemelham-se aos encontrados por Silva (1998) que, consorciando diferentes cultivares de sorgo e soja na linha em dois sistemas de corte, encontrou variações no rendimento médio de matéria seca da soja de 1.312 a 4.323 kg ha⁻¹, com média de 2.385 kg ha⁻¹. Evangelista (1986), trabalhando com consórcio milho e soja, em diferentes densidades, encontrou variação no rendimento de matéria seca da soja na ordem de 1.600 a 3.000 kg ha⁻¹.

Com relação às cultivares de soja, verificou-se a mesma tendência da massa verde: a cultivar Luziânia (1.514 kg ha⁻¹) superou a Monsoy e a Conquista em 15,04% (198) e 31,65% (364 kg ha⁻¹), respectivamente (Tabela 4).

O rendimento médio de matéria seca da cultura da soja nos diferentes sistemas de corte estudados apresentou a mesma tendência observada para massa verde. O sistema de corte 1, rente ao solo (1.447 kg ha⁻¹) superou os sistemas de corte 3 e 2, em 10,88% (142) e 17,83% (219 kg ha⁻¹), respectivamente (Tabela

4). Resultados discordantes foram observados por Corte (2001) que não observou diferenças entre diferentes alturas de corte. Já Santos (2006) observou que o sistema de corte realizado a 15 cm de altura superou o rendimento do corte realizado rente ao solo.

No sistema consorciado, o rendimento de matéria seca da soja foi altamente reduzido pelo efeito da cultura do sorgo, principalmente na competição por radiação solar. Em média, a soja consorciada alcançou apenas 28,76% do rendimento de matéria seca do monocultivo. Esse resultado se assemelha aos encontrados por Corte (2001), com consórcio sorgo-soja, o qual obteve, para a soja consorciada, 31% do rendimento de matéria seca do monocultivo. Silva (1998), trabalhando com consórcio sorgo-soja semeado na mesma linha, observou rendimento de matéria seca da soja consorciada de apenas 24% do rendimento do monocultivo. Rezende (1995), trabalhando com consórcio milho-soja, observou que a soja consorciada produziu, em média, 31% do rendimento do monocultivo. Oliveira (1989) também observou decréscimos no rendimento de matéria seca de soja em sistema consorciado sorgo-soja.

Segundo Larcher (1995), as plantas superiores interceptam a radiação pelas folhas e pelos órgãos verdes, utilizando a energia absorvida na fotossíntese e particionando produtos fotossintéticos para a acumulação de biomassa. Nesse sentido, o rendimento de matéria seca das culturas apresenta correlação positiva com a quantidade de radiação interceptada pelas plantas. Daí os decréscimos observados com a soja, pois a mesma é altamente sombreada pelo sorgo.

Segundo Foroutan-Pour et al. (1999), no consórcio milho-soja, a penetração de luz nas camadas inferiores do dossel diminui com o desenvolvimento da gramínea e, desse modo, existe menos luz disponível para as plantas de soja, diminuindo, conseqüentemente, o acúmulo de fotoassimilados, ocasionando queda no rendimento de matéria seca.

5.3 Rendimento de proteína bruta

A análise de variância para produção de proteína bruta (Tabela 2) detectou efeito altamente significativo para época de semeadura, cultivares e para o contraste consórcio versus monocultivo.

A época de semeadura 30/out superou as demais e, conforme pode ser observado na Tabela 5 e na Figura 3, todas as demais épocas de semeadura apresentaram rendimentos semelhantes entre si, com uma tendência de efeito decrescente com o atraso da época de semeadura, o que também ocorreu para os rendimentos de massa verde e matéria seca.

TABELA 5 Rendimentos de proteína bruta (kg ha^{-1}) da soja, obtidos no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes da planta. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	313	261	212	182	222
Monsoy	284	160	193	201	191
Conquista	244	179	169	158	161
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	288	266	287	280 A	
15/nov	221	193	185	200 B	
30/nov	180	176	218	191 B	
15/dez	189	184	168	180 B	
30/dez	239	151	184	191 B	
Médias dos sistemas	224	194	209	Média cultivares	
Luziânia	238	239	237	238 A	
Monsoy	225	183	209	206 B	
Conquista	208	159	180	182 C	
Média consórcio					209 B
Monocultivo da soja					681 A

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

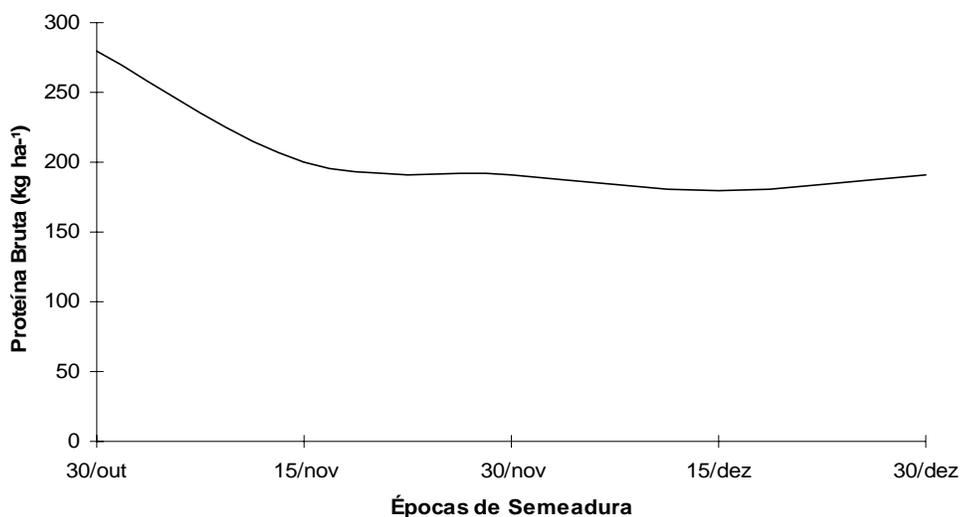


FIGURA 3 Rendimento de proteína bruta, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Com relação às cultivares de soja, verificou-se a mesma tendência da massa verde e da matéria seca. A cultivar Luziânia (238 kg ha^{-1}) superou a ‘Monsoy’ e a ‘Conquista’ em 15,53% (32) e 30,76% (56 kg ha^{-1}), respectivamente (Tabela 5).

Comparando-se o rendimento médio de proteína bruta da cultura da soja no sistema consorciado com o do monocultivo, verificou-se diferença altamente significativa. É importante ressaltar que essa diferenciação ocorre de maneira semelhante ao observado para massa verde e matéria seca. Na Tabela 5, observa-se que o rendimento de proteína bruta da soja no sistema consorciado foi de 209 kg ha^{-1} , correspondendo a 30,69% do obtido em monocultivo (681 kg ha^{-1}). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Corte (2001), que obteve rendimento de proteína bruta em consórcio correspondendo a 33,5% do produzido em monocultivo e por Silva et al. (2004), que alcançou valor de 34,6%.

6 CONCLUSÕES

- As épocas de semeadura proporcionaram aumentos significativos na massa verde, matéria seca e proteína bruta, verificando-se rendimentos decrescentes dessas características com o retardamento da semeadura.
- As cultivares de soja alteraram significativamente o rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, com destaque para a cultivar Luziânia.
- O sistema de corte 1 (0cm) proporcionou maiores rendimentos de massa verde e matéria seca.
- No sistema consorciado, a soja apresentou queda significativa no rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, quando comparada ao seu monocultivo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, 684 p.

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeitos das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 50, n. 291, p. 565-572, set. 2003.

BOTREL, E. P.; REZENDE, P. M. de; EVANGELISTA, A. R.; MORAES, A. R. Avaliação do rendimento forrageiro da soja em quatro sistemas de corte, sucedida por milheto ou milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1122-1129, set./out. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas**: 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

CARVALHO, A. J. C. de. **Comportamento de cultivares e linhagens de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: em consórcio com milho (*Zea mays* L.) de ciclos e portes diferentes**. 1993. 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

CORTE, E. **Sistemas de corte no rendimento forrageiro do consórcio sorgo soja**. 2001. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Rendimento de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de rendimento de soja**: região Central do Brasil. Londrina: Fundação Meridional, 2004. 239p.

EVANGELISTA, A. R. **Consórcio milho-soja e sorgo-soja**: rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo da silagem. 1986. 77 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; LOPES, J.; SOARES, L. Q. Composição bromatológica de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DEWIT). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr. 2005.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

FOROUTAN-POUR, K.; DUTILLEUL, P.; SMITH, D. L. Soybean canopy development as affected by population density and intercropping with corn: fractal analysis in comparison with other quantitative approaches. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 6, p. 1784-1791, Nov./Dec. 1999.

GODE, D. B.; BOBDE, G. N. Intercropping of soybean in sorghum. **PKV Research Journal**, Papua, v. 17, n. 2, p. 128-129, 1993. Abstracts. 1 CD-ROM.

GRIS, C. F.; REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. de A.; BOTREL, E. P.; EVANGELISTA, A. R.; ANDRADE, M. J. B. DE. Épocas de corte e cultivares na composição mineral de feno de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p. 413-419, mar./abr. 2008.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3. ed. Berlin: Springer, 1995. 506 p.

MUNOZ, A. E.; HOLT, E. C.; WEAVER, R. W. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 75, n. 1, p. 147-149, Jan./Feb. 1983.

OLIVEIRA, A. F. de. **Efeito da associação de cultivares de milho [*Zea mays* (L.) e soja *Glycine max* (L.) Merrill] no rendimento e valor nutritivo da forragem**. 1986. 74 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

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)**. 1989. 57 p. Tese (Doutorado em) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525 p.

REZENDE, P. M. de. **Capacidade competitiva de cultivares de milho e soja consorciados em função da produção de grãos e forragem**. 1995. 154 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REZENDE, P. M. de. Consórcio soja-milho. III: efeito da densidade da plantas de soja no rendimento de grãos e outras características das culturas consorciadas. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 181-188, abr./jun. 1992.

REZENDE, P. M. de; ANDRADE, M. J. B. de; RESENDE, G. M.; BOTREL, E. P. Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. XIII: efeito da época de corte e da adubação fosfatada na produção de feno e grãos da rebrota. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 299-310, mar./abr. 2001.

REZENDE, P. M. de; BLANK, A. F.; REZENDE, G. M. de. Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. XII: efeito de sistemas de corte e cultivares na produção de feno. **Ensaio e Ciência**, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 131-141, dez. 1997a.

REZENDE, P.M. de; BUENO, L.C.S.; SEDIYAMA, T.; JUNQUEIRA NETO, A; LIMA, L.A. de P.; FRAGA, A. C. Épocas de desbaste em experimento com soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes densidades de semeadura. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v 1, p.201-206.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. R. de. Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. X: efeito de sistemas de corte, adubação nitrogenada no plantio e cultivares na produção de feno. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 260-269, abr./jun. 1992.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. R. de; REZENDE, G. M. de. Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. XI: efeito de sistemas de corte e da adubação nitrogenada em cobertura na seleção de cultivares para produção de feno. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 457-464, out./dez. 1997.

REZENDE, P. M. de; 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 na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo de sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 475-481, out./dez. 2004.

REZENDE, P. M. de; TAKAHASHI, S. Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. IX: efeito do sistema de cortes na seleção de cultivares para produção de feno. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 44-55, jan./abr. 1990.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VICENTE, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Lavras, 1999. 359 p.

SANTOS, J. P. **Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem**. 2006. 123p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, O. S. dos; VIEIRA, C. Crescimento e qualidade nutritiva da planta de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 29, n. 161, p. 107-115, jan./mar. 1982.

SILVA, A. G. **Rendimento de forragem de cultivares de sorgo e soja, consorciados na linha, em dois sistemas de corte**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M. de; 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**, Campo Grande, 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, na produção de Forragens de Sorgo e Soja Consorciados na Linha e do Sorgo em monocultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 451-461, abr./jun. 2003.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, E. N.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos Cerrados**, Belo Horizonte: POTAFOS, 1993. p. 267-295.

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**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, 2002. Especial.

CAPÍTULO 4

**CONSÓRCIO SORGO-SOJA. ÉPOCAS DE SEMEADURA DO SORGO,
CULTIVARES DE SOJA E SISTEMAS DE CORTES NO RENDIMENTO
DE FORRAGEM DAS CULTURAS CONSORCIADAS**

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de corte no consórcio das culturas de sorgo cv. Volumax (*Sorghum bicolor* L. Moench) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na entrelinha, visando analisar o rendimento de forragem, foram conduzidos dois ensaios nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08, na área experimental do campus da Universidade Federal de Lavras, em Latossolo distroférico típico. O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, 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 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado rente ao solo e o segundo, após a rebrota das plantas, também rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo e no terceiro sistema, as plantas também foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm e 30 cm do colo das plantas, respectivamente, e o segundo corte, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo, adotando-se o espaçamento de 80 cm e densidade de 12 plantas por metro, tanto no consórcio como no monocultivo do sorgo, definidos em trabalhos anteriores como um dos mais promissores para o sistema. Adicionalmente, foram conduzidos dois outros ensaios contíguos, em blocos casualizados com três repetições para o monocultivo da soja 5 x 3 (cinco épocas de semeadura e 3 cultivares de soja e sorgo semeado nas cinco épocas já relatadas anteriormente). A época de semeadura e o sistema de corte influenciaram significativamente o rendimento forrageiro, com destaque para o sistema de corte 1. As cultivares de soja não apresentaram diferenças significativas entre si. A utilização do sistema consorciado proporcionou maior rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, quando comparado ao monocultivo do sorgo.

2 ABSTRACT

With the objective of evaluate sowing dates, soybean cultivars and cutting systems in the intercropping of sorghum cv. Volumax (*Sorghum bicolor* L. Moench) and soybean [*Glycine max* (L.) Merrill], in order to analyze the forage yield, two experiments were conducted in the agricultural years of 2006/07 and 2007/08, at the Experimental Campus of the University Federal of Lavras, in a Typic Distroferric latosol. The experimental design used for the intercropping was a randomized blocks in a 5x3x3 factorial scheme with three repetitions consisting of five sowing sorghum dates (Oct/30, Nov/15 and 30 and Dec/15 and 30), three soybean cultivars; Monsoy 8400 (medium cycle), Conquista (medium late cycle) and Luziânia (long cycle), and three cutting systems. In the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, being the first cut made near the soil surface and the second after the resprouting of plants, also close to the ground level both at starch stage of the sorghum grain. In the second and third system, the plants were also cut off twice, being the first cutting at a height of 15 cm and 30 cm from the ground level, respectively, and the second cut after the resprouting of the sorghum, at the ground level, both the starch stage of the sorghum grain. The cropping system employed was the intercropping of the soybean in between the sorghum rows by adopting a spacing distance of 80 cm and a density of 12 plants per meter, in both the consortium and the monoculture of the sorghum, as defined in previous studies as one of the most promising for the system. In addition, were conducted two other contiguous experiments in randomized blocks design with three repetitions for the soybean monoculture 5 x 3 (five sowing dates and 3 cultivars of soybeans and sorghum sown in the five times periods previously reported. The sowing date and harvesting system significantly influenced on the forage yield, with emphasis on the cutting system (1). The soybean cultivars were not significantly different from each other. The use of intercropping systems gave higher yields of fresh matter, dry matter and crude protein when compared to the monoculture of sorghum.

3 INTRODUÇÃO

O consórcio de plantas forrageiras é uma técnica realizada há alguns anos e consiste na prática de cultivo de duas ou mais culturas no mesmo local, visando aumentar o rendimento por unidade de área e a qualidade do produto obtido. Em regiões onde há intensa atividade da pecuária leiteira, como é o caso da região sul de Minas Gerais, o consórcio milho (*Zea mays*)-soja (*Glycine max*) é um dos mais utilizados, pois a presença da gramínea é marcante.

Uma cultura tradicionalmente utilizada para o rendimento de alimento para os bovinos é o milho, no entanto, a sua crescente procura para a alimentação humana, aliada às produções limitadas em determinados anos, tem levado os pesquisadores a procurarem formas alternativas para a alimentação de ruminantes. No entanto, o milho tem seu rendimento e valor nutritivo variando muito de um ano para outro, por ser uma cultura muito sensível à disponibilidade de água no solo (Pinho et al., 2007) e pouco estudada para fins de ensilagem em condições de safrinha (Guareschi et al., 2008).

Dentre as diversas espécies de plantas forrageiras cultivadas pelo homem, a cultura do sorgo apresenta-se como uma espécie promissora na obtenção de silagens, pois, além da inexistência de competição com produtos destinados ao consumo humano, suas características nutritivas e de cultivo são muito semelhantes às do milho.

O sorgo apresenta também a vantagem de menor custo de rendimento, pois a realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura proporciona economia nos trabalhos de preparo do solo, semeadura, no uso de sementes e, ainda, pela possibilidade de uso mais intensivo da terra. Sendo assim, pelas suas características de cultivo e valor nutritivo, tem sido estudado como sucedâneo ao milho, principalmente nas regiões semiáridas e tropicais,

onde se constata melhor rendimento (Pal et al., 1991; Gode & Bobde, 1993; Dias et al., 2001; Corte, 2001; Santos et al., 2009).

A forma mais usual de utilização do sorgo na alimentação de bovinos é via silagem, pois constitui num volumoso de bom valor energético, porém, deficiente em proteína, necessitando de suplementação com concentrados proteicos, o que tem refletido de maneira negativa nos custos de rendimento.

Para obter esse sucesso, o agricultor pode utilizar a técnica de rendimento de forragem consorciando uma leguminosa (soja) a uma gramínea (milho ou sorgo), obtendo, assim, um alimento com teor mais elevado de proteínas produzidas dentro da própria propriedade. Essa técnica de rendimento tem se destacado, uma vez que a leguminosa, além de não diminuir a produtividade forrageira da gramínea, aumenta o teor de proteína da silagem e o ganho de peso dos animais (Rezende et al., 2004; Evangelista et al., 2005).

A soja, por outro lado, quando utilizada individualmente em forma de feno, demonstrou ser fonte de minerais (Gris et al., 2008). Por isso, pesquisas visando à utilização da soja na ensilagem, junto com o sorgo, têm sido realizadas visando determinar cultivares mais apropriadas e técnicas de manejo para se obter maior rendimento. Diversos autores têm evidenciado o comportamento diferencial de cultivares de soja, altura de corte e épocas de semeadura, quanto ao rendimento e à qualidade do feno obtido (Rezende et al., 1997; Botrel et al., 2003; Rezende et al., 2005; Santos et al., 2009).

Santos et al. (2009), em pesquisa envolvendo consórcio sorgo soja na entrelinha, observaram maiores rendimentos forrageiros e melhor qualidade nutricional do consórcio em relação ao monocultivo. Estes mesmos autores verificaram, ainda, que o sistema de corte a 15 cm do colo das plantas em consórcio sorgo-soja proporcionou maiores rendimento forrageiro em comparação com o monocultivo do sorgo.

Nesse contexto, existem alguns relatos mostrando a vantagem do consórcio sobre o monocultivo, comparando o rendimento de grãos ou de forragem, visando constatar a viabilidade desse sistema (Rezende et al., 2004; Evangelista et al., 2005; Santos et al., 2009). Além disso, sistemas de manejo convencionais (monocultura), que favorecem os processos de erosão, têm perdido espaço e a adoção de manejos de solo mais conservacionistas tem sido adotada no intuito de minimizar os prejuízos ao meio ambiente (Azevedo et al., 2007), como é o caso do consórcio, que promove uma cobertura melhor da área.

Diante do exposto e, considerando a importância do rendimento de forragens para a manutenção do rebanho leiteiro, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho médio, em dois anos agrícolas, de diferentes épocas de semeadura, cultivares de soja e sistema de corte no rendimento forrageiro das culturas consorciadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização climática da região

O experimento foi conduzido em área no Departamento de Agricultura, no campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, situada a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., 918 m de altitude e em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico típico de textura argilosa, sob vegetação de cerrado (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1999). Na Tabela 1 encontram-se os dados referentes às análises química e física do solo da área experimental.

O clima da região Sul de Minas Gerais, segundo a classificação de Koppen, enquadra-se no tipo Cwa (Ometto, 1981). A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação total anual é de 1.529,7 mm, a evaporação total do ano é de 1.034,3 mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992).

Os dados relativos à temperatura, à umidade relativa e à precipitação pluviométrica, registrados no período experimental (setembro de 2006 e 2007 a abril de 2007 e 2008), estão apresentados na Figuras 2.1 e 2.2. A fim de garantir a germinação das sementes nas épocas pré-estabelecidas, foi utilizada irrigação suplementar.

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, com três repetições compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo forrageiro híbrido Volumax (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez), três cultivares de soja; Monsoy 8400 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo

o primeiro e o segundo corte (rebrotas) realizados rente ao solo, no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio 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. Adicionalmente, foi conduzido outro ensaio contíguo, em blocos casualizados, com três repetições, para o monocultivo sorgo, semeado nas cinco épocas já relatadas anteriormente.

O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo semeado no espaçamento de 80 cm e densidade de 12 plantas por metro, tanto para o consórcio como para o monocultivo, definidos em trabalho anterior (Santos et al., 2006) como os mais promissores para o sistema.

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).

4.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2006/07 e 2007/08, sendo o preparo do solo tipo convencional com irrigação, a fim de garantir a semeadura simultânea das duas culturas nas cinco épocas pré-estabelecidas. As parcelas de sorgo foram constituídas por três linhas com 10,0 m de comprimento, sendo considerada como área útil apenas a fileira central.

O detalhe da parcela experimental é apresentado na Figura 3. Na Figura 4 é mostrada uma vista do tipo de consórcio sorgo e soja utilizado no experimento, aos 50 dias após a emergência.

Para as cultivares de soja foi utilizado o sistema de consórcio na entrelinha do sorgo, utilizando-se também uma linha como área útil. O desbaste

foi realizado aos 25 dias após a emergência (Rezende et al., 1982), para ambas as culturas, tanto em monocultivo como em consórcio.

Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas por Ribeiro et al. (1999), utilizando-se, para a soja, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O e, para o sorgo, 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura, aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se, como fonte de N de P₂O₅ e de K₂O, 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*, na proporção de 200 g de inoculante para 50 kg (1.200.000 bactérias/semente) de sementes. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme a necessidade de cada prática em específico. O corte das plantas de sorgo e soja foi realizado utilizando-se roçadora costal motorizada.

4.4 Características avaliadas

Após cada corte, foram avaliadas, para a cultura do sorgo e da soja, as características descritas a seguir.

4.4.1 Rendimento de massa verde

Todas as plantas da parcela útil foram cortadas de acordo com o sistema de corte 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⁻¹.

4.4.2 Rendimento de matéria seca

Inicialmente, procedeu-se à pesagem de todas as plantas da fileira útil, obtendo-se a massa verde. Posteriormente, 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 isso, estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, até atingir peso constante. Após determinado o valor da matéria seca, foi feita a conversão para kg ha⁻¹.

4.4.3 Rendimento de proteína bruta

A determinação do rendimento de proteína bruta foi realizada a partir do material retirado para a determinação da matéria seca. Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey, com peneiras de 1,0 mm de bitola, guardando-se em recipientes de vidro hermeticamente fechados e devidamente identificados, sendo posteriormente enviados ao Laboratório de Análise Foliar da UFLA.

O rendimento de proteína bruta foi calculado a partir do teor de nitrogênio, que foi determinado utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjeldahl, de acordo com as técnicas da Association of Official Agricultural Chemists - A.O.A.C. (1990) e os resultados convertidos para kg ha⁻¹.

4.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância (SISVAR®) (Ferreira, 2000), tanto para o consórcio sorgo-soja como para o sorgo em monocultivo. Esse procedimento foi realizado de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2), adaptada de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta, para as culturas consorciadas sorgo-soja, são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Resumo da análise de variância para os rendimentos médios de massa verde, matéria seca e proteína bruta (kg ha⁻¹), obtidos do consórcio das culturas de sorgo e soja, no ensaio épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		Massa verde	Matéria seca	Proteína bruta
Blocos	2	768323247**	4507024	13693
(Tratamentos)	49	323065243**	36478768**	284579**
Consórcio				
Época (E)	4	2962519260**	257924481**	2145009**
Cultivar (C)	2	4068546	954235	36215
Sist. de corte (S)	2	601012017**	120434260**	433562**
E*C	8	20604134	6392629*	80762**
E*S	8	55318044**	11010160**	120735**
C*S	4	24731994	4421572	19767
E*C*S	16	26585864	5277479**	52086**
Monocultivo	4	391535416**	50806397**	168291**
Cons. vs. Monoc.	1	72137869*	68410867**	1227206**
Resíduo	98	15716442	2401909	12592
C.V. (%)		11,70	11,01	10,86

** , * significativo, pelo teste F, a 1% e a 5%, respectivamente.

5.1. Rendimento de massa verde

De acordo com a análise de variância para o rendimento de massa verde do consórcio, verifica-se que as épocas de semeadura, os sistemas de corte e a interação época x sistema de corte empregados alteraram significativamente o seu desempenho (Tabela 1).

Com relação à interação época x sistema de corte, fazendo o

desdobramento do fator época dentro do sistema de corte, pode-se observar que, para o sistema de corte 1, a melhor época de semeadura foi a 15/nov, enquanto para o sistema de corte 2, a melhor época de semeadura foi 30/out e 15/nov e, no sistema 3, a melhor época de semeadura foi a realizada em 30/out (Tabela 2).

TABELA 2 Rendimentos de massa verde (kg ha^{-1}) do consórcio sorgo-soja, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08. *

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	42.292	44.483	34.849	30.184	20.305
Monsoy	45.425	44.330	33.969	28.577	18.277
Conquista	44.344	41.328	34.811	31.084	17.541
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	47.825 B	41.889 A	42.347 A	44.020 A	
15/nov	51.562 A	41.405 A	37.173 B	43.380 A	
30/nov	38.528 C	33.924 B	31.177 C	34.543 B	
15/dez	33.193 D	27.848 C	28.805 C	29.948 C	
30/dez	20.510 E	16.620 D	18.992 D	18.708 D	
Médias dos sistemas	38.324 a	32.337 b	31.699 b	Média cultivares	
Luziânia	37.196	33.737	32.336	34.423	
Monsoy	39.311	32.223	30.813	34.115	
Conquista	38.464	31.053	31.948	33.822	
Sorgo + soja em consórcio					34.120 A
Sorgo em monocultivo					31.808 B

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

As épocas de semeadura alteraram significativamente o rendimento de massa verde do consórcio, podendo-se observar um rendimento decrescente à medida que se atrasa a semeadura. De acordo com os dados da Tabela 2, verifica-se que as épocas de semeadura 30/out e 15/nov destacaram-se, proporcionando rendimentos de 44.020 e 43.380 kg ha^{-1} , superando as épocas 30/nov, 15 e 30/dez em 9.477, 14.072, 25.312 kg ha^{-1} e em 8.837, 13.432,

24.672 kg ha⁻¹, respectivamente.

De acordo com o gráfico da Figura 1, observam-se rendimentos decrescentes de massa verde com o avanço da época de semeadura, sendo verificado o mais baixo rendimento na última época, 30/dez. Esses resultados indicam que essa característica encontra-se intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma. Nas épocas mais tardias de semeadura, normalmente, ocorre diminuição de chuvas e de temperatura, o que leva essas culturas a diminuírem seus rendimentos. Resultados similares a esses foram verificados por Urben Filho & Souza (1993), Barros et al. (2003) e Vasconcelos (2004), que estudaram o efeito dessa característica e também constataram decréscimos no rendimento de grãos com o retardamento da semeadura.

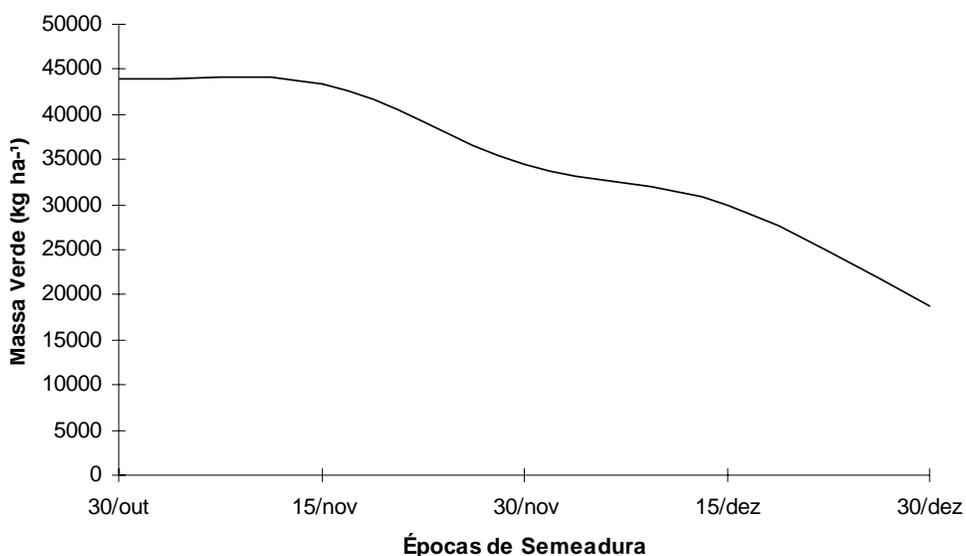


FIGURA 1 Rendimentos de massa verde do consórcio sorgo-soja, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Quanto aos sistemas de corte, ocorreu maior rendimento de massa verde para o corte realizado rente ao solo (sistema de corte 1), com rendimento de 38.324 kg ha⁻¹, superando os sistemas 2 e 3 em 18,51% (5.987) e 20,89% (6.625

kg ha⁻¹), respectivamente. Resultados discordantes foram observados por Corte (2001) que não observou diferenças entre diferentes alturas de corte. Já Santos et al. (2009) observaram que o sistema de corte realizado a 15 cm de altura superou o rendimento do corte realizado rente ao solo.

No contraste consórcio vs. monocultivo (Tabela 2), é importante ressaltar que o rendimento médio de massa verde foi incrementado significativamente, mostrando que a presença da soja consorciada na entrelinha do sorgo, ao contrário do que muitos pensam, não compete com a gramínea, observando-se um acréscimo na ordem de 7,26% do consórcio (34.120 kg ha⁻¹) em relação ao monocultivo (31.808 kg ha⁻¹). Valores semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2000), que não encontraram diferença entre os rendimentos do monocultivo de sorgo e do consórcio sorgo-soja semeados na linha, e se assemelham aos de Corte (2001) e os de Rezende et al. (2005), que confirmam a vantagem do sistema consorciado na entrelinha em relação ao monocultivo. Esses resultados concordam também com os obtidos por Santos et al. (2009), na mesma área. Trabalhando com outro híbrido de sorgo, estes autores verificaram rendimento do sistema consorciado (61.889 kg ha⁻¹) superior ao monocultivo do sorgo (51.170 kg ha⁻¹), com acréscimo de 20,9% (10.719 kg ha⁻¹).

5.2 Rendimento de matéria seca

O resumo da análise de variância para o rendimento de matéria seca encontra-se na Tabela 1. De acordo com os resultados da análise dos tratamentos envolvendo o consórcio das duas culturas, observa-se efeito significativo para época de semeadura, sistemas de corte, interação cultivar época de semeio, sistema de corte época de semeadura e consórcio versus monocultivo.

Avaliando-se o efeito do fator época dentro das cultivares, verifica-se que essas apresentaram o mesmo comportamento nas diferentes épocas, exceto

na semeadura realizada em 30/nov, com destaque para cultivar Conquista, que superou a Monsoy em 8,85% (1.337) e a Luziânia em 16,19% (2.290 kg ha⁻¹), conforme indicado na Tabela 3 e na Figura 2.

TABELA 3 Rendimentos de matéria seca (kg ha⁻¹) do consórcio sorgo-soja, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	15.466 A	17.172 A	14.142 B	13.744 A	10.126 A
Monsoy	16.103 A	18.279 A	15.095 B	13.295 A	8.990 A
Conquista	16.018 A	16.624 A	16.432 A	14.246 A	8.702 A
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas
30/out		17.546 B	14.954 A	15.088 A	15.862 B
15/nov		21.201 A	16.116 A	14.758 A	17.358 A
30/nov		16.742 B	14.776 A	14.151 A	15.223 C
15/dez		15.298 C	12.723 B	13.264 A	13.762 D
30/dez		10.136 D	8.225 C	9.456 B	9.273 E
Médias dos sistemas		16.185 a	13.359 b	13.343 b	Média cultivares
Luziânia		15.502	13.569	13.320	14.130
Monsoy		16.593	13.537	12.926	14.352
Conquista		16.459	12.969	13.785	14.404
Média consórcio					14.296 A
Média monocultivo					12.044 B

*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.

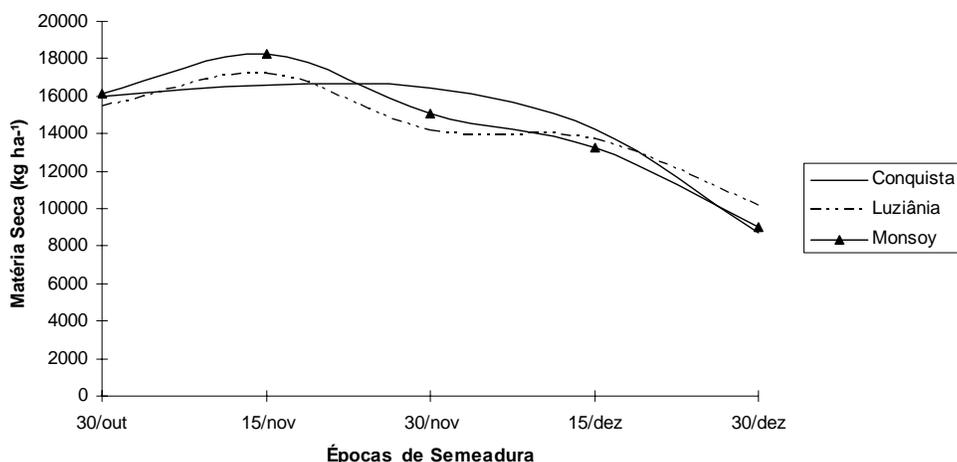


FIGURA 2 Rendimento de matéria seca do consórcio sorgo-soja de três cultivares de soja, em função de épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Estudando o efeito do fator época dentro de cada sistema de corte, observa-se, na Tabela 3, que, para o sistema de corte 1, a semeadura em 15/nov proporcionou maior rendimento ($21.201 \text{ kg ha}^{-1}$), enquanto para os sistemas 2 e 3 as épocas foram de 30/out a 30/nov e 30/out a 15/dez, respectivamente.

Os sistemas de corte alteraram significativamente o rendimento de matéria seca do consórcio, podendo-se observar que o sistema 1, com rendimento de $16.185 \text{ kg ha}^{-1}$, apresentou o melhor desempenho, com acréscimo de 21,15% (2.826 kg ha^{-1}) e 21,29% (2.842 kg ha^{-1}) em relação aos sistemas de corte 2 e 3, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, Santos et al. (2009), trabalhando com sistemas consorciados sorgo-soja na mesma área, observaram que a altura de corte a 15 cm proporcionou maiores rendimentos de matéria seca. Pedó et al. (2008) observaram que o aumento na altura de corte das plantas aumentou o teor de matéria seca em silagem de milho safrinha.

Em relação ao rendimento médio das cinco épocas de semeadura avaliadas (Tabela 3), é importante ressaltar que o maior rendimento de matéria seca foi obtido na época 15/nov, com produtividade de $17.358 \text{ kg ha}^{-1}$,

superando em 9,43% (1.496), 14,02% (2.135), 26,12% (3.596) e 87,18% (8.085 kg ha⁻¹) as épocas 30/out, 30/nov e 15 e 30/dez, respectivamente. Conforme se pode observar também na Figura 3 é o período mais recomendado para a semeadura das forrageiras. Esse efeito decrescente no rendimento de matéria seca mostra que essa característica está relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma. Efeito semelhante também foi encontrado para o rendimento de massa verde.

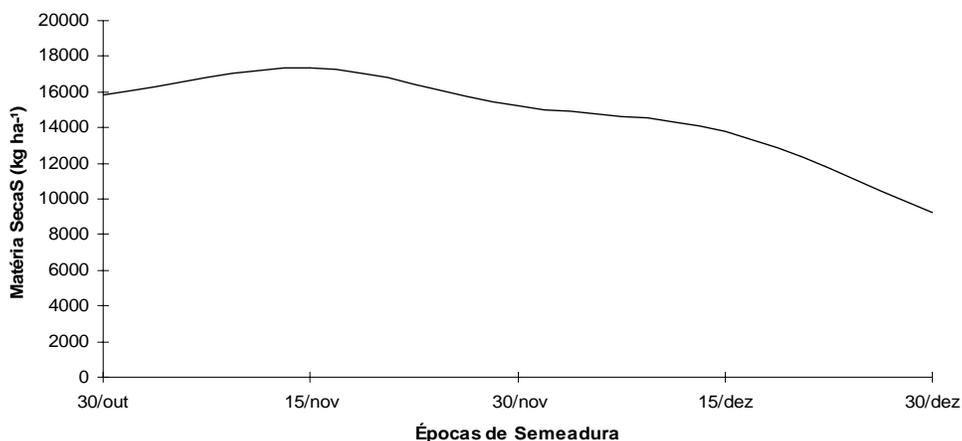


FIGURA 3 Rendimentos de matéria seca do consórcio sorgo-soja, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

O maior rendimento do sorgo no sistema consorciado comprova que a presença da soja nas entrelinhas não proporciona queda no seu rendimento forrageiro. Conforme pode ser observado nos dados da Tabela 3, o rendimento médio do sorgo no consórcio (14.296 kg ha⁻¹) foi superior ao obtido no monocultivo (12.044 kg ha⁻¹), evidenciando a não concorrência da leguminosa com a gramínea, proporcionando aumento da ordem de 18,69% (2.252 kg ha⁻¹). Resultados semelhantes foram constatados por Oliveira (1989), Rezende (1995) e Silva (1998), com aumentos no rendimento de MS em cultivos consorciados em relação ao monocultivo, de 5,4%, 6,3% e 2,8%, respectivamente, quando o

consórcio sorgo-soja foi realizado na linha. Corte (2001) e Santos et al. (2009), trabalhando com consórcio sorgo-soja na entrelinha, verificaram que, em média, os sistemas consorciados superaram o monocultivo em 56,7% e 12,8% respectivamente.

5.3 Rendimento de proteína bruta

De acordo com o resumo da análise de variância para o rendimento de proteína bruta total, apresentado na Tabela 1, verificam-se diferenças significativas para época de semeadura, sistemas de corte e para as interações época x cultivar, época x sistema de corte e para o contraste consórcio vs. monocultivo.

Estudando-se o fator época dentro de cada cultivar (Tabela 4 e Figura 4), verifica-se que as épocas de semeadura 30/out e 15/nov apresentaram resposta diferencial em função das cultivares testadas, com destaque para ‘Conquista’, em 30/out e ‘Luziânia’ e ‘Monsoy 8400’, em 15/nov. Para as outras épocas não foi verificada diferença significativa entre as cultivares.

TABELA 4 Rendimentos de proteína bruta (kg ha^{-1}) do consórcio sorgo-soja, em função das épocas de semeadura, cultivares de soja e de sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08. *

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	1.272 B	1.376 A	1.089 A	1.044 A	648 A
Monsoy	1.132 C	1.328 A	1.143 A	991 A	566 A
Conquista	1.435 A	1.161 B	1.165 A	1.017 A	589 A
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	1.353 B	1.348 A	1.138 A	1.280 A	
15/nov	1.582 A	1.221 B	1.062 A	1.288 A	
30/nov	1.191 C	1.103 C	1.104 A	1.133 B	
15/dez	1.100 C	979 D	973 B	1.018 C	
30/dez	648 D	497 E	660 C	601 D	
Médias dos sistemas	1.175 a	1.030 b	987 b	Média cultivares	
Luziânia	1.160	1.050	1.048	1.086	
Monsoy	1.151	1.018	927	1.032	
Conquista	1.212	1.022	987	1.074	
Média consórcio					1.064 A
Média monocultivo					762 B

*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.

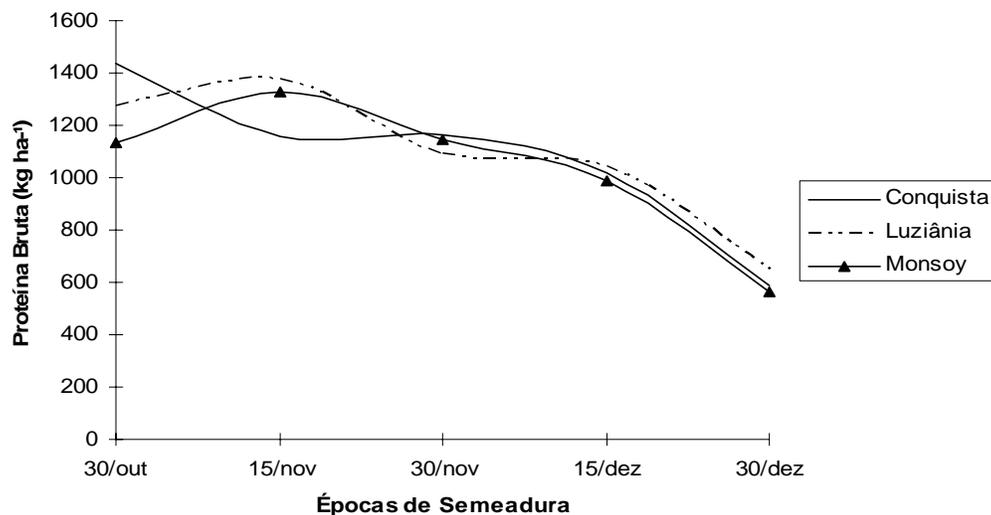


FIGURA 4 Rendimento de proteína bruta do consórcio sorgo-soja, em função de três cultivares de soja e das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Em relação à interação época x sistema de corte significativa, estudando-se o fator sistema dentro das épocas de semeadura (Tabela 4), pode-se observar que, para o sistema de corte 1 (0 cm do solo), a melhor época de semeadura é 15/nov; para o sistema de corte 2, foi a época 30/nov e, para o sistema de corte 3, a época para os maiores rendimentos compreende o período entre 30/out e 15/nov (Figura 5).

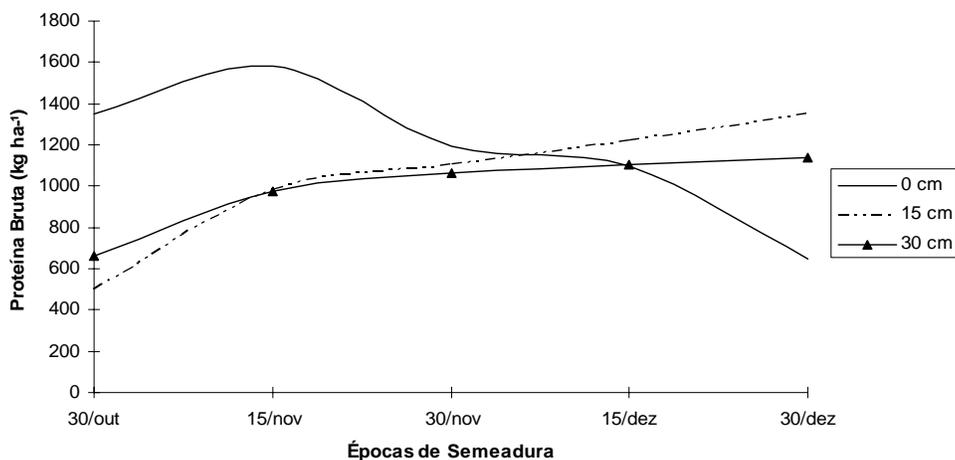


FIGURA 5 Rendimento de proteína bruta do consórcio sorgo-soja, em função de três sistemas de corte e de épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Em relação ao sistema de corte empregado, verifica-se que o sistema 1 (1.175 kg ha^{-1}) proporcionou o maior rendimento, superando os sistemas 2 e 3 respectivamente, em 14,07% (145 kg ha^{-1}) e 19,04% (188 kg ha^{-1}). Resultados discordantes foram obtidos por Santos et al. (2009) que, trabalhando com sistemas semelhantes, constataram maiores rendimentos no sistema de corte a altura de 15 cm. Em contrapartida, Neumann et al. (2007) relatam que não houve efeito da altura de corte nos valores médios de proteína bruta, em experimento avaliando diferentes alturas de colheita em plantas de milho.

Quanto às épocas de semeadura, verificou-se que as realizadas em 30/out e 15/nov foram as responsáveis pelos maiores acúmulos de proteína bruta, com rendimentos de 1.280 e 1.288 kg ha^{-1} , superando as demais em 12,97% (147), 25,73% (262), 112,97% (679 kg ha^{-1}) e 13,68% (155), 26,52% (270) e 114,30% (687 kg ha^{-1}), respectivamente. Conforme se pode observar também na Figura 6, é o período mais recomendado para a semeadura das forrageiras. Esse efeito decrescente no rendimento de proteína bruta mostra que essa característica encontra-se relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma. Efeito

semelhante também foi encontrado para o rendimento de massa verde e matéria seca. Rezende et al. (2005) também constataram esse fato.

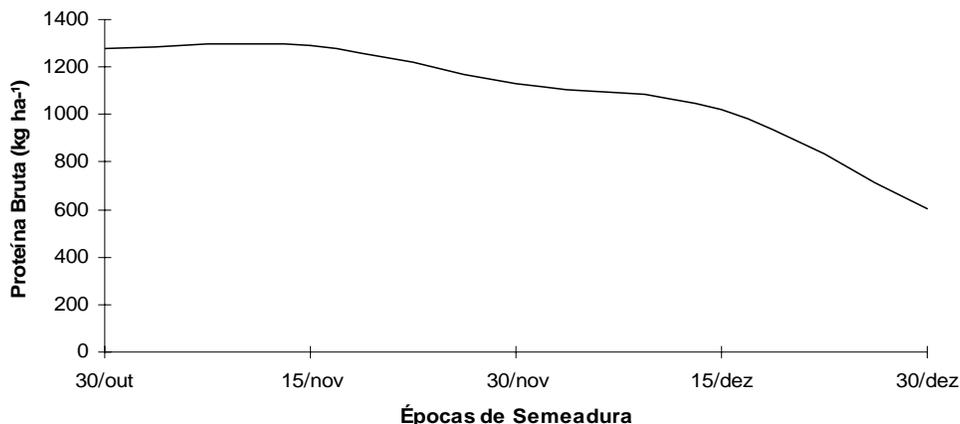


FIGURA 6 Rendimento de proteína bruta do consórcio sorgo-soja, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Outro ponto importante a se considerar refere-se ao aspecto significativo do consórcio vs. monocultivo. Nesse aspecto, verifica-se que o consórcio apresentou rendimento de 1 064 kg ha⁻¹, superando o monocultivo, com 762 kg ha⁻¹, em 39,63% (302 kg ha⁻¹). Pode-se observar que independente do sistema de corte empregado, o valor do rendimento de proteína bruta (sorgo+soja) superou o monocultivo do sorgo em 54,19% (413), 35,17% (268) e 29,52% (225 kg ha⁻¹) em relação aos sistemas 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 4).

Com base nos resultados observados neste trabalho, pode-se destacar a importância do consórcio com leguminosa, principalmente na adição de proteína à forragem de gramíneas, melhorando seu valor nutritivo. Resultados semelhantes de acréscimos no rendimento de proteína bruta total nos sistemas consorciados também foram observados em outros trabalhos (Evangelista, 1986; Oliveira, 1986; Oliveira, 1989; Sood & Sharma, 1992; Silva, 1998; Rezende et al., 2000; Silva et al., 2003; Silva et al., 2004; Rezende et al., 2005).

6 CONCLUSÕES

- As épocas de semeadura alteraram significativamente o rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta do material consorciado, podendo-se observar rendimentos decrescentes dessas características com o retardamento da semeadura.
- A cultivar de soja Conquista apresentou contribuição expressiva na produção de forragem, quando semeada em 30/out, para matéria seca e proteína e a Luziânia em 15/nov, para proteína.
- O sistema de corte 1 proporcionou os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta dos materiais consorciados.
- O sistema de consórcio sorgo-soja proporcionou maior rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, comparado ao monocultivo de sorgo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, 684 p.

AZEVEDO, D. M. P.; LEITE, L. F. C. ; TEIXEIRA NETO, M. L. ; DANTAS, J. S. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n.1, p.32-40, 2007.

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeitos das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 50, n. 291, p. 565-572. set. 2003.

BOTREL, É. P.; REZENDE, P. M. de; EVANGELISTA, A. R.; MORAES, A. R.. Avaliação do rendimento forrageiro da soja em quatro sistemas de corte, sucedida por milheto ou milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1122-1129, 2003

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas**: 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

CORTE, E. **Sistemas de corte no rendimento forrageiro do consórcio sorgo-soja**. 2001. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. de A.; LIRA, M. de A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, rendimento e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 2086-2092, nov./dez. 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Rendimento de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EVANGELISTA, A. R. **Efeito da associação milho-soja e sorgo-soja:** rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens. 1986 77 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; LOPES, J.; SOARES, L. Q. Composição bromatológica de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr. 2005.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows: versão 4. 0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

GODE, D. B.; BOBDE, G. N. Intercropping of soybean in sorghum. **PKVResearch Journal**, Papua, v. 17, n. 2, p. 128-129, 1993. Abstracts. 1 CD-ROM.

GRIS, C. F.; REZENDE, P. M. de.; CARVALHO, E. de A.; BOTREL, E. P.; EVANGELISTA, A. R.; ANDRADE, M. J. B. DE. Épocas de corte e cultivares na composição mineral de feno de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p. 413-419, mar./abr. 2008.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; ROCHA, A. C. Rendimento de biomassa de milho silagem em função do arranjo populacional e adubação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 468-475, 2008.

NEUMANN, M. ; MUHLBACH, P. R. F. ; NORNBORG, J. L. ; OST, P. R. ; RESTLE, J. ; SANDINI, I. E. ; ROMANO, M. A. . Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silo sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.847-854, maio/jun. 2007.

OLIVEIRA, A. F. de. **Efeito da associação de cultivares de milho (*Zea mays*(L.) e soja *Glycine max* (L.) Merrill) no rendimento e valor nutritivo da forragem.** 1986. 74 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

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)**. 1989. 57 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, J. N. S. **Maximização da exploração da soja (*Glycine max* (L.) Merrill):** efeito de época de corte e adubação nitrogenada em cobertura na produção de feno e grãos oriundos da rebrota, cv. Cristalina. 1987. 85 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525 p.

PAL, M. S.; GUPTA, P. C.; SINGH, O. P. Effect of sorghum based intercropping systems on productivity, land equivalent ratio and economics in Molisols of Nainital Tarai (U. P.). **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v. 36, n. 1, p. 12-16, Mar. 1991.

PEDÓ, L. F. B.; NÖRNBERG, J. L.; VELHO, J. P.; HENTZ, F.; HENN, J. D.; BARCELLOS, J. O. J.; VELHO, I. M. P. H.; MARX, F. R. Fracionamento dos carboidratos de silagens de milho safrinha colhidas em diferentes alturas de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.1, p. 188-194, jan./fev. 2008.

REZENDE, P. M. de. **Capacidade competitiva de cultivares de milho e soja consorciados em função da produção de grãos e forragem**. 1995. 154 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REZENDE, P. M. de; BUENO, L. C. S. ; SEDIYAMA, T. ; JUNQUEIRA NETO, A; LIMA, L. A. de P.; FRAGA, A. C. Épocas de desbaste em experimento com soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes densidades de semeadura. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v 1, p. 201-206.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. R.; RESENDE, G. M. **Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] XI:** efeito de sistemas de corte e da adubação nitrogenada em cobertura na seleção de cultivares para a rendimento de feno. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 457-464, out./dez. 1997.

REZENDE, P. M. de; 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 na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo de sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 475-481, out./dez. 2004.

REZENDE, P. M. de; SILVA, A. G.; CORTE, E. BOTREL, E. P. **Consórcio sorgo-soja IV: estudo comparativo em função da rebrota de cultivares de sorgo e soja consorciados na entrelinha e em monocultivo no rendimento de forragem. Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 215-223, 2000. Especial.

REZENDE, M. R.; SILVA, A. G.; GRIS, C. F.; CARVALHO, E. A. de. Consórcio sorgo-soja XII: rendimento de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 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. de; 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**, Lavras, v. 33, n. 2 p. 397-404, mar./abr. 2009.

SILVA, A. G. **Rendimento de forragem de cultivares de sorgo e soja consorciados na linha, em dois sistemas de corte**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 933-939, nov./dez. 2000.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L.; BOTREL, E. P. Consórcio sorgo-soja IX: influencia de sistemas de cortes, na produção de forragem de sorgo e soja consorciados na linha e do sorgo em monocultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 451-461, abr./jun. 2003.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M. de; 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**, Campo Grande, v. 8, n. 2, p. 125-138, 2004.

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**, New Delhi, v. 37, n. 4, p. 642-644, Dec. 1992.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado:
época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, E. N.; SOUZA,
P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Belo Horizonte: POTAFOS,
1993. p. 267-295.

VASCONCELOS, R. C. **Resposta de milho e sorgo para silagem a diferentes
alturas de corte e datas de semeadura**. 2004. 124 p. Tese (Doutorado em
Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PINHO, R. G. von; 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**, São Paulo, v. 66, n. 4, p. 235-246,
2007.

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**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, 2002. Especial.

CAPÍTULO 5

CONSÓRCIO SORGO-SOJA. ÉPOCAS DE SEMEADURA DO SORGO, CULTIVARES DE SOJA E SISTEMAS DE CORTES NA COMPOSIÇÃO DA FORRAGEM DAS CULTURAS CONSORCIADAS

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar a composição mineral média da forragem, gerada do consórcio sorgo-soja de dois anos agrícolas, estudando sistemas de corte, épocas de semeadura e cultivares de soja no consórcio das culturas de sorgo e soja na entrelinha, foi instalado um experimento no Departamento de Agricultura da UFLA, em Lavras, MG. O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, com três repetições compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo cv. Volumax (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez); três cultivares de soja: Monsoy 8400 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado rente ao solo e o segundo, após a rebrota das plantas, também rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo e no terceiro sistema, as plantas também foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm e 30 cm do colo das plantas, respectivamente, e o segundo corte, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo. As épocas de semeadura, alteraram significativamente a composição mineral (P, K, Ca, Mg e S) da forragem com rendimentos decrescentes à medida que atrasava a semeadura. As cultivares de soja proporcionaram aumento no acúmulo de nutrientes para cálcio, magnésio e enxofre. O sistema de corte 1 (corte rente ao solo) apresentou maiores rendimentos dos minerais analisados (P, K, Ca, Mg e S). No sistema consorciado foi observada uma forragem mais rica em nutrientes do que o monocultivo do sorgo.

2 ABSTRACT

With the objective of evaluate the average mineral composition of the forage generated by the intercropping of sorghum-soybean of two agricultural years, studying cutting systems, sowing dates and soybean cultivars with intercropping of sorghum and soybeans between rows, an experiment was conducted in the Department of Agriculture of UFLA, MG. The experimental design used for the intercropping was a randomized blocks in a 5x3x3 factorial scheme with three repetitions consisting of five sowing sorghum dates (Oct/30, Nov/15 and 30 and Dec/15 and 30), three soybean cultivars; Monsoy 8400 (medium cycle), Conquista (medium late cycle) and Luziânia (long cycle), and three cutting systems. In the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, being the first cut made near the soil surface and the second after the resprouting of plants, also close to the ground level both at starch stage of the sorghum grain. In the second and third system, the plants were also cut off twice, being the first cutting at a height of 15 cm and 30 cm from the ground level, respectively, and the second cut after the resprouting of the sorghum, at the ground level, both the starch stage of the sorghum grain. The sowing dates significantly altered the mineral composition (P, K, Ca, Mg and S) of the forage with diminishing yields as the sowing was delayed. The soybean cultivars provided an increase in the accumulation of nutrients for calcium, magnesium and sulfur. The cutting system 1 (cut at ground level) showed a better yield for the analyzed minerals (P, K, Ca, Mg and S). In the intercropping system was observed the forage richer in nutrients than the monoculture of sorghum.

3 INTRODUÇÃO

A planta de sorgo tem ampla utilização na alimentação animal, principalmente como substituto do milho, tanto para grão quanto silagem, com consequente redução do custo. Apesar da silagem do sorgo ser considerado de valor nutritivo inferior ao milho, sua ensilagem vem ganhando destaque, pois essa cultura apresenta maior tolerância à seca que o milho, devido ao seu sistema radicular mais abundante e profundo. Além disso, apresenta rebrotas após os cortes, obtendo-se até 60% do rendimento do primeiro corte; não concorre com a alimentação humana; tem custo mais reduzido e algumas variedades ou híbridos de sorgo apresentam maior rendimento de matéria seca e matéria verde por unidade de área que o milho (Zago, 1991; Tonani, 1995).

A forma mais usual de utilização do sorgo na alimentação de bovinos é via silagem, pois constitui um volumoso de bom valor energético, mas deficiente em proteína, necessitando, portanto, de suplementação com concentrados proteicos, o que tem refletido de maneira negativa nos custos de rendimento (Oliveira, 1989).

Uma das alternativas que o pecuarista pode utilizar para melhorar o valor nutritivo do alimento fornecido na época de escassez e diminuir os custos da suplementação proteica é a utilização de alimentos produzidos na propriedade. Nesse aspecto, o rendimento de forragens em consórcio milho-soja e sorgo-soja tem se destacado, pois essa leguminosa, além de não diminuir a produtividade forrageira da gramínea, aumenta o teor de proteína da silagem e o ganho de peso dos animais (Rezende et al., 2004; Evangelista et al., 2005).

De acordo com Silva et al. (1990), existem poucas informações relativas às características de rendimento e valor nutritivo das diversas variedades e ou híbridos de sorgo mais adequados à ensilagem. Para Gris et al. (2008), a soja é uma ótima alternativa para a obtenção de volumoso, com considerável valor

proteico. A utilização dessa oleaginosa para forragem é muito pouco difundida, apesar da qualidade nutritiva e de seu alto potencial de rendimento.

Para Rodrigues Filho et al. (2006), pesquisas sobre a composição mineral em plantas forrageiras vêm merecendo atenção especial por parte da comunidade científica. Dentre os minerais mais importantes, tanto em quantidade quanto em qualidade, destacam-se cálcio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre, cujas fontes mais viáveis e econômicas são as plantas forrageiras (Hopkins et al., 1994).

Nesse contexto, existem inúmeros relatos comparando o rendimento de grãos ou de forragem do consórcio, seja na linha ou na entrelinha, com o do monocultivo, visando constatar a viabilidade desse sistema (Oliveira, 1989; Silva, 1998; Redfearn et al., 1999; Rezende et al., 2005).

Considerando a importância do rendimento de forragens de alta qualidade, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho de diferentes sistemas de corte, épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja na composição da forragem da cultura do sorgo e da soja consorciados e em monocultivo, visando estabelecer estratégias de manejo adequadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização climática da região

O experimento foi conduzido em área no Departamento de Agricultura, no campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, situada a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., 918 metros de altitude e em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico típico de textura argilosa, sob vegetação de cerrado (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1999). Na Tabela 1 encontram-se os dados referentes às análises química e física do solo da área experimental.

O clima da região sul de Minas Gerais, segundo a classificação de Koppen, enquadra-se no tipo Cwa (Ometto, 1981). A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação total anual é de 1.529,7 mm; a evaporação total do ano de 1.034,3 mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992).

Os dados relativos à temperatura, à umidade relativa e à precipitação pluviométrica, registrados no período experimental (setembro de 2006 e 2007 a abril de 2007 e 2008) estão apresentados na Figuras 2.1 e 2.2. A fim de garantir a germinação das sementes nas épocas pré-estabelecidas, foi utilizada irrigação suplementar.

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, com três repetições, compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo forrageiro híbrido Volumax (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez), três cultivares de soja: Monsoy 8400 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, sendo

o primeiro e o segundo corte (rebrotas) realizados rente ao solo, no estádio de grãos farináceos do sorgo. No segundo e no terceiro sistema, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm e 30 cm, respectivamente e o segundo corte, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estádio de grãos farináceos do sorgo. Adicionalmente, foi conduzido outro ensaio contíguo, em blocos casualizados, com três repetições, para o monocultivo sorgo, semeado nas cinco épocas já relatadas anteriormente.

O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo semeado no espaçamento de 80 cm e densidade de 12 plantas por metro, tanto para o consórcio como para o monocultivo, definidos, em trabalho anterior (Santos et al., 2006), como os mais promissores para o sistema.

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).

4.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2006/07 e 2007/08, sendo o preparo do solo tipo convencional com irrigação a fim de garantir a semeadura simultânea das duas culturas nas cinco épocas pré-estabelecidas. As parcelas de sorgo foram constituídas por três linhas com 10,0 m de comprimento, sendo considerada como área útil apenas a fileira central.

O detalhe da parcela experimental é apresentado na Figura 3. Na Figura 4 é mostrada uma vista do tipo de consórcio sorgo e soja utilizado no experimento, aos 50 dias após a emergência.

Para as cultivares de soja, foi utilizado o sistema de consórcio na entrelinha do sorgo, utilizando-se também uma linha como área útil. O desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência (Rezende et al., 1982), para ambas as culturas, tanto em monocultivo como em consórcio.

Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas Ribeiro et al. (1999), utilizando-se, para a soja 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O e, para o sorgo, 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura, aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se, como fonte de N de P₂O₅ e de K₂O, 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*, na proporção de 200 g de inoculante para 50 kg (1.200.000 bactérias/semente) de sementes. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme necessidade de cada prática em específico. O corte das plantas de sorgo e soja foi realizado utilizando-se roçadora costal motorizada.

4.4 Características avaliadas

Os cortes das plantas de sorgo e soja foram realizados simultaneamente, nas épocas já relatadas anteriormente, utilizando-se roçadeira costal motorizada. As determinações da composição mineral foram realizadas a partir do material retirado para a determinação da matéria seca. Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey, cujas peneiras tinham 1,0 mm de bitola, guardando-se em recipientes de vidro hermeticamente fechados, devidamente identificados e, posteriormente, enviados ao Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, quantificando-se os teores dos minerais fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

A quantificação dos minerais foi realizada por meio de digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados no extrato por colorimetria para fósforo, fotometria de chama para potássio, turbimetria para enxofre e espectrometria de absorção atômica para cálcio e magnésio, de acordo com Malavolta et al. (1997).

4.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância (SISVAR®) (Ferreira, 2000), tanto para o consórcio sorgo-soja como para o sorgo em monocultivo. Esse procedimento foi realizado de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2) adaptada de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para o acúmulo de minerais na forragem produzida foram realizadas a partir do somatório dos rendimentos forrageiro das culturas de sorgo e soja, isoladamente. Os resumos dessas análises são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Resumo da análise de variância para os acúmulos médios de fósforo, cálcio, potássio, magnésio e enxofre (kg ha^{-1}), obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios				
		P	Ca	K	MG	S
Blocos	2	11	321*	751	16	5
(Tratamentos)	49	203**	857**	7548**	789**	66**
Consórcio						
Época (E)	4	1970**	4726**	58253**	4508**	274**
Cultivar (C)	2	22	442**	672	202**	38**
Sist. de corte (S)	2	156**	2210**	9689**	654**	303**
E*C	8	32**	768**	2413**	1062**	41**
E*S	8	47**	146	2920**	331**	23**
C*S	4	6	247*	1970**	271**	35**
E*C*S	16	38**	200**	1816**	178**	37**
Monocultivo	4	93**	656**	7059**	756**	32**
Cons. vs. Monoc.	1	78**	3673**	8275**	826**	81**
Resíduo	98	12	85	391	23	2
C.V. (%)		16,71	14,22	12,73	13,54	12,93

** , * significativo, pelo teste F, a 1% e 5%, respectivamente.

5.1 Acúmulo de fósforo e cálcio

Na análise de variância para acúmulo de fósforo, constatou-se alta significância para época de semeadura, sistemas de corte, interações época x cultivar e época x sistema de corte e para o contraste consórcio vs. monocultivo (Tabela 1).

O desdobramento da interação cultivar dentro de cada época de semeadura mostra que, em todas as épocas de semeadura, as cultivares de soja proporcionaram ao consórcio sorgo-soja acúmulos semelhantes, exceto na época 15/Nov, quando a cultivar Conquista apresentou o menor acúmulo de fósforo (Tabela 2 e Figura 1). Esse acúmulo decrescente mostra que essa característica, sendo calculada a partir da matéria seca das culturas consorciadas, segue a mesma tendência do rendimento forrageiro.

TABELA 2 Acúmulo de fósforo (kg ha^{-1}), obtido no consórcio das culturas de sorgo e soja, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08. *

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	32,45 A	26,65 A	23,74 A	18,98 A	10,77 A
Monsoy	30,52 A	26,60 A	21,67 A	18,48 A	8,69 A
Conquista	34,81 A	21,47 B	22,85 A	19,78 A	8,28 A
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	34,32 A	28,29 A	35,17 A	32,59 A	
15/nov	29,43 B	23,74 B	21,56 B	24,91 B	
30/nov	25,07 C	22,23 B	20,98 B	22,76 C	
15/dez	20,05 D	17,55 C	19,64 B	19,08 D	
30/dez	9,40 E	7,87 D	10,47 C	9,25 E	
Médias dos sistemas	23,65 a	19,93 c	21,56 b	Média cultivares	
Luziânia	23,78 a	21,03 a	22,74 a	22,52	
Monsoy	22,95 a	19,45 a	21,18 a	21,19	
Conquista	24,23 a	19,33 b	20,77 b	21,44	
Média consórcio					21,72 A
Monocultivo sorgo					19,30 B

* 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.

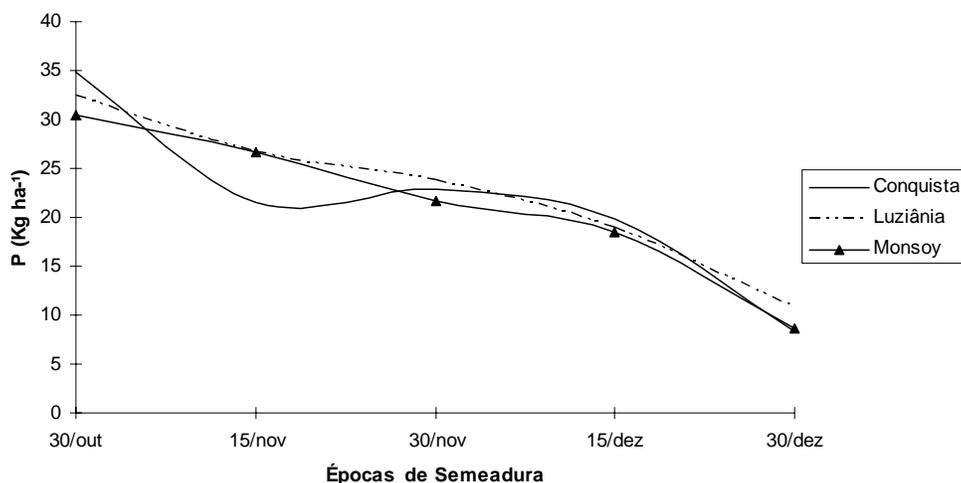


FIGURA 1 Acúmulo de fósforo na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Em relação à interação época de semeadura dentro de cada sistema de corte, verifica-se que, para todos os sistemas de corte, o maior acúmulo foi obtido na semeadura realizada em 30/out, diminuindo o seu teor nas demais épocas. Esse acúmulo decrescente mostra que essa característica, independente da combinação soja sorgo, segue a mesma tendência do rendimento forrageiro, como já relatado anteriormente.

No desdobramento da interação sistemas de cortes dentro de cada cultivar, constatou-se que apenas a cultivar Conquista apresentou diferença entre os cortes, destacando-se o sistema de corte 1 (0 cm do solo), com $24,23 \text{ kg ha}^{-1}$, superando o sistema 2 em 25,34% ($4,9 \text{ kg ha}^{-1}$) e o 3 em 16,66% ($3,46 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 2).

O acúmulo de fósforo na forragem do consórcio sorgo-soja foi significativamente alterado pela época de semeadura, sendo que quanto mais cedo foi realizada a semeadura maior foi o acúmulo observado, ou seja, foram verificadas quedas significativas no teor de fósforo, com o retardamento da semeadura. A época de semeadura 30/out destacou-se com um acúmulo de 32,59

kg ha⁻¹, superior às épocas 15 e 30/nov, 15 e 30/dez, que apresentaram acúmulo de 24,91, 22,76, 19,08 e 9,25 kg ha⁻¹. Esse rendimento decrescente no acúmulo de P com relação à época de semeadura indica que essa característica está intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma (Figura 2 e Tabela 2).

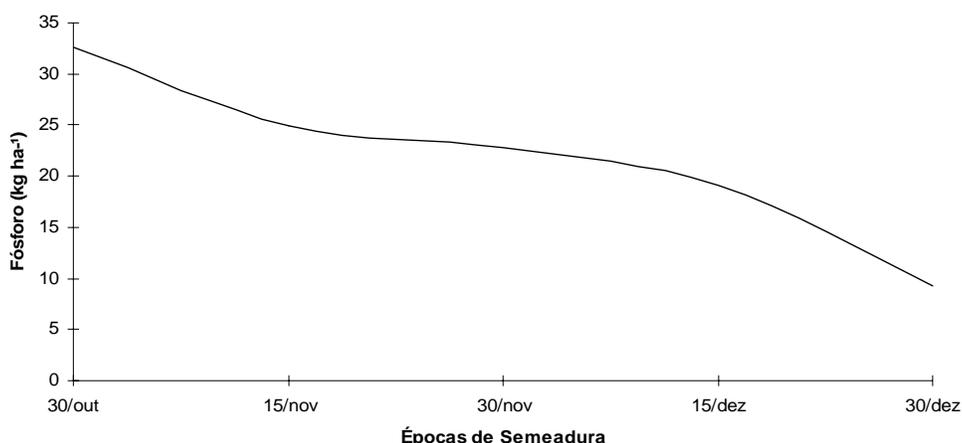


FIGURA 2 Acúmulo de fósforo na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Para os sistemas de corte, observa-se, com base nos dados da Tabela 2, que o acúmulo médio de fósforo do sistema 1 destacou-se, com teor médio de 23,65 kg ha⁻¹, superando o sistema de corte 3 em 9,69% (2,09 kg ha⁻¹) que, por sua vez, foi significativamente superior ao sistema de corte 2 em 8,17% (1,63 kg ha⁻¹), respectivamente. O acréscimo no acúmulo de fósforo do primeiro sistema em relação aos demais pode ser associado ao seu maior rendimento forrageiro, visto que esses dois sistemas têm as mesmas épocas de corte, mudando apenas a altura do corte. Em contrapartida, Santos (2006), trabalhando na mesma área com consórcio sorgo-soja, observou que o acúmulo médio de fósforo do sistema 2 (15 cm do colo da planta) (39,49 kg ha⁻¹) superou em 16% (5,65 kg ha⁻¹) o sistema 1 (corte no colo da planta).

O estágio de maturação em que são colhidas as forrageiras e submetidas

ao processo de ensilagem tem sido um dos fatores que mais alteram a qualidade e o valor nutritivo da silagem. Como regra geral, o desenvolvimento vegetativo das plantas forrageiras é acompanhado de mudanças em sua composição, ocorrendo elevação no teor de matéria seca e fibra bruta e queda nos teores de proteína bruta, carboidratos solúveis, além de outros, tal como se observa em trabalhos de outros autores (Alcântara, 1987; Bishnoi et al., 1993; Costa et al., 1993; Ruggieri et al., 1995; Rodrigues et al., 1996; Bueno, 1999; Giron Cedeno, 2001; Gomes, 2003). Gris et al. (2008), trabalhando com a cultura de soja, observou acréscimo no acúmulo de fósforo à medida que os cortes foram realizados em estádios mais avançados.

A análise de variância detectou diferença significativa no contraste consórcio vs. monocultivo do sorgo (Tabela 1). O consórcio produziu 12,53% (2,42 kg ha⁻¹) a mais que o monocultivo (Tabela 2). Os valores médios de fósforo verificados neste trabalho são insuficientes para atender à grande maioria das categorias de gado de corte e em lactação, cuja exigência é da ordem de 11 a 26 g dia⁻¹, de acordo com as recomendações do National Research Council - NRC (1996).

Para o acúmulo de cálcio, verifica-se, pelos dados da Tabela 1, que as épocas de semeadura, as cultivares de soja, os sistemas de corte e as interações época x cultivar e cultivar x sistemas de corte e o contraste consórcio vs. monocultivo afetaram significativamente o desempenho dessa característica.

Desdobrando-se a interação época x cultivar, observa-se que, nas épocas 30/out e 15/dez, não ocorreu diferença entre as cultivares. No entanto, para as épocas 15/nov e 30/dez, a cultivar Conquista apresentou, para o consórcio, o menor acúmulo de Ca; na época 30/Nov, o menor acúmulo foi verificado para a cultivar Luziânia (Tabela 3 e Figura 3).

Estudando o efeito das cultivares dentro do mesmo sistema de corte, observa-se que, para o sistema de corte 1, os melhores desempenhos foram

obtidos para as cultivares Conquista e Monsoy 8400; no sistema de corte 2, os maiores acúmulos de cálcio foram obtidos no consórcio com as cultivares de soja Monsoy 8400 e a Luziânia e, no sistema de corte 3, não foram verificadas diferenças significativas entre as cultivares.

TABELA 3 Acúmulo de cálcio (kg ha^{-1}), obtido no consórcio das culturas de sorgo e soja, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08. *

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	48,83 A	76,53 A	69,47 B	65,31 A	58,13 A
Monsoy	57,98 A	69,15 A	92,56 A	71,71 A	58,01 A
Conquista	55,15 A	56,71 B	96,74 A	73,79 A	48,10 B
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas
30/out		61,31	50,47	50,18	53,99 C
15/nov		72,89	71,66	57,84	67,46 B
30/nov		92,81	85,05	80,91	86,26 A
15/dez		80,51	65,27	65,04	70,27 B
30/dez		64,95	46,94	52,34	54,75 C
Médias dos sistemas		74,50 a	63,88 b	61,26 b	Média cultivares
Luziânia		68,59 B	65,53 A	56,85 A	63,66 B
Monsoy		77,19 A	67,05 A	65,41 A	69,88 A
Conquista		77,71 A	59,06 B	61,53 A	66,10 B
Média consórcio					66,54 A
Média monocultivo					50,05 B

* 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.

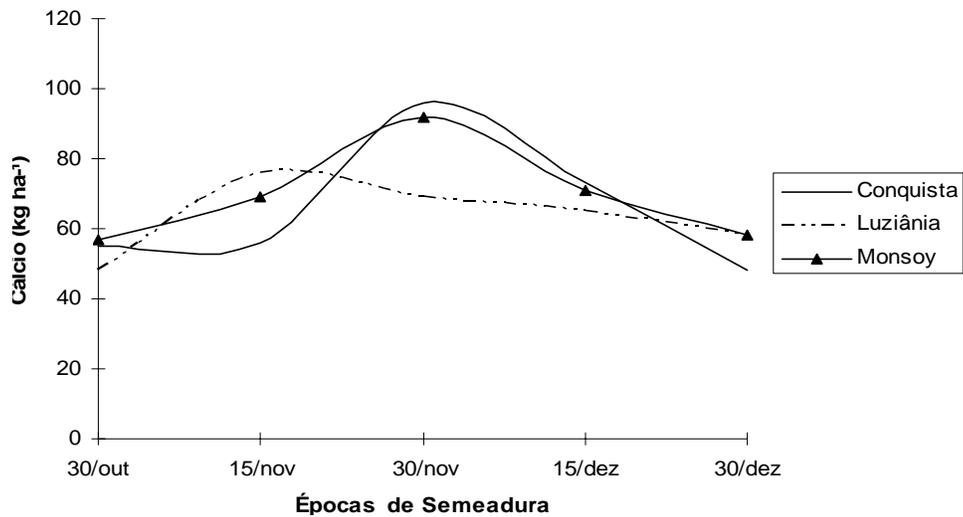


FIGURA 3 Acúmulo de cálcio na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

As épocas de semeadura alteraram significativamente o acúmulo de cálcio (Tabela 3). A época de semeadura de 30/nov destacou-se com um teor médio de $86,26 \text{ kg ha}^{-1}$, superando as épocas 15/dez, 15/nov, 30/dez e 30/out em 22,75% (15,99), 27,86% (18,80), 57,55% (31,51) e 59,77% (32,27 kg ha^{-1}), respectivamente. Essas diferenças nas épocas são mais bem visualizadas na Figura 4.

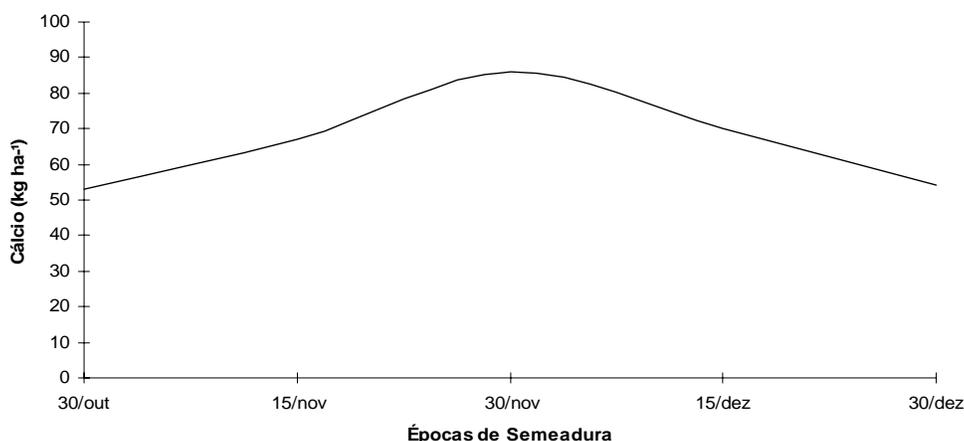


FIGURA 4 Acúmulo de cálcio na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Com relação às cultivares, constatou-se que os maiores teores foram encontrados para os consórcios do sorgo com a cultivar Monsoy, tendo um rendimento médio de $69,88 \text{ kg ha}^{-1}$ que, por sua vez, foi superior ao consórcio do sorgo com a cultivar Conquista e Luziânia, que apresentou teor médio de $66,10$ e $63,66 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente (Tabela 3).

Verificando-se o fator sistema de corte, observa-se que o sistema 1 ($74,50 \text{ kg ha}^{-1}$) superou os sistemas 2 e 3, estatisticamente iguais entre si, em $16,62\%$ ($10,62 \text{ kg ha}^{-1}$) e $21,61\%$ ($13,24 \text{ kg ha}^{-1}$), respectivamente (Tabela 3). O maior acúmulo de cálcio no sistema 1 pode ser explicado, em grande parte, pelo maior rendimento de matéria seca observado nesse sistema. Os valores observados nos três sistemas estão, proporcionalmente, dentro da faixa de valores encontrados na literatura, para essas culturas (Rodrigues Filho et al., 2006; Santos, 2006; Gris et al., 2008).

Em concordância com o que ocorreu com o rendimento de matéria seca, a contribuição do consórcio foi relevante para o acúmulo de cálcio. De acordo com os dados da Tabela 3, observa-se que o acúmulo médio de cálcio, no sistema consorciado, superou em $32,94\%$ ($16,49 \text{ kg ha}^{-1}$) o valor no

monocultivo. Resultados semelhantes na literatura foram encontrados por Santos (2006). Esse resultado evidencia, mais uma vez, a importância do consórcio sorgo-soja na obtenção de alimento de melhor qualidade.

Os valores médios de cálcio obtidos neste trabalho são suficientes para atender à grande maioria das categorias de gado de corte, cuja exigência é da ordem de 19 a 58 g dia⁻¹. Para gado de leite, a exigência é de 0,43% a 0,77%. Tendo o referido trabalho apresentado o teor de 0,47%, fica demonstrado que o material do referido estudo também atende às suas exigências (NRC, 1996).

5.2 Acúmulo de potássio, magnésio e enxofre

Para o acúmulo de potássio, foi detectada significância para todas as fontes de variação, exceto cultivares (Tabela 1).

Fazendo-se o desdobramento das cultivares dentro de cada época, observa-se que, para as épocas 15/dez a 30/dez, não ocorreram diferenças significativas entre as cultivares. 'Monsoy' e 'Luziânia' se destacaram nas épocas 30/out e 15/nov. Na época 30/nov, o melhor desempenho foi obtido com a cultivar Conquista (Tabela 4 e Figura 5).

A interação época x sistema de corte foi significativa e, avaliando-se o comportamento das épocas dentro de cada sistema de corte, observa-se que, para o sistema de corte 1 e 2, a melhor época foi a 15/Nov, com acúmulo médio de 244,23 e 204,23 kg ha⁻¹, respectivamente. Para o sistema de corte 3, a melhor época para o acúmulo de potássio foi 30/out, com rendimento de 200 kg ha⁻¹ (Tabela 4).

TABELA 4 Acúmulo de potássio (kg ha^{-1}), obtido no consórcio das culturas de sorgo e soja, em função das épocas de semeadura, cultivares de soja e dos diferentes sistemas de corte. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	191,50 A	204,91 A	152,85 B	148,44 A	89,69 A
Monsoy	219,43 A	219,88 A	151,09 B	134,52 A	84,71 A
Conquista	169,71 B	187,73 B	173,59 A	154,38 A	85,70 A
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	204,22 B	176,42 B	200,00 A	193,55 A	
15/nov	244,23 A	204,23 A	164,07 B	204,18 A	
30/nov	179,87 C	152,15 C	145,52 B	159,18 B	
15/dez	156,95 D	134,09 C	146,29 B	145,78 B	
30/dez	88,73 E	76,88 D	94,48 C	86,70 C	
Médias dos sistemas	174,80 a	148,75 b	150,07 b	Média cultivares	
Luziânia	161,99 B	157,23 A	153,22 A	157,48	
Monsoy	183,21 A	155,35 A	147,21 A	161,93	
Conquista	179,21 A	133,68 B	149,78 A	154,22	
Média consórcio					157,88 A
Média monocultivo					133,12 B

* 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.

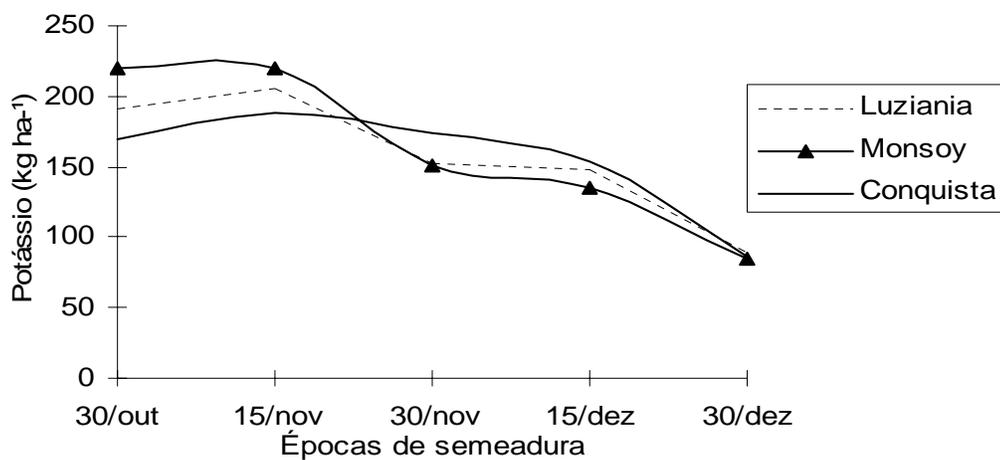


FIGURA 5 Acúmulo de potássio na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Outro ponto a considerar refere-se à interação significativa cultivar x sistema. Utilizando, no estudo, cultivares dentro de cada sistema, verifica-se que, no sistema 1, as cultivares Monsoy e Conquista se destacaram e, para o sistema de corte 2, sobressaíram-se 'Luziânia' e 'Monsoy'. No sistema de corte 3, as cultivares apresentaram rendimentos significativamente iguais entre si (Tabela 4).

Observando-se os valores médios de acúmulo de potássio nos três sistemas de corte, verifica-se que o sistema de corte 1 (174,80 kg ha⁻¹) superou o sistema 3 e 2 em 16,47% (24,73 kg ha⁻¹) e 17,51% (26,05 kg ha⁻¹), respectivamente. Assim como para o fósforo, o maior acúmulo de potássio nesse sistema pode ser associado, em grande parte, ao seu maior rendimento forrageiro.

As épocas de semeadura alteraram significativamente o acúmulo de potássio nas culturas consorciadas, podendo-se observar que existe uma janela ideal de semeadura para se obter as maiores produtividades. Neste experimento, verificou-se maior rendimento quando a semeadura foi realizada em 15/nov e

30/out, com teor médio de 204,18 e 193,55 kg ha⁻¹, superando as demais épocas, 30/nov 15 e 30/dez, em 28,26% (45,00), 40,06% (58,40), 135,50% (117,48 kg ha⁻¹) e 21,59% (34,37), 32,76% (47,77), 123,24% (106,85 kg ha⁻¹) (Tabela 4). Esse rendimento variável no acúmulo médio de potássio das culturas consorciadas sorgo-soja em função da época de semeadura indica que essa característica está intimamente relacionada com o seu desenvolvimento vegetativo. Palhano & Haddad (1992) também constataram que o acúmulo de potássio encontrado em algumas forrageiras está relacionado com incremento da matéria seca.

A análise de variância detectou diferença significativa no contraste consórcio versus monocultivo do sorgo, com vantagem do consórcio que produziu cerca de 18,59% (24,76 kg ha⁻¹) a mais que o monocultivo (Tabela 4). Esse acréscimo no acúmulo de potássio foi superior ao apresentado pelo rendimento de matéria seca (7,06%), demonstrando, dessa forma, que, além do incremento de matéria seca, a cultura da soja também contribui para o enriquecimento da forragem produzida. Segundo Amaral (1981) e Oliveira (1981), a soja é importante fonte de minerais, como potássio e cálcio, com destaque para o seu elevado teor de potássio de, aproximadamente, 2%.

Da mesma maneira que ocorreu para o potássio, o acúmulo de magnésio também foi alterado significativamente em função de todas as fontes de variação (Tabela 1).

Desdobrando-se as cultivares dentro de cada época de semeadura, observa-se que, para a época 30/out, a cultivar Monsoy 8400 apresentou o maior acúmulo de magnésio; na época 15/Nov, o maior acúmulo foi apresentado pela cultivar Conquista, enquanto para a época 30/dez, as cultivares Luziânia e Monsoy 8400 apresentaram os maiores acúmulos de magnésio. Nas demais épocas, não houve diferença significativa entre as cultivares (Tabela 5).

TABELA 5 Acúmulo de magnésio (kg ha^{-1}), obtido no consórcio das culturas de sorgo e soja, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08. *

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	46,48 B	39,09 B	35,89 A	30,46 A	20,97 A
Monsoy	67,92 A	38,34 B	40,12 A	29,66 A	18,01 A
Conquista	34,66 C	62,39 A	40,34 A	33,26 A	13,74 B
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	48,88 B	46,80 A	53,38 A	49,69 A	
15/nov	60,68 A	45,35 A	33,78 B	46,61 B	
30/nov	41,61 C	37,60 B	37,15 B	38,79 C	
15/dez	36,27 D	28,30 C	28,81 C	31,13 D	
30/dez	18,25 E	16,57 D	17,90 D	17,57 E	
Médias dos sistemas	41,14 a	34,92 b	34,21 b	Média cultivares	
Luziânia	33,99 B	33,19 A	36,56 A	34,58 B	
Monsoy	44,57 A	36,92 A	34,95 A	38,81 A	
Conquista	44,86 A	34,66 A	31,11 B	36,88 A	
Média consórcio					33,54 A
Monocultivo sorgo					28,93 B

* 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.

A interação época x sistema de corte foi significativa e, avaliando-se o comportamento das épocas dentro de cada sistema de corte, pode-se observar que, para o sistema de corte 1, a melhor época de semeadura foi a 15/Nov, com acúmulo médio de $60,68 \text{ kg ha}^{-1}$. Para o sistema de corte 2, as melhores épocas de semeadura, visando ao acúmulo de MG, foram 30/out e 15/nov, com acúmulos médios de $46,80$ e $45,35 \text{ kg ha}^{-1}$ e, por último, o sistema de corte 3 apresentou maior acúmulo de magnésio quando a semeadura foi realizada em 30/out (Tabela 5).

Outro ponto a considerar refere-se à interação significativa cultivar x sistema de corte. Avaliando-se cultivares dentro de cada sistema de corte,

constata-se que, para as cultivares Conquista e Monsoy, o maior acúmulo de magnésio foi verificado para o sistema de corte 1, com teores de 44,86 e 44,57 kg ha⁻¹, respectivamente. Para o sistema de corte 3, ‘Luziânia’ e ‘Monsoy’ se destacaram e não ocorreram diferenças significativas entre as cultivares para o sistema de corte 2 (Tabela 5).

Com relação à influência das cultivares de soja no consórcio sorgo-soja, pode-se observar que as cultivares Monsoy (38,81 kg ha⁻¹) e Conquista (36,88 kg ha⁻¹) apresentaram acúmulo semelhante de magnésio, superando a cultivar Luziânia (Tabela 5).

Em relação aos sistemas de corte, observa-se que, para essa característica, o desempenho do sistema 1 (41,14 kg ha⁻¹) superou em 17,89% (6,25 kg ha⁻¹) o sistema 2 e em 20,34% (6,96 kg ha⁻¹) o sistema 3. O menor acúmulo de Mg no sistema 2 e 3 pode ser explicado, em parte, pelo menor rendimento de matéria seca observado nesse sistema, conforme relatado anteriormente (Tabela 5).

As épocas de semeadura alteraram significativamente o acúmulo de Mg nas culturas consorciadas, podendo-se observar que existe um período ideal de semeadura para se obter as maiores produtividades. Neste experimento, pode-se observar o maior rendimento quando a semeadura foi realizada em 30/out, com teor médio de 49,69 kg ha⁻¹, superando as demais épocas seguintes em 6,60% (3,08), 28,10% (10,90), 59,62% (18,56 kg ha⁻¹) e 182,81% (32,12 kg ha⁻¹) (Tabela 5). Esse rendimento decrescente no acúmulo médio de Mg das culturas consorciadas sorgo-soja, em função da época de semeadura, indica que essa característica está intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma, conforme ilustrado na Figura 6.

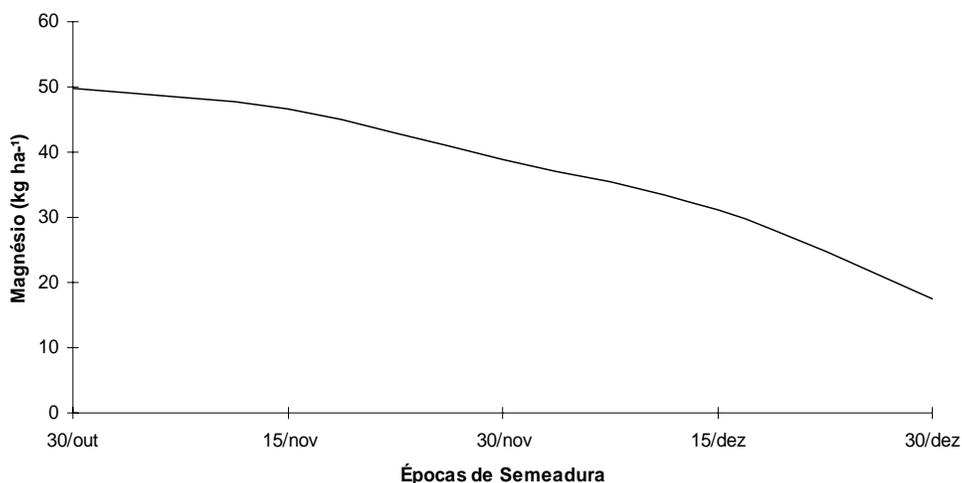


FIGURA 6 Acúmulo de magnésio na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Outro ponto a ser considerado para essa característica é o contraste consórcio versus monocultivo, que também foi significativo. O acúmulo de magnésio no sistema consorciado ($33,54 \text{ kg ha}^{-1}$) superou o monocultivo ($28,93 \text{ kg ha}^{-1}$) em 15,93% ($4,61 \text{ kg ha}^{-1}$). Os valores de acúmulo de magnésio observados neste experimento mantiveram-se dentro dos limites relatados em outras pesquisas (Rodrigues Filho et al., 2006; Santos, 2006; Gris et al., 2008).

Considerando-se que a exigência desse elemento para o gado de corte é da ordem de 0,10% para animais em crescimento e engorda e de 0,20%, na forragem para gado leiteiro em início de lactação e em lactação, os valores determinados neste trabalho atendem plenamente às categorias (NRC, 1996), pois, nas análises, eles foram, em média, de 0,24% para o sorgo e de 0,02%, para a soja.

No caso do acúmulo de enxofre, os resultados foram os mesmos observados para o potássio, ou seja, todas as fontes de variação foram alteradas significativamente em função dos tratamentos testados (Tabela 1).

Desdobrando-se a interação época x cultivar, verifica-se resposta

diferencial das cultivares em relação às épocas. Levando em conta que a melhor época para o acúmulo desse elemento foi 30/out, verifica-se que, nessa situação, a cultivar Monsoy 8400 foi a que proporcionou maior acúmulo, o que também é verificado na média geral das cultivares (Tabela 6 e Figura 7). Resultados semelhante também foram verificados por Gris et al. (2008).

TABELA 6 Acúmulo de enxofre (kg ha^{-1}), obtido no consórcio sorgo-soja, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08. *

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	13,86 B	12,32 A	13,33 B	14,04 A	8,06 A
Monsoy	20,25 A	13,58 A	15,59 A	11,78 B	7,43 A
Conquista	12,97 B	10,17 B	15,04 A	14,69 A	7,08 A
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	21,68 A	13,02 A	12,39 A	15,70 A	
15/nov	14,85 C	11,31 B	9,91 B	12,03 D	
30/nov	16,95 B	13,63 A	13,39 A	14,66 B	
15/dez	15,12 C	12,65 A	12,73 A	13,50 C	
30/dez	9,80 D	5,36 C	7,40 C	7,52 E	
Médias dos sistemas	15,68 a	11,20 b	11,17 b	Média cultivares	
Luziânia	14,14 B	11,78 A	11,04 A	12,32 B	
Monsoy	18,73 A	11,20 A	11,25 A	13,73 A	
Conquista	14,16 B	10,60 A	11,20 A	11,99 B	
Média consórcio					12,68 A
Monocultivo sorgo					10,23 B

*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.

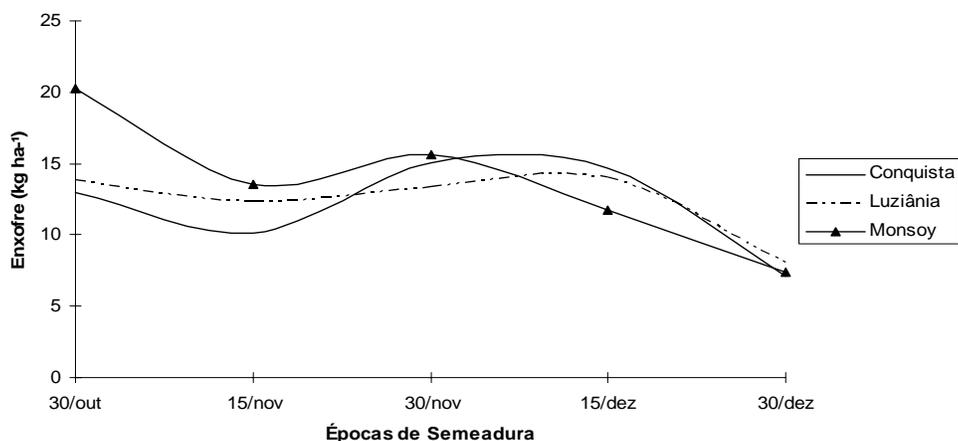


FIGURA 7 Acúmulo de enxofre na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura e cultivares de soja. UFLA Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Avaliando a interação época x sistema de corte, verifica-se que, no sistema de corte 1, a melhor época de semeadura foi 30/out, com acúmulo médio de 21,68 kg ha⁻¹. Para os sistemas de corte 2 e 3, as melhores épocas de semeadura foram 30/out, 30/nov e 15/dez, que apresentaram acúmulo semelhante entre si (Tabela 6).

Outro ponto a considerar refere-se à interação significativa cultivar x sistema de corte. Avaliando-se as cultivares dentro de cada sistema, constata-se que, para todas as cultivares, o maior acúmulo de enxofre foi verificado no sistema de corte 1 com um teor médio variando de 14,14 a 18,73 com destaque para a ‘Monsoy’ que superou a ‘Luziânia’ e ‘Conquista’. Nos demais cortes não foram verificadas diferenças significativas entre as cultivares (Tabela 6).

De acordo com a Tabela 6, pode-se observar que o sistema 1 (15,68 kg ha⁻¹) superou o sistema 2 em 40,00% (4,48 kg ha⁻¹) e o sistema 3, em 40,37% (4,51 kg ha⁻¹), respectivamente. O menor acúmulo de enxofre nos sistemas de corte 2 e 3 poder ser explicado, em parte, pelo menor rendimento de matéria seca desse sistema, conforme visto anteriormente. Santos (2006) e Gris et al. (2008), em estudo realizado com a cultura da soja nessa região, observaram

acréscimo significativo no acúmulo de enxofre, quando os cortes foram realizados em estágios mais avançados.

Com relação às cultivares, pode-se observar que a cultivar Monsoy 8400, com um acúmulo de enxofre de $13,73 \text{ kg ha}^{-1}$, superou 'Luziânia' e 'Conquista' em 11,44% ($1,41 \text{ kg ha}^{-1}$) e 14,51% ($1,74 \text{ kg ha}^{-1}$), respectivamente (Tabela 6).

Da mesma forma que ocorreu para as demais características avaliadas, observa-se, pelos dados Tabela 1, que o acúmulo de enxofre foi significativamente alterado em função da época de semeadura. Observa-se que a época de semeadura 30/out destacou-se, proporcionando rendimento de $15,70 \text{ kg ha}^{-1}$, superando em 7,09% (1,04), 16,29% (2,20), 30,50% (3,67) e 108,77% (8,18 kg ha^{-1}), as épocas 30/nov, 15/dez, 15/nov e 30/dez, respectivamente (Tabela 6 e Figura 8).

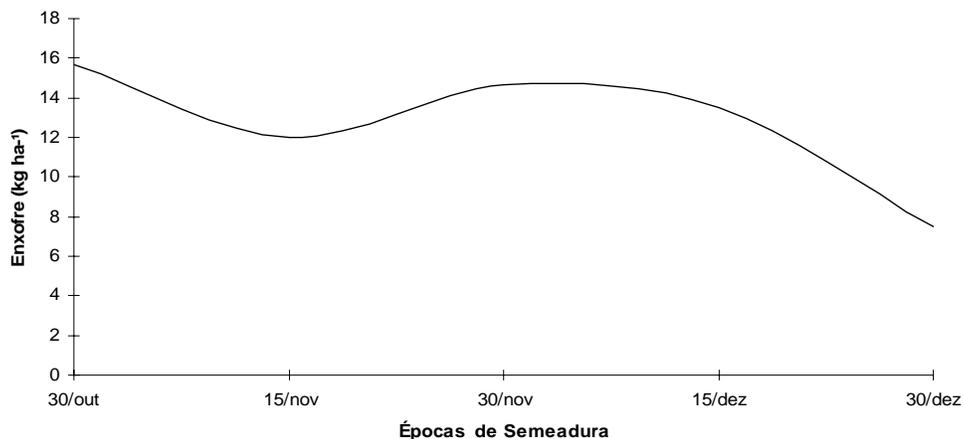


FIGURA 8 Acúmulo de enxofre na forragem do consórcio sorgo-soja, nas diferentes épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Levando-se em consideração a média dos sistemas de corte no consórcio, verifica-se um desempenho do sistema consorciado superior ao monocultivo do sorgo, com acréscimo de 23,94% ($2,45 \text{ kg ha}^{-1}$) no acúmulo de enxofre (Tabela 6). Esses resultados demonstram, mais uma vez, a melhor eficiência do consórcio sorgo-soja no rendimento de forragem. Trabalhos conduzidos por

outros pesquisadores (Carneiro & Rodriguez, 1978; Oliveira, 1986; Oliveira, 1989; Sood & Sharma, 1992; Silva, 1998; Corte et al., 2003; Rezende et al., 2005; Santos, 2006) têm evidenciado o efeito benéfico dessa associação.

Considerando-se que a exigência desse elemento para gado leiteiro é de 0,32% da matéria seca (NCR, 1996), os valores observados neste trabalho (consórcio e em monocultivo) estão um pouco abaixo dessa relação, tendo sido observados valores médios de 0,09% para o consórcio. Na literatura, resultados melhores foram alcançados por Santos (2006), em estudo na mesma região, obtendo valores de 0,18%.

6 CONCLUSÕES

- O sistema de corte 1 (rente ao solo) proporcionou maiores rendimentos dos minerais analisados (P, K, Ca, Mg e S).
- As épocas de semeadura modificaram a composição mineral da forragem produzida no sistema consorciado, com predominância de maior acúmulo na semeadura em 30/out de (P, K, Mg, e S) e Ca em 30/nov.
- As cultivares de soja alteraram os rendimentos de cálcio, magnésio e enxofre da forragem produzida no sistema consorciado, com destaque para a 'Monsoy 8400' que apresentou maiores rendimentos.
- O sistema consorciado apresentou forragem mais rica em nutrientes em relação ao monocultivo do sorgo, para todas as características analisadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, P. B. Origens das *Brachiarias* e suas características morfológicas de interesse forrageiro. In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, 1., 1986, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p. 1-18.

AMARAL, A. Alimentação racional. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 832-839.

BISHNOI, U. R.; OKA, G. M.; FEARON, A. L. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums harvested at different growth stages. **Tropical Agriculture**, Trindad, v. 70, n. 2, p. 98-102, Apr. 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas**: 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

BUENO, M. F. **Rendimento e valor nutritivo dos capins Marandu e Mombaça em diversas época de vedação e uso**. 1999. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARNEIRO, A. M.; RODRIGUEZ, N. M. Efeitos da consorciação de milho com leguminosas anuais no rendimento e qualidade de material para a ensilagem. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 30, n. 2, p.219-227, 1978.

CORTE, E; REZENDE P. M. de; ANDRADE L. A. DE B.; VON PINHO R. G.; GOMES L. L. Consorcio sorgo-soja VII: sistemas de corte no rendimento forrageiro das culturas consorciadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n.3, p. 681-688, maio/jun. 2003.

COSTA, N. L. de; OLIVEIRA, J. R. C.; PAULINO, V. T. Efeito do diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de brachiaria brizantha cv. Marandu em Rondônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 495-501, jan./fev. 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Rendimento de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; LOPES, J.; SOARES, L. Q. Composição bromatológica de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr. 2005.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows, versão 4. 0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

GIRON CEDENO, J. A. **Estudo de gramíneas tropicais em diferentes idades**. 2001. 66 p. Dissertação (Mestrado em Forragicultura e Pastagem) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GOMES, V. M. **Disponibilidade e valor nutritivo de brachiaria vedada para uso na região semi-árida de Minas Gerais**. 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GRIS, C. F.; REZENDE, P. M. de.; CARVALHO, E. de A.; BOTREL, E. P.; EVANGELISTA, A. R.; ANDRADE, M. J. B. de. Épocas de corte e cultivares na composição mineral de feno de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 413-419, mar./abr. 2008.

HOPKINS, A.; ADAMSON, A. H.; BOWLING, P. J. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2 – Effects on concentration of Ca, Mg, Na, S, Mn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of siles. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 1, p. 9-20, Mar. 1994.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy, 1996. 404 p.

OLIVEIRA, A. F. de. **Efeito da associação de cultivares de milho (*Zea mays* (L.) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill]) no rendimento e valor nutritivo da forragem**. 1986. 74 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

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)**. 1989. 57 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, L. E. D. de. Valor da soja como alimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 820-823.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525 p.

PALHANO, A. L.; HADDAD, C. M. Recrutamento de nutrientes e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast-cross N° 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 10, p. 1429-1438, out. 1992.

REDFEARN, D. D.; BUXTON, D. R.; DEVINE, T. E. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. **Crop Science**, Madison, v.39, n.5, p.1380-1384, Sept./Oct. 1999.

REZENDE, M. R.; SILVA, A. G.; GRIS, C. F.; CARVALHO E. A. de; Consórcio sorgo-soja XII: rendimento de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 2005.

REZENDE, P. M. de; 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 na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo de sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 475-481, out./dez. 2004.

REZENDE, P. M. de; BUENO, L. C. S.; SEDIYAMA, T.; JUNQUEIRA NETO, A; LIMA, L. A. de P.; FRAGA, A. C. Épocas de desbaste em experimento com soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em diferentes densidades de semeadura. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v 1, p.201-206.

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. 359 p.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIOVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Rendimento e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, jan./mar. 2006.

RODRIGUES, J. A. S.; SILVA, F. E.; GONÇALVES, L. C. Silagem de diferentes cultivares de sorgo forrageiro colhidos em diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: LAPAR, 1996. p.269.

RUGGIERI, A. C.; TONANI, F.; GUIM, A., ANDRADE, P.; SILVA, A.; CUSTÓDIO, J. C.; GUIDELLI, C. Efeito do estágio de maturação sobre a composição bromatológica da planta e da silagem de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.107-108.

SANTOS, J. P. Consórcio sorgo-soja: **sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem**. 2006. 123 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, A. G. **Rendimento de forragem de cultivares de sorgo e soja consorciados na linha, em dois sistemas de corte**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, J. F. C. da; OBEID, J. A.; FERNANDES, W.; GARCIA, R. Idade de corte do sorgo Santa Eliza (*Sorghum vulgares*, Pers.), para silagem I: rendimento e característica das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.19, n.2, p.98-105, mar./abr. 1990.

SOOD, B. R.; SHARMA, V. K. Effect of nitrogen level on the yield and quality of forage shorghum (*Sorghum bicolor*) intercropped with legumes. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v. 37, n. 4, p. 642-644, Dec. 1992.

TONANI, F. L. **Valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação dos grãos**. 1995. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, 2002. Especial.

ZAGO, C. P. **Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo**. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”. 1991. p.169-217.

CAPÍTULO 6

CONSÓRCIO SORGO-SOJA. ÉPOCAS DE SEMEADURA DO SORGO, CULTIVARES DE SOJA E SISTEMAS DE CORTES NO RENDIMENTO DE FORRAGEM DA REBROTA DO SORGO

1 RESUMO

O consórcio de plantas forrageiras é uma técnica realizada há alguns anos e consiste na prática de cultivo de duas ou mais culturas na mesma área, visando aumentar o rendimento por unidade de área e a qualidade do produto obtido. Por isso, esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a rebrota do sorgo, em função das diferentes épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de corte no rendimento de forragem do sorgo resultante do consórcio das culturas de sorgo cv. Volumax (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na entrelinha. O experimento foi instalado na área experimental do campus da Universidade Federal de Lavras, em Latossolo Distroférico típico, durante dois anos agrícolas, 2006/07 e 2007/08. O delineamento utilizado foi o ensaio em blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3, compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez), três cultivares de soja (Monsoy 8400 – ciclo médio, Conquista – ciclo semitardio e Luziânia – ciclo tardio) e três sistemas de corte (Sistema 1- corte rente ao solo, sistema 2 - corte a 15 cm do colo da planta e sistema 3 – corte a 30 cm do colo da planta). Na rebrota do sorgo, observou-se aumentos significativos para massa verde e proteína bruta, em função das épocas de semeadura e sistemas de corte. O sistema de corte a 30 cm do solo permitiu os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da rebrota do sorgo consorciada. O sistema consorciado apresentou maiores rendimentos de matéria seca e proteína bruta.

2 ABSTRACT

The intercropping of forage plants is a technique already performed few years ago and is the practice of cultivating two or more crops in the same area aiming to increase the yield per unit of area and the quality of the obtained product. That is why this study was conducted with the objective of assessing the resprouting of sorghum, on the basis of different sowing dates of sorghum, soybean cultivars and cutting systems in the yield of the sorghum forage product of the intercropping of sorghum cv. Volumax (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. The experiment was installed at the experimental station of the Federal University of Lavras in a Typic Distroferric latosol in two agricultural years 2006/07 and 2007/08. The experimental design used was a randomized blocks in a 5x3x3 factorial scheme consisting of five sowing sorghum dates (Oct/30, Nov/15 and 30 and Dec/15 and 30), three soybean cultivars; Monsoy 8400 (medium cycle), Conquista (medium late cycle) and Luziânia (long cycle), and three cutting systems (System 1 - cutting at the ground level; system 2 - cutting at 15 cm from the ground on each plant; system 3 - cutting at 30 cm from the ground on each plant). In the resprouting of sorghum was observed significant increases in the fresh matter and crude protein according to the sowing dates and cutting systems. The cutting system at 30 cm from the soil allowed the highest yield of fresh matter, dry matter and crude protein of the resprouting of the intercropped sorghum. The intercropping system had higher dry matter yields and crude protein.

3 INTRODUÇÃO

A utilização do sorgo no rendimento de forragem tem assumido papel importante nos últimos anos no Brasil e no mundo. O sorgo se destaca como espécie resistente a fatores ambientais adversos, com elevadas produções de massa seca por área, bom padrão de fermentação e elevado valor nutritivo das silagens produzidas.

O sorgo proporciona silagem de baixos custos de produção, com a possibilidade de uso da rebrota da planta, devido à capacidade da planta de sorgo de conservar vivo o seu sistema radicular (Zago, 1997). Tomich et al. (2004) observaram altas taxas de rebrota próximas ou superiores a 90% para 12 híbridos de sorgo, avaliados para corte.

A silagem de sorgo constitui um volumoso de bom valor energético, mas deficiente em proteína, necessitando de suplementação com concentrados proteicos (Oliveira, 1989). Portanto, o enriquecimento proteico 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 esta atingir até 60% do rendimento alcançada no primeiro corte.

Os sistemas consorciados são promissores na agricultura moderna visando aumento da eficiência de uso dos recursos naturais, mitigação de efeitos deletérios ao meio ambiente e aumento da lucratividade dos produtores (Machado, 2009). Entretanto, ainda não existem recomendações agronômicas consolidadas de manejo de tais sistemas. Um dos pontos criteriosos diz respeito

ao uso adequado de cultivares de soja adaptadas ao sistema de consórcio (Rezende et al., 2005), visto que são sistemas com características distintas dos monocultivos e com comportamentos esperados das cultivares possivelmente diferenciados.

O manejo de corte visando ao aproveitamento da rebrota da planta de sorgo influencia significativamente a produção de massa na rebrota (Silva et al., 1990; Santos et al., 2009), fazendo-se necessário o estudo das melhores alternativas de manejo para maximização da produtividade. No caso da rebrota da soja, resultados mais promissores são obtidos com o corte realizado antes da floração. A realização de cortes em estádios reprodutivos apresenta índice de rebrota baixo, conforme salientam Rezende et al. (2003).

Considerando a importância do rendimento de forragens de alta qualidade, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de diferentes sistemas de corte, épocas de semeadura do sorgo e cultivares de soja no rendimento de forragem produzida a partir da rebrota do sorgo, visando estabelecer estratégias de manejo mais adequadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização climática da região

Os experimentos foram conduzidos na área no Departamento de Agricultura, no campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, situada a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., 918 m de altitude e em solo classificado como Latossolo Roxo distroférico típico de textura argilosa, sob vegetação de cerrado (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1999). Na Tabela 1 encontram-se os dados referentes às análises química e física do solo da área experimental.

O clima da região sul de Minas Gerais, segundo a classificação de Koppen, enquadra-se no tipo Cwa (Ometto, 1981). A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação total anual é de 1.529,7 mm, a evaporação total do ano de 1.034,3 mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992).

Os dados relativos à temperatura, à umidade relativa e à precipitação pluviométrica, registrados no período experimental (setembro de 2006 e 2007 a abril de 2007 e 2008), estão apresentados na Figuras 2.1 e 2.2. A fim de garantir a germinação das sementes nas épocas pré-estabelecidas, foi utilizada irrigação suplementar.

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para o consórcio foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x3x3+5, com três repetições, compreendendo cinco épocas de semeadura do sorgo forrageiro híbrido Volumax (30/out, 15 e 30/nov e 15 e 30/dez), três cultivares de soja; Monsoy 8400 (ciclo médio), Conquista (ciclo semitardio) e Luziânia (ciclo tardio) e três sistemas de corte. No primeiro sistema, as plantas de sorgo foram cortadas duas vezes, sendo o

primeiro e o segundo corte (rebrotas) realizados rente ao solo, no estágio de grãos farináceos do sorgo. No segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado à altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio 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. Adicionalmente, foi conduzido outro ensaio contíguo, em blocos casualizados, com três repetições, para o monocultivo sorgo, semeado nas cinco épocas já relatadas anteriormente.

O sistema de cultivo empregado foi o consórcio da soja na entrelinha do sorgo semeado no espaçamento de 80 cm e densidade de 12 plantas por metro, tanto para o consórcio como para o monocultivo (Santos et al., 2006).

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).

4.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2006/07 e 2007/08, sendo o preparo do solo tipo convencional com irrigação, a fim de garantir a semeadura simultânea das duas culturas nas cinco épocas pré-estabelecidas. As parcelas de sorgo foram constituídas por três linhas com 10,0 m de comprimento, sendo considerada como área útil apenas a fileira central. No caso da soja, utilizou-se uma linha central como área útil com uma densidade de 15 plantas por metro, tanto no consórcio como no monocultivo. O desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência, para ambas as culturas, tanto em monocultivo como em consórcio.

O detalhe da parcela experimental é apresentado na Figura 3. Na Figura 4 é mostrada uma vista do tipo de consórcio sorgo e soja utilizado no experimento, aos 50 dias após a emergência.

Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas por Ribeiro et al. (1999), utilizando-se para a soja 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O e, para o sorgo, 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura, aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se, como fonte de N de P₂O₅ e de K₂O, 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*, na proporção de 200 g de inoculante para 50 kg (1.200.000 bactérias/semente) de sementes. Os demais tratos culturais foram realizados conforme necessidade de cada prática em específico. O corte das plantas foi realizado utilizando-se roçadora costal motorizada e a altura determinada com auxílio de um tripé de madeira com altura de 15 e 30 cm, respectivamente, sendo os cortes realizados rente ao mesmo.

Na avaliação da rebrota, o sorgo foi a cultura que mais contribuiu para produção de forragem, apresentando maior índice de rebrota do que a soja, pois o corte de ambas as culturas obedece a época de grãos farináceos para o sorgo. A soja, nessa época, encontrava-se no estágio R5 que, quando submetida a corte, apresenta menor índice de rebrota (Rezende et al., 2003).

É importante salientar que, embora essas rebrotas tenham se desenvolvido em função das alturas de cortes iniciais (0, 15 e 30cm), o corte final da rebrota foi realizado para todas as culturas, visando maior aproveitamento da forragem.

4.4 Características avaliadas

Após cada corte, foram avaliadas, para a cultura do sorgo e da soja, as características descritas a seguir.

4.4.1 Rendimento de massa verde

Todas as plantas da parcela útil foram cortadas de acordo com o sistema de corte 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^{-1} .

4.4.2 Rendimento de matéria seca

Inicialmente, procedeu-se à pesagem de todas as plantas da fileira útil, obtendo-se a massa verde. Posteriormente, 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 isso, estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C , até atingir peso constante. Após determinado o valor da matéria seca, foi feita a conversão para kg ha^{-1} .

4.4.3 Rendimento de proteína bruta

A determinação do rendimento de proteína bruta foi realizada a partir do material retirado para a determinação da matéria seca. Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey, com peneiras de 1,0 mm de bitola, guardando-se em recipientes de vidro hermeticamente fechados e devidamente identificados, sendo posteriormente enviados ao Laboratório de Análise Foliar da UFLA.

O rendimento de proteína bruta foi calculado a partir do teor de nitrogênio, que foi determinado utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjeldahl, de acordo com as técnicas da Association of Official Agricultural Chemists – A.O.A.C. (1990) Os valores de N obtidos foram transformados para proteína bruta, utilizando a constante 6,25 e, posteriormente, os resultados convertidos para kg ha^{-1} .

4.5 Análise estatística

As características citadas acima foram analisadas por meio da soma dos valores encontrados para o sorgo e soja no consórcio. Para efeito de comparação do consórcio vs. Monocultivo, utilizou-se a rebrota do sorgo, por ser cultura de maior expressão nesse sistema.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância (SISVAR®) (Ferreira, 2000), tanto para a rebrota do sorgo consorciada como para a rebrota do sorgo em monocultivo. Esse procedimento foi realizado de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2), adaptada de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados médios		
		Massa verde	Matéria seca	Proteína bruta
Blocos	2	1946721,50*	152778,10	1752,10
(Tratamentos)	49	5298998,35**	881198,97**	5887,26**
Consórcio				
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**
Monocultivo	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%, respectivamente.

5.1 Rendimento de massa verde

O resultado da análise de variância para os rendimentos de massa verde encontra-se na Tabela 1, no qual se observa que houve significância para épocas de semeadura, sistemas de corte e para interação época x sistema de corte e consórcio vs. monocultivo.

As épocas de semeadura alteraram significativamente o rendimento de massa verde da rebrota, com destaque para as épocas de semeadura de 30/out e 15/dez, que proporcionaram rendimentos médios de 6.124 e 5.893 kg ha⁻¹, superando as épocas 15/nov, 30/nov e 30/dez em 746, 1.060 e 588, 902 e 279, 593 kg ha⁻¹, respectivamente. Os rendimentos decrescentes de massa verde da cultura do sorgo em função da época de semeadura indicam que essa característica está intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma (Figura 1). Pinho et al. (2007), trabalhando com épocas de semeadura em milho e sorgo, observaram que a melhor época de semeadura visando à produtividade e à qualidade foi em novembro.

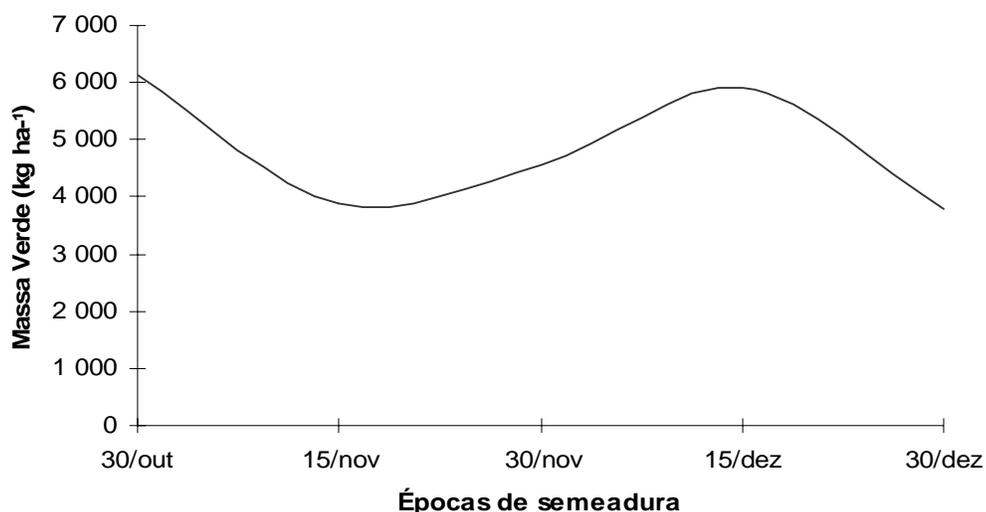


FIGURA 1 Rendimento de massa verde da rebrota do sorgo, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Da mesma maneira que ocorreu para época de semeadura, os sistemas de corte alteraram significativamente o rendimento de massa verde da rebrota, podendo-se observar-se que o sistema 3, com rendimento de 5.516 kg ha⁻¹, apresentou o melhor desempenho, superando em 16,67% (788 kg ha⁻¹) e em 28,60% (1.227 kg ha⁻¹) o rendimento dos sistemas 2 e 1, respectivamente

(Tabela 2). Os rendimentos de massa verde mais baixos, do sistema de corte 2 e 1, podem ser explicados em função da altura de corte, pois os mesmos foram realizados a 0 e 15 cm do solo, proporcionando menor área de rebrota em comparação ao sistema 3, que foi cortado à altura de 30 cm.

TABELA 2 Rendimentos de massa verde (kg ha⁻¹), obtidos na rebrota do sorgo, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	6.378	3.931	4.322	6.181	4.017
Monsoy	5.847	3.853	4.422	5.264	3.800
Conquista	6.147	3.869	4.894	6.236	3.504
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas	
30/out	5.153 A	5.678 A	7.542 A	6.124 A	
15/nov	3.489 B	3.986 B	4.178 D	3.884 C	
30/nov	4.589 A	3.961 B	5.089 C	4.546 B	
15/dez	5.222 A	6.181 A	6.278 B	5.894 A	
30/dez	2.994 B	3.833 B	4.493 D	3.774 C	
Médias dos sistemas	4.289 c	4.728 b	5.516 a	Média cultivares	
Luziânia	4.218	5.163	5.515	4.966	
Monsoy	4.022	4.372	5.518	4.637	
Conquista	4.628	4.648	5.514	4.930	
Rebrota do consórcio					4.844 A
Rebrota do monocultivo					4.425 B

*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.

Em relação à interação, avaliando-se o efeito do fator época dentro de cada sistema de corte, verifica-se que, independente do corte utilizado, as épocas de semeadura realizadas mais próximas ao início das chuvas e durante a época das mesmas apresentaram os melhores rendimentos (Figura 2). No sistema de corte 1, as épocas de semeadura compreendidas entre o intervalo de 30/out a

15/dez destacaram-se com as maiores produções, com exceção da época 15/nov. No sistema de corte 2 sobressaíram-se as épocas 30/out e 15/dez. No sistema de corte 3, que proporcionou a maior rebrota de sorgo, o maior valor foi obtido quando a semeadura foi realizada na época 30/out (Tabela 2).

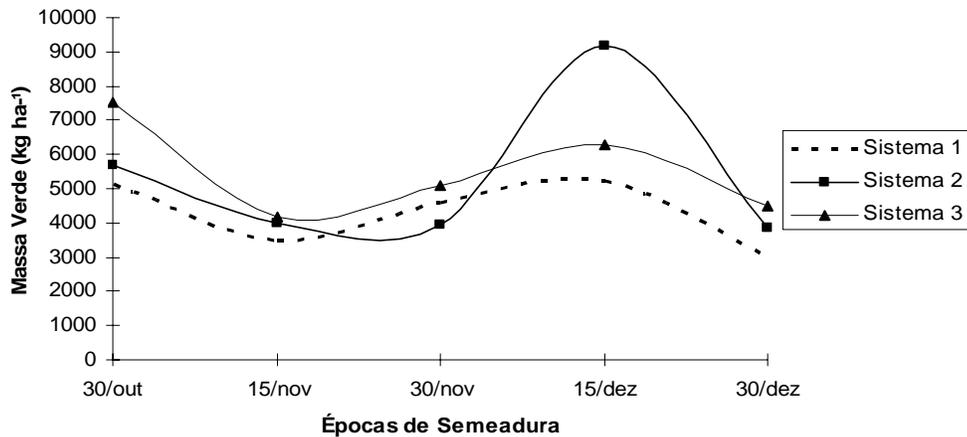


FIGURA 2 Rendimento de massa verde da rebrota do sorgo dos diferentes sistemas de corte em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Esses resultados demonstram que o conhecimento da época de semeadura e o sistema de corte para o consórcio sorgo-soja são de extrema importância, tanto para o consórcio sorgo-soja quanto para a rebrota do sorgo, pois as variações no rendimento forrageiro foram significativas (2.683 a 8.125 kg ha⁻¹).

Comparando-se as produtividades de massa verde da rebrota provenientes do sistema consorciado (4.844 kg ha⁻¹) com o monocultivo (4.425 kg ha⁻¹), observa-se um aumento significativo na ordem de 9,46% (419 kg ha⁻¹) entre os dois sistemas (Tabela 2), o que confirma que, mesmo na rebrota, as vantagens do sistema consorciado sobre o monocultivo foram marcantes. Esse fato ocorre também no consórcio comum, conforme salientam vários autores (Corte et al., 2003; Rezende et al., 2004; Ghosh et al., 2009).

5.2 Rendimento de matéria seca

Por meio da análise de variância para o rendimento de matéria seca da rebrota do sorgo, detectou-se efeito altamente significativo para a época de semeadura, sistemas de corte e para a interação época de semeadura x sistema de corte (Tabela 1).

Avaliando o efeito do fator época de semeadura ocorreu destaque para a época 30/out, com rendimento médio de 2.644 kg ha⁻¹, que superou as demais épocas de semeadura 15/dez, 30/nov, 15/nov e 30/dez, em 11,60% (275), 23,72% (507), 49,29% (873) e 66,91% (1.060 kg ha⁻¹), respectivamente. Os rendimentos decrescentes aqui verificados demonstram que essa característica encontra relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma. Efeito semelhante também foi encontrado para o rendimento de massa verde (Figura 3). Trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores mostram também a relação entre essa característica com o desenvolvimento vegetativo (Pinho et al., 2007).

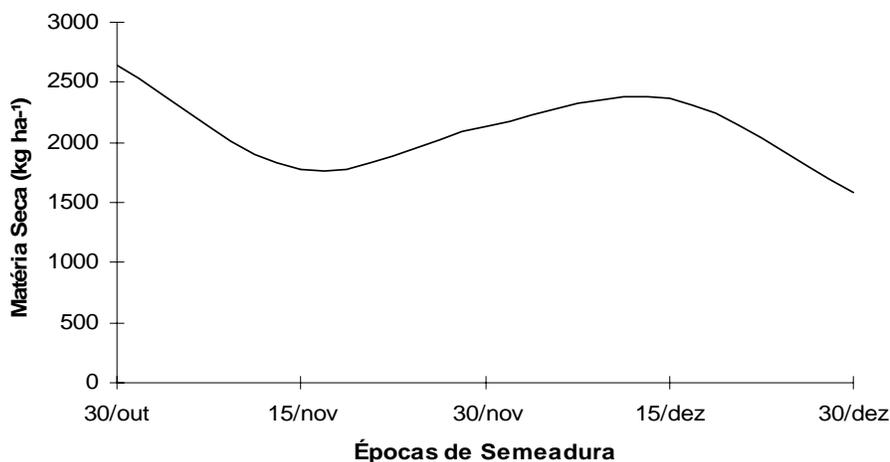


FIGURA 6 Rendimento de matéria seca da rebrota do sorgo, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

TABELA 3 Rendimentos de matéria seca (kg ha^{-1}) na rebrota do sorgo, obtidos no ensaio efeito de épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 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					153 A
Rebrota do monocultivo					129 B

* 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.

Quanto ao rendimento médio dos três sistemas de corte avaliados (Tabela 3), é importante ressaltar que o rendimento do sistema de corte 3 (2.395 kg ha^{-1}) superou em 15,70% (325 kg ha^{-1}) e 30,30% (557 kg ha^{-1}), os sistemas 2 e 1, respectivamente. As variações nos rendimentos de matéria seca em função dos sistemas de corte estudados seguem o mesmo raciocínio verificado para o rendimento de massa verde, com os cortes a 30 cm, proporcionando maior área para rebrota e, conseqüentemente, maior rendimento.

Em relação à interação época x sistema, avaliando-se o fator época dentro de cada sistema de corte, verifica-se que, independente do sistema utilizado, as épocas de semeaduras realizadas mais cedo, próximas ao início das

chuvas (Figura 1 e 2.2) apresentaram também maiores rendimentos na rebrota. No sistema 1 e 2, as épocas de maior destaque foram 30/out e 15/dez e no sistema 3, no qual se verificou a maior produtividade, a semeadura em 30/out proporcionou maior rendimento, com produtividade de 3.119 kg ha⁻¹ (Tabela 3). 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 sistema consorciado e monocultivo mostra que não houve diferença significativa na produtividade dos dois sistemas, apesar de o maior rendimento ter ocorrido com o consórcio, diferente do ocorrido para a massa verde, em que a produtividade do consórcio superou significativamente o monocultivo. Isso indica que a presença da soja na entrelinha não alterou negativamente o rendimento de matéria seca da rebrota do sorgo (Tabela 3 e Tabela 2). 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., 2000).

5.3. Rendimento de proteína bruta

Para o rendimento de proteína bruta, de acordo com o resumo da análise de variância, não ocorreu efeito significativo apenas para o fator cultivar e da sua interação com sistemas (Tabela 1).

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 as de 30/out, 30/nov e 15/dez, com rendimentos de 176, 179 e 178 kg ha⁻¹, respectivamente, conforme indicam os dados da Tabela 4. De acordo com a Figura 4, verifica-se uma curva em que as maiores produções foram observadas até a época 15/nov (134 kg ha⁻¹) e, posteriormente,

ocorreu queda brusca para a última época de semeadura 30/dez (100 kg ha⁻¹). Esses resultados mostram que essa característica encontra-se intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da mesma.

TABELA 4 Rendimentos de proteína bruta (kg ha⁻¹), obtidos na rebrota do sorgo, no ensaio épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.*

	30/out	15/nov	30/nov	15dez	30/dez
Luziânia	176 A	146 A	159 B	187 A	106 A
Monsoy	167 A	128 A	185 A	155 B	100 A
Conquista	184 A	127 A	194 A	191 A	94 A
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média épocas
30/out		142 B	169 A	217 A	176 A
15/nov		119 C	145 B	137 B	134 B
30/nov		181 A	155 B	202 A	179 A
15/dez		157 B	184 A	192 A	178 A
30/dez		78 D	103 C	119 B	100 C
Médias dos sistemas		135 c	151 b	173 a	Média cultivares
Luziânia		128	163	173	155
Monsoy		127	141	173	147
Conquista		151	149	174	158
Média consórcio					153 A
Média monocultivo					129 B

* 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.

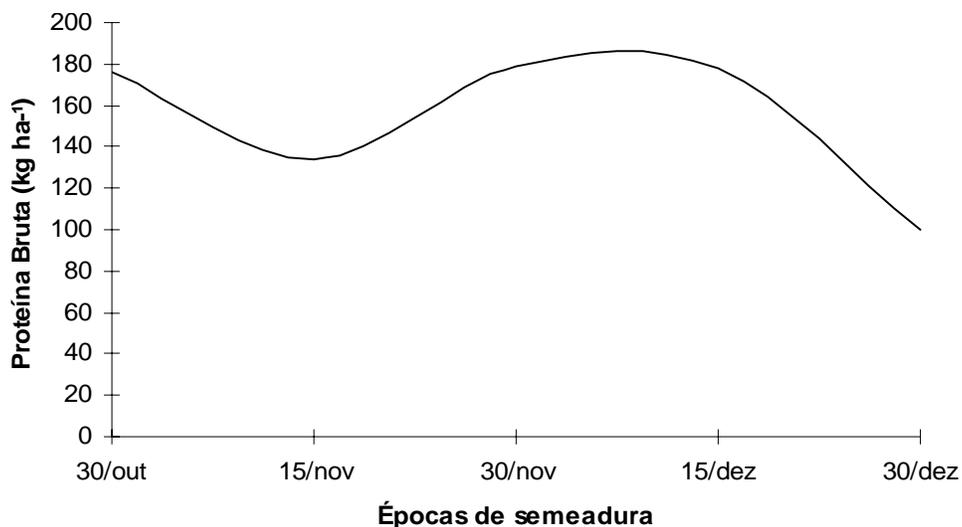


FIGURA 4 Rendimento de proteína bruta da rebrota do sorgo, em função das épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Para o fator sistema de corte, foi observado que o rendimento de proteína bruta do sistema de corte 3 (173 kg ha^{-1}) foi superior ao dos sistemas 2 (151 kg ha^{-1}) e 1 (135 kg ha^{-1}), em 14,56% (22 kg ha^{-1}) e 28,14% (38 kg ha^{-1}), respectivamente (Tabela 4). Esses resultados eram até certo ponto esperados, pois, como ocorreu efeito na matéria seca e esse rendimento de proteína foi calculado com base na matéria seca, esse aumento deveria também ocorrer.

Avaliando-se o efeito do fator época dentro de cada sistema de corte, verifica-se que, para o sistema de corte 1, o maior rendimento de proteína bruta foi observado em 30/Nov; para o sistema 2, nas épocas de semeadura de 30/out e 15/dez e, no sistema de corte 3, o maior rendimento de proteína bruta foi observado para a época 30/out (217 kg ha^{-1}).

Desdobrando-se a interação cultivar dentro de cada época de semeadura, observa-se que, para as épocas de semeadura 30/out, 15/nov e 30/dez, não houve influência significativa das cultivares de soja na rebrota de sorgo. No entanto, para a época de semeadura 30/Nov, as cultivares Luziânia e Monsoy se

destacaram e, na época 15/dez, as cultivares que se destacaram foram Conquista e Monsoy.

Comparando-se os rendimentos de proteína bruta do sistema consorciado (153 kg ha⁻¹) com o monocultivo (129 kg ha⁻¹), observa-se um aumento significativo na ordem de 18,6% (24 kg ha⁻¹) entre os dois sistemas (Tabela 4). Essa diferença pode ser atribuída ao aporte da fixação biológica que aumenta a disponibilidade do elemento no agroecossistema (Glosh et al., 2009).

De maneira geral, os valores de rendimento de proteína bruta observados neste trabalho para a cultura de 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 leguminosa, principalmente na adição de proteína à forragem de gramíneas, melhorando seu valor nutritivo, o que acarreta em diminuição de custos. Resultados semelhantes de acréscimos no rendimento de proteína bruta total nos sistemas consorciados também foram observados em outros trabalhos (Evangelista, 1986; Oliveira, 1989; Sood & Sharma, 1992; Silva, 1998; Silva et al., 2000; Rezende et al., 2000; Silva et al., 2003; Silva et al., 2004).

6 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 à altura de 30 cm são ideais para a obtenção de maior rendimento forrageiro.
- As cultivares de soja apresentaram contribuição no teor de proteína bruta.
- A produção de forragem da rebrota do sorgo foi influenciada pelo sistema de cultivo com destaque para o sistema consorciado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, 684 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas**: 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

CASELA, C. R.; BORGONOV, R. A.; SCHAFFERT, R. E.; SANTOS, F. G. Cultivares de sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p 40-43, dez. 1986.

CORTE, E.; REZENDE, P. M. de; ANDRADE, L. A. de B.; PINHO R. G. von; GOMES L. L. Consorcio sorgo-soja VII: sistemas de corte no rendimento forrageiro das culturas consorciadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n.3, p. 681-688, maio/jun., 2003.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1862/39-1866, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Rendimento de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EVANGELISTA, A. R. **Silagem de milho ou sorgo com soja**. Lavras: ESAL, 1986. 19 p. (Boletim Técnico, 8).

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4. 0 In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

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**, Amsterdam, v. 31, p. 43-50, 2009.

MACHADO, S. Does intercropping have a role in modern agriculture? **Journal of Soil and Water Conservation**, Fort Collins, v. 64, n.1, p 55-57, Jan./Feb. 2009

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)**. 1989. 57 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525 p.

PINHO, R. G. von; 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**, São Paulo, v. 66, p. 235-246, 2007.

REZENDE, P. M. de ; GOMES L. L. ; TOURINO, M. C. C. ; GRIS, C. F. ; BOTREL, É. P. Maximização da exploração da soja XIV: comparação de cultivares quanto a produção de forragem e de grãos da rebrota. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 50, n. 287, p. 107-114, 2003.

REZENDE, P. M. de; 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 na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e monocultivo de sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 475-481, out./dez. 2004.

REZENDE, P. M. de; 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**, Viçosa, MG, v. 52, 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. de; 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**, Lavras, v. 33, n. 2 p. 397-404, mar./abr. 2009.

SILVA, A. G. **Rendimento de forragem de cultivares de sorgo e soja consorciados na linha, em dois sistemas de corte.** 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 933-939, nov./dez. 2000.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M. de; 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**, Campo Grande, 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: influencia de sistemas de cortes, na produção de forragem de sorgo e soja consorciados na linha e do sorgo em monocultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 451-461, abr./jun. 2003.

SILVA, J. F. C. da; OBEID, J. A.; FERNANDES, W.; GARCIA, R. Idade de corte do sorgo Santa Eliza (*Sorghum vulgare*, Pers.), para silagem. I. Produção e característica das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 19, n. 2, p. 98-105, 1990.

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**, New Delhi, v. 37, n. 4, p. 642-644, Dec. 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**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

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**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, 2002. Especial.

ZAGO, C. P. Utilização de sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas, 1997. p. 9-26. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 17).

ANEXOS

TABELA 1A Teores de proteína (%) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função das diferentes épocas de semeadura, sistemas de corte e cultivares utilizadas. UFLA, Lavras, MG, média anos de agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Época	Cultivar	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
30/out	L	8,85	8,50	7,30	8,23
	M	5,94	8,39	6,96	7,03
	C	8,46	10,25	8,37	8,96
15/nov	L	7,44	8,19	8,59	8,01
	M	7,46	7,33	6,88	7,26
	C	7,48	7,16	6,16	6,98
30/nov	L	7,75	6,89	8,47	7,70
	M	7,00	7,63	8,16	7,57
	C	6,73	7,82	6,78	7,09
15/dez	L	6,95	8,23	7,78	7,60
	M	7,45	7,60	7,29	7,45
	C	7,19	7,32	6,93	7,14
30/dez	L	6,11	6,32	6,88	6,40
	M	6,60	6,00	6,26	6,30
	C	6,53	5,68	7,69	6,77
Médias sistemas		7,26	7,71	7,40	
	30/out	7,71	9,02	7,55	8,07
	15/nov	7,46	7,58	7,20	7,42
	30/nov	7,11	7,46	7,80	7,44
	15/dez	7,19	7,70	7,33	7,39
	30/dez	6,39	6,04	6,98	6,48
	L	7,49	7,74	7,87	7,69
	M	6,94	7,52	7,17	7,19
	C	7,36	7,88	7,16	7,45
Médias do consórcio					7,44
Monocultivo do sorgo					6,33

TABELA 2A Teores de fósforo (%) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, média anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Época	Cultivar	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
30/out	L	0,22	0,18	0,23	0,21
	M	0,14	0,19	0,25	0,19
	C	0,22	0,20	0,23	0,22
15/nov	L	0,14	0,16	0,17	0,16
	M	0,15	0,13	0,15	0,15
	C	0,12	0,14	0,12	0,13
30/nov	L	0,17	0,16	0,17	0,17
	M	0,14	0,15	0,14	0,14
	C	0,14	0,14	0,14	0,14
15/dez	L	0,12	0,15	0,15	0,14
	M	0,13	0,13	0,16	0,14
	C	0,14	0,14	0,14	0,14
30/dez	L	0,10	0,11	0,11	0,11
	M	0,10	0,09	0,10	0,10
	C	0,08	0,09	0,12	0,10
Médias sistemas		0,15	0,15	0,16	
	30/out	0,20	0,19	0,23	0,21
	15/nov	0,14	0,15	0,15	0,14
	30/nov	0,15	0,15	0,15	0,15
	15/dez	0,13	0,14	0,15	0,14
	30/dez	0,09	0,10	0,11	0,10
	L	0,15	0,15	0,17	0,16
	M	0,14	0,14	0,16	0,15
	C	0,15	0,15	0,15	0,15
Médias do consórcio					0,15
Monocultivo do sorgo					0,16

TABELA 3A Teores de potássio (%) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Época	Cultivar	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
30/out	L	1,17	1,17	1,39	1,24
	M	1,30	1,39	1,40	1,36
	C	1,03	0,97	1,19	1,06
15/nov	L	1,07	1,42	1,08	1,19
	M	1,19	1,18	1,24	1,20
	C	1,18	1,18	1,01	1,13
30/nov	L	1,08	1,10	1,06	1,08
	M	0,93	1,04	1,04	1,00
	C	1,19	0,95	0,98	1,06
15/dez	L	1,02	1,02	1,19	1,08
	M	0,98	1,08	0,98	1,01
	C	1,08	1,06	1,11	1,08
30/dez	L	0,82	0,92	0,94	0,89
	M	0,99	0,95	0,88	0,94
	C	0,82	0,94	1,16	0,98
Médias sistemas		1,08	1,11	1,12	
	30/out	1,16	1,18	1,33	1,22
	15/nov	1,15	1,27	1,11	1,18
	30/nov	1,07	1,03	1,03	1,05
	15/dez	1,03	1,05	1,10	1,06
	30/dez	0,88	0,93	1,00	0,94
	L	1,04	1,16	1,15	1,11
	M	1,10	1,15	1,14	1,13
	C	1,09	1,03	1,09	1,07
Médias do consórcio					1,10
Monocultivo do sorgo					1,11

TABELA 4A Teores de cálcio (%) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Época	Cultivar	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
30/out	L	0,37	0,31	0,27	0,32
	M	0,35	0,39	0,34	0,36
	C	0,34	0,31	0,39	0,34
15/nov	L	0,35	0,57	0,43	0,45
	M	0,31	0,40	0,46	0,38
	C	0,37	0,35	0,29	0,34
30/nov	L	0,48	0,49	0,50	0,49
	M	0,61	0,60	0,63	0,61
	C	0,56	0,63	0,58	0,59
15/dez	L	0,47	0,53	0,43	0,48
	M	0,54	0,52	0,57	0,54
	C	0,57	0,50	0,49	0,52
30/dez	L	0,61	0,54	0,56	0,57
	M	0,72	0,63	0,58	0,65
	C	0,60	0,53	0,52	0,55
Médias sistemas		0,46	0,48	0,46	
	30/out	0,35	0,34	0,33	0,34
	15/nov	0,34	0,44	0,39	0,39
	30/nov	0,55	0,58	0,57	0,57
	15/dez	0,53	0,51	0,49	0,51
	30/dez	0,64	0,57	0,55	0,59
	L	0,44	0,48	0,43	0,45
	M	0,47	0,50	0,51	0,49
	C	0,47	0,46	0,45	0,46
Médias do consórcio					0,47
Monocultivo do sorgo					0,42

TABELA 5A Teores de magnésio (%) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Época	Cultivar	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
30/out	L	0,19	0,31	0,41	0,30
	M	0,43	0,41	0,42	0,42
	C	0,21	0,22	0,23	0,22
15/nov	L	0,24	0,21	0,22	0,23
	M	0,20	0,21	0,23	0,21
	C	0,44	0,43	0,23	0,38
30/nov	L	0,23	0,25	0,28	0,25
	M	0,28	0,27	0,25	0,27
	C	0,24	0,24	0,26	0,25
15/dez	L	0,22	0,22	0,22	0,22
	M	0,22	0,22	0,23	0,22
	C	0,27	0,22	0,20	0,23
30/dez	L	0,20	0,22	0,21	0,21
	M	0,21	0,22	0,17	0,20
	C	0,12	0,15	0,19	0,16
Médias sistemas		0,25	0,26	0,26	
30/out		0,28	0,31	0,35	0,31
15/nov		0,29	0,28	0,23	0,27
30/nov		0,25	0,25	0,26	0,25
15/dez		0,24	0,22	0,22	0,23
30/dez		0,18	0,20	0,19	0,19
L		0,22	0,24	0,27	0,24
M		0,27	0,27	0,27	0,27
C		0,27	0,27	0,23	0,26
Médias do consórcio					0,26
Monocultivo do sorgo					0,24

TABELA 6A Teores de enxofre (%) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, média dos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

Época	Cultivar	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
30/out	L	0,09	0,10	0,08	0,09
	M	0,20	0,08	0,09	0,13
	C	0,08	0,08	0,08	0,08
15/nov	L	0,07	0,08	0,07	0,07
	M	0,07	0,07	0,08	0,07
	C	0,06	0,06	0,06	0,06
30/nov	L	0,11	0,09	0,09	0,09
	M	0,11	0,09	0,10	0,10
	C	0,09	0,10	0,09	0,09
15/dez	L	0,10	0,11	0,10	0,10
	M	0,08	0,09	0,09	0,09
	C	0,11	0,10	0,10	0,10
30/dez	L	0,10	0,06	0,08	0,08
	M	0,09	0,08	0,08	0,08
	C	0,10	0,06	0,08	0,08
Médias sistemas		0,10	0,08	0,08	
	30/out	0,12	0,09	0,08	0,10
	15/nov	0,07	0,07	0,07	0,07
	30/nov	0,10	0,09	0,09	0,10
	15/dez	0,10	0,10	0,10	0,10
	30/dez	0,10	0,07	0,08	0,08
	L	0,09	0,09	0,08	0,09
	M	0,11	0,08	0,09	0,10
	C	0,09	0,08	0,08	0,08
Médias do consórcio					0,09
Monocultivo do sorgo					0,08