

JACINTO PEREIRA SANTOS

**CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE
PLANTAS NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Curso de
Doutorado em Agronomia, área de concentração
Fitotecnia, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende

LAVRAS

MINAS GERAIS- BRASIL

2006

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

Santos, Jacinto Pereira

Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de
forragem / Jacinto Pereira Santos. -- Lavras : UFLA, 2006.

123 p. : il.

Orientador: Pedro Milanez de Rezende.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Consorciação de cultura. 2. Sorgo. 3. Soja. 4. Forragem. 5. Produção. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.58

JACINTO PEREIRA SANTOS

**CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE
PLANTAS NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Curso de
Doutorado em Agronomia, área de concentração
Fitotecnia, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 11 de agosto de 2006

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Morais	UFLA
Pesq. Dr. Adauto Ferreira Barcelos	EPAMIG
Pesq. Dr. Moizés Souza Reis	EPAMIG
Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende

**UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

DEDICATÓRIA

A Deus e a Jesus Cristo, em que creio e tenho fé.

A minha esposa, **Marcelle**, pelo apoio, amor e compreensão.

Aos meus filhos, **Otávio** e **Isabella**, pelo amor, compreensão e esperança.

Aos meus pais, **Felipe de Araújo Santos** e **Antonia Pereira Santos**, 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,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela suprema bondade, que me concedeu a graça de estar onde estou e que está presente em todos os momentos de minha vida, fazendo com que todas as dificuldades sejam superadas com entusiasmo e coragem.

Aos meus pais e irmãos, pelo incentivo e confiança em todos os momentos de minha vida.

A minha esposa, Marcelle e aos meus filhos, Otávio e Isabella, pelo amor, carinho e compreensão.

A Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT), pela liberação para realização do Doutorado.

À CAPES, pelo auxílio financeiro, por meio do Programa de Qualificação Institucional - PQI.

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 professores Augusto Ramalho de Moraes, Élberis Pereira Botrel, Antonio Ricardo Evangelista, Luis Antonio de Basto Andrade e Messias José de Bastos Andrade pelo apoio e colaboração na realização deste trabalho.

Aos pesquisadores da EPAMIG Moisés Souza Reis e Aduino Ferreira Barcelos pela colaboração na realização desse trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, Agnaldo, Alessandro e Júlio, pela ajuda na execução dos trabalhos de campo.

Aos amigos e colegas de curso, Eudes, Roger, João, Ronaldo, Cristiane, Jorge, Abner, André, Jose Marco e Antonio Barreto, pela amizade e bons momentos de convívio.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	2
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	4
2.1 Cultivos em consórcio	4
2.2 Sorgo: rendimento forrageiro e composição da forragem	7
2.3 Soja: rendimento forrageiro e composição da forragem	10
2.4 Capacidade de rebrota da planta de soja e sorgo	11
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	15
CAPÍTULO 2 - CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE PLANTAS NO DESEMPENHO FORRAGEIRO DO SORGO	22
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 Localização e caracterização climática da região	27
2.2 Tratamentos e delineamento experimental	27
2.3 Instalação e condução dos experimentos	31
2.4 Características avaliadas	34
2.4.1 Rendimento de massa verde (MV)	34
2.4.2 Rendimento de matéria seca (MS)	34
2.4.3 Rendimento de proteína (PB).....	34
2.5 Análise estatística	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37

4 CONCLUSÕES	45
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	46
CAPÍTULO 3 - CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO PLANTAS NO DESEMPENHO FORRAGEIRO DA SOJA	50
RESUMO	51
ABSTRACT	52
1 INTRODUÇÃO	53
2 MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1 Localização e caracterização climática da região	55
2.2 Tratamentos e delineamento experimental	55
2.3 Instalação e condução dos experimentos	56
2.4 Características avaliadas	57
2.4.1 Rendimento de massa verde (MV)	57
2.4.2 Rendimento de matéria seca (MS)	57
2.4.3 Rendimento de proteína (PB).....	58
2.5 Análise estatística	58
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4 CONCLUSÃO	67
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	68
CAPÍTULO 4 CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE PLANTAS NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM	71
RESUMO	72
ABSTRACT	73
1 INTRODUÇÃO	74
2 MATERIAL E MÉTODOS	76

2.1 Localização e caracterização climática da região	76
2.2 Tratamentos e delineamento experimental	76
2.3 Instalação e condução dos experimentos	77
2.4 Características avaliadas.....	78
2.4.1 Rendimento de massa verde (MV)	78
2.4.2 Rendimento de matéria seca (MS)	79
2.4.3 Rendimento de proteína (PB).....	79
2.5 Análise estatística	80
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4 CONCLUSÃO	89
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	90
CAPÍTULO 5 CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE PLANTAS NA COMPOSIÇÃO MINERAL DA FORRAGEM	93
RESUMO	94
ABSTRACT	95
1 INTRODUÇÃO	96
2 MATERIAL E MÉTODOS	98
2.1 Localização e caracterização climática da região	98
2.2 Tratamentos e delineamento experimental	98
2.3 Instalação e condução dos experimentos	99
2.4 Características avaliadas	100
2.5 Análise estatística	101
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	102
4 CONCLUSÃO	112
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	113
ANEXOS	117

RESUMO

SANTOS, Jacinto Pereira, **Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem**. 2006. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Com o objetivo de avaliar sistemas de corte, espaçamentos e densidade de semeio no consórcio da soja cultivada nas entrelinhas do sorgo, na produção e qualidade de forragem, foram conduzidos dois ensaios nos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, na área experimental do Campus da Universidade Federal de Lavras em Latossolo Distroférico típico. Utilizaram-se três sistemas de corte (no primeiro sistema as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estágio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, o corte foi realizado no estágio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estágio R₅, rente ao solo), três espaçamentos (60 cm, 80 cm e 100 cm); duas densidades de semeio na cultura do sorgo (8 e 12 plantas) e dois tratamentos adicionais (monocultivo do sorgo e da soja). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+2. Os diferentes sistemas de cortes, espaçamentos avaliados, alteraram significativamente os rendimentos de matéria seca, proteína bruta e acúmulo de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, com ênfase para o segundo sistema de corte e o espaçamento de 80 cm entre linhas de semeio, que alcançaram melhores desempenhos. As densidades testadas não alteraram significativamente as características avaliadas. A utilização do sistema consorciado também proporcionou maior rendimento de matéria seca, proteína bruta e acúmulo dos minerais avaliados, com exceção do fósforo, quando comparado ao monocultivo de sorgo.

Palavras-chave: composição mineral, matéria seca, proteína bruta.

¹ Comitê Orientador: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (orientador), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

ABSTRACT

SANTOS, Jacinto Pereira, **Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the forage production**. 2006. 123 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

With the objective of evaluating cutting systems, spacings and sowing density on the intercropping of the cultures of soybean cultivated on sorghum's inter-row, on the production and quality of the forage, two trials were conducted on the agricultural years of 2002/03 and 2003/04 on the experimental area at the UFLA (Federal University of Lavras) Campus, on dystroferric Red Latosol (Oxisol). Three cutting systems were used (on the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, both close to the soil at the farinaceous stage of sorghum; on the second system, the plants were cut twice being the first cut done at a height of 15 cm and the second cut, after the regrowth of the sorghum, close to the soil, both at the farinaceous stage of sorghum and, on the third system, the cut was done on the vegetative stage of the sorghum, at a height of 30 cm and the other after the regrowth on the R₅ stage, close to the soil), three spacings (60 cm, 80 cm and 100 cm); two sowing density on the sorghum crop (8 and 12 plants) and two additional treatments (monoculture of sorghum and soybean). The experiment was arranged in randomized blocks 3x3x2+2 factorial scheme with three repetitions. The different cutting systems and spacings evaluated significantly modified the yields, dry matter, crude protein and accumulation of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur; with emphasis to the second cutting system and the 80 cm inter-row sowing spacing, which reached better performances. The tested densities did not modify significantly the evaluated characteristics. The use of the intercropping system also provided bigger dry matter yield, crude protein and accumulation of the evaluated minerals, except for the phosphorus, when compared to the monoculture.

Keywords: mineral composition, dry matter and crude protein.

¹ Guidance Committee: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (adviser), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Para alcançar a sustentabilidade nos sistemas de produção de leite, produtores têm buscado alternativas para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade das forragens produzidas na propriedade. Essa demanda pela produção de forragens de alta qualidade, para a alimentação do rebanho leiteiro, torna-se de maior importância na região Sul de Minas, por ser essa uma das principais bacias leiteira do país.

A crescente procura pelo 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 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.

Na região Sul de Minas Gerais, o milho é muito utilizado na alimentação de bovinos leiteiros na forma de silagem, porém, sua produção e valor nutritivo variam muito de um ano para outro, em parte por ser esta cultura muito sensível à disponibilidade de água no solo (Vasconcelos, 2004). Por outro lado, a utilização do sorgo como silagem, que ainda é incipiente nessa região, tem se apresentado como uma boa alternativa, principalmente em regiões onde ocorrem períodos de estiagem, limitando a produção do milho (Rodrigues, 2000). Nesse contexto, a cultura do sorgo apresenta-se como uma opção para a produção de forragem, pois seu valor nutritivo assemelha-se ao do milho.

O sorgo apresenta, ainda, a vantagem de menor custo de produção, pois a possibilidade realização de mais de um corte, a partir de uma única sementeira,

proporciona uma 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 semi-áridas e tropicais, onde o sorgo apresenta melhor rendimento.

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

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 protéica é a utilização de alimentos protéicos produzidos na propriedade. Neste aspecto, a produção 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).

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. Baseando-se nisso, e considerando a importância da produção de forragens para manutenção do rebanho leiteiro da região sul-mineira, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho de diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades de semeio, no rendimento forrageiro da cultura do sorgo e da soja consorciados e em monocultivo, visando estabelecer estratégias de manejos adequadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultivos em consórcio

Os sistemas consorciados, de acordo com Ferreira (2000), podem ser divididos em sistemas aditivos e de substituição. No sistema aditivo, ocorre a semeadura de uma das culturas no mesmo arranjo do monocultivo, sendo simultaneamente adicionada à segunda cultura, aumentando a população de plantas na área. No consórcio de substituição, uma segunda cultura é implantada quando a principal já foi instalada.

O consórcio entre duas ou mais culturas numa mesma área de cultivo tem sido praticado, principalmente, em pequenas propriedades agrícolas, em áreas de difícil emprego de mecanização e propriedades onde há limitação de área para cultivo.

Segundo Tsumanuma (2004), sistemas de produção fundamentados em consórcio de espécies são utilizados há séculos pelos agricultores e têm apresentado maior estabilidade de produção pelo fato de assegurar maior grau de diversificação e, geralmente, menor incidência de pragas e doenças, por oferecer substrato descontínuo a estes organismos.

Para Rezende et al. (2005), dentre as inúmeras vantagens que o consórcio apresenta, pode-se destacar a maior eficiência na utilização da terra. Oliveira (1986) destaca a diminuição dos riscos de perdas totais, melhor uso de mão-de-obra familiar e dos recursos ambientais, eficiência no controle da erosão, diversificação da dieta alimentar e possibilidade de maiores fontes de renda.

O emprego desses sistemas proporciona um aumento na renda líquida dos agricultores, o que foi verificado por vários autores (Godê & Bobde, 1993;

Pal et al., 1991) que observaram um maior retorno financeiro, por unidade de área, quando a cultura do sorgo foi cultivada em consórcio.

O milho e sorgo são as plantas mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo e alto rendimento, além de não haver necessidade de aplicações de aditivos para estimular a fermentação (Zago, 1991). As silagens de milho e sorgo, embora constituam uma boa fonte de energia, não atendem às exigências orgânicas dos animais de alta produtividade em proteína e cálcio (Vasconcelos, 2004). A suplementação protéica dessas culturas, quando realizadas via utilização de concentrados protéicos, refletem de maneira negativa nos custos de produção.

A adição de leguminosa é uma opção para aumentar o teor de proteína bruta da silagem, além de supri-la com maior quantidade de cálcio e fósforo (Baxter et al., 1984).

O consórcio de gramínea e leguminosa, com a finalidade de obtenção de silagem de melhor qualidade, tem sido objetivo de vários estudos. A consorciação de plantas de sorgo e soja tem sido estudada como um importante sistema de produção agrícola, onde busca-se melhorar a qualidade da silagem de sorgo que, quando utilizada como único volumoso para bovinos em engorda ou para produção de leite, deixa a desejar no que se refere ao suprimento das exigências nutricionais desses animais, principalmente em proteína (Evangelista, 1986; Silva et al., 2000).

Uma das alternativas que os produtores podem utilizar para melhorar o valor nutritivo do alimento fornecido na época de escassez e diminuir os custos da suplementação protéica é a utilização de alimentos ricos em proteína produzidos na própria fazenda. Nesse sentido, o consórcio sorgo-soja tem-se destacado, pois há vários trabalhos mostrando que a adição da leguminosa não afeta o rendimento forrageiro da gramínea e, ainda, tem aumentado o teor de

proteína da silagem, o que proporciona maiores ganhos de peso nos animais (Evangelista et al., 2005; Oliveira, 1989; Rezende et al., 2004).

A solução do problema do baixo nível protéico 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 volumosos ricos em proteínas, produzidos na propriedade agrícola, a fim de proporcionar alimentação a custos mais baixos, aumentando a margem de lucro das produções pecuárias que dependem deste tipo de alimentação. Evangelista (1986) destaca a produtividade das cultivares de soja, não só na forma de grãos, mas também no rendimento de massa verde, boa percentagem de proteína no estágio de ensilar, altura de planta que permitem um fácil manejo e, principalmente, cultivares adaptadas às adversidades climáticas, apresentando um maior rendimento por ocasião da colheita.

Na região Sul de Minas, uma das mais importantes bacias leiteiras do país, o milho é muito utilizado na alimentação bovina, na forma de silagem. Já a utilização do sorgo como silagem ainda é incipiente (Rodrigues, 2000). Porém, vários estudos, visando a expansão dessa cultura na região, têm mostrado que o cultivo dessa gramínea em consórcio com a soja pode ser uma opção para produção de forragem na propriedade (Corte, 2001; Rezende et al., 2005; Silva, 1998).

No Brasil, as publicações a respeito desse assunto vêm mostrando um avanço no uso dessa 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, 1978; Evangelista, 1986; Oliveira, 1986; Oliveira, 1989; Rezende, 1995).

2.2 Sorgo: rendimento forrageiro e composição da forragem

A produção de sorgo no Brasil tem aumentado nos últimos anos, tanto pela expansão da área plantada, quanto pelos acréscimos de produtividade (Silva & Almeida, 2004).

O aumento da área cultivada com sorgo deve-se, principalmente, à busca de alternativas para a substituição da cultura do milho para alimentação de ruminantes, uma vez que essa última vem fazendo, cada vez mais, parte da alimentação humana e dos animais monogástricos, sendo o sorgo, por suas características de cultivo e valor nutritivo, um alimento que se assemelha ao milho (Pereira Filho, 2001). Segundo Zago (1991), o valor nutritivo da silagem de sorgo varia de 90% a 95% do valor da silagem de milho. Evangelista & Lima (2000) ressaltam que a planta de sorgo tem um menor custo de produção, tendo em vista menores preço e consumo de sementes.

O sorgo também apresenta vantagem competitiva em relação ao milho por possuir maior tolerância ao estresse hídrico e maior amplitude de época de semeadura (Vasconcelos, 2004). Em sistemas de sucessão de culturas, o sorgo pode ser plantado após a colheita das culturas de verão que, normalmente, ocorre no mês de fevereiro e início de março. Essa alternativa tem sido cada vez mais utilizada, principalmente devido às características do sorgo quanto à tolerância à escassez de chuvas após o mês de março (Pereira Filho & Cruz, 2001).

Segundo Portugal et al. (2003), o rendimento forrageiro dessa cultura e o valor nutritivo das cultivares são características que devem ser levadas em consideração na escolha do sorgo a ser cultivado, porém, elas são influenciadas pelas condições ambientais da região de cultivo.

As determinações da densidade de semeadura e espaçamentos entre linhas ideais para as diversas situações de manejo da cultura, entre outros

fatores, são primordiais para aumentar a produtividade (Berenguer & Faci, 2001; Hammer & Broad, 2003).

Em termos quantitativos, a produção de matéria seca dos sorgos forrageiros é muito variável, sendo muito influenciada pelas condições ambientais durante o período de cultivo e pelo grande número de cultivares existentes no mercado (Valente, 1997).

Gontijo Neto et al. (2000), em trabalhos com híbridos de sorgo para produção de silagem, obtiveram produções de matéria seca variando de 12,0 a 17,6 t ha⁻¹, quando semeados no mês de novembro. Valente (1997) obteve rendimentos de matéria seca mais elevados, variando de 26 a 28 t ha⁻¹, sob condições ótimas de cultivos.

A produtividade de matéria seca do sorgo forrageiro BR-601, desenvolvido pela EMBRAPA, foi estudada em diferentes estágios vegetativos por Liseu (1981), que encontrou uma produção de 3,4 t ha⁻¹ aos 63 dias após o plantio e um máximo de 17 t ha⁻¹ aos 153 dias. A partir dessa idade, o rendimento forrageiro decresceu e, aos 238 dias, a produção foi de 12 t ha⁻¹.

Leal et al. (1967) e Teixeira Filho (1977) relacionaram 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 produção são colhidos com 90 a 100 dias após o plantio.

Geralmente, o aumento da concentração de matéria seca ocorre com o avanço da maturidade da planta. Para sorgos forrageiros, a influência da maturação na qualidade é justificada por Owen & Moline (1970), quando atribuíram o aumento da produção de matéria seca da cultura ao incremento de matéria seca nos caules, pois o peso das folhas e panículas permanece quase constante.

Segundo Neto et al. (2000), existe alta correlação entre o valor nutritivo da forragem fresca de sorgo e o de sua silagem. Dessa forma, avaliando-se a planta fresca, indiretamente estima-se o valor nutritivo de sua silagem. Amostras retiradas de material proveniente da planta inteira fornecem a real proporção, quantitativa e qualitativa.

Zago (1991) recomenda que o sorgo seja ensilado no estágio de grão pastoso ou farináceo, quando as plantas já completaram seu ciclo de crescimento e apresentam o teor de matéria seca entre 27% a 38%.

No sorgo, a proteína é fator limitante, estando quase sempre abaixo dos requerimentos dos animais (Silveira, 1975). Trabalhando com silagem de duas cultivares de sorgo, Piccolo et al. (1991) relatam valor de 4,41% de proteína para o sorgo AG 2001 integral. Azevedo (1973) observou valores de proteína bruta do sorgo de 4,50% e Liseu (1981) verificou resultados de 6,49% e 4,46% de proteína bruta para silagens de sorgo nos estádios de 108 e 123 dias de maturidade, respectivamente.

Silva (1998) trabalhando com diferentes híbridos de sorgo, verificou uma relação inversa entre a produção de matéria seca e o teor de proteína bruta, tendo o híbrido AG2002 destacado-se na produção de matéria seca (17.493 kg ha⁻¹) e apresentado o mais baixo teor de proteína (5,96%).

O estudo da composição mineral de plantas forrageiras vem merecendo atenção especial por parte da comunidade científica. Esse interesse é justificado pela grande variação regional dos teores médios de minerais, que podem ser aumentados com a utilização de tecnologia, notadamente por meio de adubação (Cheeke, 1991; Rodrigues Filho et al., 2006).

Dentre os minerais mais importantes para os animais, 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).

2.3 Soja: rendimento forrageiro e composição da forragem

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] foi introduzida no continente americano (EUA e Brasil) para ser utilizada, na forma de adubo verde e forragem, devido à inexpressiva importância econômica do grão para a indústria e a comercialização.

Nos países de clima temperado a escassez de forragem de inverno ocasionada pelas geadas, contribuiu para a realização de várias pesquisas sobre a utilização da soja na alimentação animal, as quais confirmaram o seu considerável valor nutritivo (Miller et al., 1973; Gupta et al., 1978; Munoz et al., 1983). No Brasil, diversos pesquisadores (Botrel & Rezende 1999; Corte, 2001; Botrel, 2002; Evangelista, 1986; Gris, 2006; Rezende, 2005; Silva et al., 2004) tem destacado essa leguminosa como uma das mais ricas nutricionalmente, além de apresentar outras vantagens, como cultivares adaptadas às mais diversas condições ambientais e capacidade de rebrota, permitindo a obtenção de forragem e grãos em um mesmo cultivo.

Silva (1998), trabalhando com consórcio soja-sorgo para a produção de forragem, verificou acréscimo de 61,44% no rendimento de proteína bruta do consórcio em relação ao monocultivo, o que evidencia a importância da leguminosa nesse sistema, para a adição de proteína à forragem. A esse respeito, Evangelista (1986), estudando os efeitos da associação sorgo-soja, constatou que o uso da soja foi vantajoso, pois aumentou a ingestão média diária de PB e melhorou o índice de valor nutritivo da silagem.

Oliveira (1989), trabalhando com consórcio de sorgo granífero, forrageiro e soja em diferentes densidades, verificou que a presença da soja consorciada não provocou queda significativa nos rendimentos da matéria seca dos vários tipos de sorgos. Entretanto, o rendimento de matéria seca da soja

decreceu com a presença da gramínea. Por outro lado, independente da densidade de semeadura, a soja aumentou o teor protéico da mistura forrageira.

Segundo Gris (2006), estudos sobre a composição química da planta de soja são muito escassos. Para Costa et al. (1973/74) e Smith & Cicle (1972), pequenas variações encontradas em avaliações de concentração minerais na composição química da planta de soja podem estar relacionadas às condições de cultivo, clima, solo e adubações.

Embrapa (2006) relata as seguintes quantidades de nutrientes absorvidas e exportadas em cada tonelada produzida, pela cultura da soja, pelos grãos: N (51,0 kg), P (10,0 kg), K (20,0 kg), S (5,4 kg), Ca (3,0 kg), Mg (2,0 kg) e presente nos restos culturais: N (32,0 kg), P (5,4 kg), K (18,0 kg), S (10,0 kg), Ca (9,2 kg) e Mg (4,7 kg).

Gris (2006), estudando o efeito de diferentes épocas de corte no rendimento e composição mineral do feno de soja, relata os seguintes valores médios: fósforo ($12,32 \text{ kg ha}^{-1}$), potássio ($108,77 \text{ kg ha}^{-1}$), cálcio ($110,90 \text{ kg ha}^{-1}$), enxofre ($15,31 \text{ kg ha}^{-1}$) e magnésio ($13,75 \text{ kg ha}^{-1}$).

2.4 Capacidade de rebrota das plantas de soja e sorgo

O sistema de exploração da soja com duplo propósito é recente. A geração desta 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 à produção de feno e grãos, massa verde e grãos ou, ainda, massa verde em dois cortes num mesmo cultivo.

Essas pesquisas alicerçaram-se em bases mais científicas com a introdução experimental de trabalhos de desfolha artificial na planta de soja. A

esse respeito, Begun & Eden (1965), trabalhando nos Estados Unidos, induziram artificialmente as plantas de soja a perdas de folhagem da ordem de 33,66% a 100%, em vários estágios de desenvolvimento, sendo comprovada, posteriormente, a sua capacidade de recuperação.

No Brasil, as pesquisas relacionadas a essa técnica de cultivo tiveram maior ênfase no 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 a planta se recuperar 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 a 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 permite inferir que o desempenho da técnica em estudo pode 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 estudos 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 uma 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 de uma produção de feno de 4.068 kg ha⁻¹ e 3.079 kg ha⁻¹.

A utilização da técnica do corte, conforme já mencionado, pode ser realizada visando à produção dupla 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 rente 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 mais recentes, incluindo outras variáveis, como adubação, têm demonstrado a viabilidade da técnica (Blank & Rezende, 1994; Botrel, 1996; Oliveira, 1987).

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% da produção alcançada 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 o aproveitamento da rebrota da planta de sorgo influencia significativamente a produção de massa verde da rebrota. Silva et al. (1990) observaram maior produção de matéria seca na rebrota quando efetuaram cortes no estágio vegetativo do sorgo forrageiro Santa Elisa. McCormick et al. (1995) obtiveram uma menor produção 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.

Silva et al. (1990) relatam que esses trabalhos de rebrota estudados para as duas culturas foram realizados em condições de monocultivo e ressaltam a necessidade de estudos em sistemas consorciados, pois, pela experiência obtida com a planta de soja, considerada mais difícil de rebrotar, espera-se que essa associação de culturas influencie essa característica, com posterior aproveitamento de rebrota.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AZEVEDO, A. R. **Estudo da digestibilidade e da correlação entre os nutrientes digestíveis do capim-guatemala (*Tripsacum fasciculatum*, Trin) e do capim-elefante “napier” (*Pennisetum purpureum*, Schum) e das silagens de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers) e de milho (*Zea mays*, L).** 1973. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BAXTER, H. D.; MONTGOMERY, M. J.; OWEN, J. R. Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 1, p. 88-96, Jan. 1984.

BEGUN, A.; EDEN, W. G. Influence of defoliation on yield and quality of soybeans. **Journal Economic Entomology**, Maryland, v. 58, n. 1, p. 591-592, Feb. 1965.

BERENGUER, M. J.; FACI, J. M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 43-55, Sept. 2001.

BLANK, A. F.; REZENDE, P. M. de. Efeito da adubação nitrogenada no plantio sobre produção 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. **Rendimento forrageiro da alfafa em relação à soja sucedida por milheto ou milho.** 2002. 82 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BOTREL, E. P. **Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: Efeito de cultivares e épocas da adubação nitrogenada em cobertura na produção de feno e grãos da rebrota.** 1996. 55 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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. del. 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. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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.

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.

CHEEKE, P. R. **Applied animal nutritional: feed and feeding.** Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, 1991. 504 p.

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

COSTA, S. I.; MIYA, E. E.; FUJITA, J. T. Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no Estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 5, p. 305-319, 1973/74.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil – 2006.** Londrina: EMBRAPA Cerrados: EMBRAPA Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2006. 220 p.

EVANGELISTA, A. R. **Efeito da associação milho-soja na produção de massa verde e no valor nutritivo da silagem.** 1980. 47 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagem: do cultivo ao silo.** Lavras: UFLA, 2000. 196 p.

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.

FERREIRA, P. V. Experimentos com consorciação de culturas. In: **Estatística experimental aplicada à agronomia**. [S. l. : s. n.] 2000. p. 361-386.

GODE, D. B.; BOBDE, G. N. Intercropping of soybean in sorghum. **PKV-Research Journal**, Papua, v. 17, n. 2, p. 128-129, 1993. (CD-ROM CAB Abstracts 10/95-10/95).

GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Avaliação de características agrônômicas de cinco híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD Room)

GRIS, C. F. **Cultivares e época de corte no rendimento e composição mineral do feno de soja [Glycine max (L.) Merrill]**. 2006. 49 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUPTA, B. S.; JOHNSON, D. E.; HINDS, F. G. Soybean straw intake and nutrient digestibility by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, n. 4, p. 1086-1090, Apr. 1978.

HAMMER, G. L.; BROAD, I. J. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain filling in sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, n. 1, p. 199-206, Jan./Feb. 2003.

HOPKINS, A.; ADAMSON, A. H.; BOWLING, P. J. Response of permanent and resseeded 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.

LEAL, J. C.; CARVALHO, F. I. F.; DREISON, P. Sorgos graníferos e sorgos forrageiros no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 21, n. 239, p. 42-50, set./out. 1967.

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. **Curva de produção, composição química, digestibilidade “in vitro” e taxa de fermentação do sorgo**. 1981. 88 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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, Sep./Oct. 1995.

MILLER, M. D.; EDWARDS, R. T.; WILLIAMS, W. A. Soybeans for forage and green manure. In: BEARD, B. H.; KNOWLES, P. P. **Soybean Research in Califórnia**. Califórnia: University of Califórnia, 1973. p. 60-63. (Bulletin, 862).

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. 147-8, Jan./Feb. 1983.

NETO, M. M. G.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; ZAGO, C. P.; CÂNDIDO, M. J. D. Rendimento e valor nutritivo de cinco híbridos de sorgo forrageiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG, 2000.

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). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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.

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

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Tratos culturais do milho para silagem. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 85-117.

PICCOLO, M. A.; PAIVA, P. C. A.; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. et al. Composição química e digestibilidade da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sem partícula, enriquecida com aditivos e da silagem de sorgo integral. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 312-319, jul./set. 1991.

PORTUGAL et al. Fenologia de cultivares de sorgo no período de verão e rebrota na safrinha. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 289, p. 326-336, maio/jun. 2003.

REZENDE, M. R; SILVA, A. G; GRIS, C. F; CARVALHO E. A. de; 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, v. 52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 2005.

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) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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; 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, 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.

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. Produção 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.

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

SILVA A. G. de; REZENDE P. M. de; ANDRADE L. A. B. de; EVANGELISTA A. R. Consórcio sorgo-soja. I. Produção 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. de; REZENDE P. M. de; CARVALHO, E. de C.; GRIS, C. F.; GUIMARÃES, F. de S. 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. 125-137, 2004.

SILVA, A. V.; ALMEIDA, F. A. Cultura do sorgo granífero na Região do Brasil Central. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Embrapa Gado de Corte; Empaer – MT, 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. Produção e característica das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 98-105, mar./abr. 1990.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagem. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. P. 156-186.

SMITH, A. K.; CICLE, S. J. Chemical composition of the seed. In: SMITH, A. K.; CICLE, S. J. (Ed.) **Soybeans: chemistry and technology**. Westport: The AVI Publishing, 1972. v. 1, chap. 3, p. 61-92.

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

TSUMANUMA, G. M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba**. 2004. 83 p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

VALENTE, J. O. **Produtividade de duas variedades de milho e quatro variedades de sorgo e valor nutritivo de suas silagens**. 1977. 76 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

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 2

CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE PLANTAS NO DESEMPENHO FORRAGEIRO DO SORGO

RESUMO

SANTOS, Jacinto Pereira, Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo, 2006 In: _____. **Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem**. 2006. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG².

Visando à maximização da produção de forragem da cultura de sorgo e com o objetivo de avaliar sistemas de corte, espaçamentos e densidade de semeio no consórcio das culturas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na entrelinha, foram conduzidos dois ensaios, nos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04 em área experimental do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, em solo classificado como Latossolo Distroférico típico, textura argilosa, fase cerrado. Utilizaram-se três sistemas de corte (no primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estádio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estádio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, o corte foi realizado no estádio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota, no estádio R₅, rente ao solo), três espaçamentos (60 cm, 80 cm e 100 cm), duas densidades de semeio na cultura do sorgo (8 e 12 plantas) e um tratamento adicional (monocultivo do sorgo). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+1. Os diferentes sistemas de corte e espaçamentos, alteraram significativamente os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta, com ênfase para o segundo sistema de corte e o espaçamento de 80 cm entre linhas de semeio, que alcançaram melhores desempenhos. As densidades avaliadas não alteraram o rendimento forrageiro. O consórcio sorgo-soja não proporcionou diminuição do rendimento forrageiro da gramínea, quando comparado ao monocultivo.

² Comitê Orientador: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (Orientador), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

ABSTRACT

SANTOS, Jacinto Pereira, Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the sorghum forage performance, 2006 In: _____. **Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the forage production.** 2006. 123p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

In order to maximize the forage production of the sorghum culture and with the objective of evaluating the cutting systems, spacings and sowing density on the intercropping of the cultures of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) on the inter-row, two trials were conducted on the agricultural years of 2002/03 and 2003/04 on the experimental area at the UFLA (Federal University of Lavras) Campus, in Lavras, MG, on soil classified as dystroferric Red Latosol (Oxisol), cerrado phase. Three cutting systems were used (on the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, both close to the soil at the farinaceous stage of sorghum; on the second system, the plants were cut twice being the first cut done at a height of 15 cm and the second cut, after the regrowth of the sorghum, close to the soil, both at the farinaceous stage of sorghum and, on the third system, the cut was done on the vegetative stage of the sorghum, at a height of 30 cm and the other after the regrowth on the R₅ stage, close to the soil), three spacings (60 cm, 80 cm and 100 cm); two sowing density on the sorghum crop (8 and 12 plants) and one additional treatment (monoculture of sorghum). The experiment was arranged in randomized blocks 3x3x2+1 factorial scheme with three repetitions. The different cutting systems and spacings evaluated, significantly modified the yields of green mass, dry matter and crude protein, with emphasis to the second cutting system and the 80 cm inter-row sowing spacing, which reached better performances. The tested densities did not modify significantly the forage yield. The intercropping sorghum-soybean did not provide a decrease on the graminea forage yield when compared to the monoculture.

¹ Guidance Committee: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (adviser), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A crescente procura por milho para a alimentação humana e animal tem levado produtores rurais a procurarem formas alternativas para a alimentação de ruminantes. 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. De modo geral, o sorgo tem apresentado maior rendimento forrageiro que o milho, quando conseguem-se dois cortes em locais onde ocorrem com frequência, períodos de veranicos (Zago, 1991).

O sorgo apresenta também a vantagem de menor custo de produção, pois a realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura proporciona uma 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 semi-áridas e tropicais, onde se constata melhor rendimento (Dias et al., 2001; Godê & Bobde, 1993; Pal et al., 1991)

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

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 protéica é a utilização de alimentos protéicos produzidos na propriedade. Neste aspecto, a produção 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 (Evangelista et al., 2005; Rezende et al., 2004).

Trabalhos de pesquisa avaliando o desempenho forrageiro do consórcio sorgo-soja têm sido realizados por diversos autores (Corte, 2001; Evangelista, 1986; Oliveira, 1989; Rezende, 1995; Rezende 1984; Rezende et al., 2005; Silva et al., 1990; Silva, 1998). Nesse contexto e considerando a importância da produção de forragens para alimentação do rebanho leiteiro da região sul-mineira, 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 sistemas de corte, espaçamentos e densidades de semeio, consorciado e em monocultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização climática da região

Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, 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 distroférico típico de textura argilosa, fase cerrado (EMBRAPA, 1999). Na Tabela 2.1 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 nos dois períodos experimentais (novembro de 2002 a maio de 2003 e novembro de 2003 a maio de 2004), são apresentados nas Figuras 2.1 e 2.2.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+1, compreendendo: três sistemas de corte (no primeiro sistema, as plantas de sorgo foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estágio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro

corde realizado a uma 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 e, no terceiro sistema, o corte do sorgo foi realizado no estágio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estágio R₅ da soja, rente ao solo), três espaçamentos entre linhas de semeadura de sorgo (60 cm, 80 cm e 100 cm), duas densidades de semeaduras de sorgo (8 e 12 plantas por metro linear) e um tratamento adicional, constituído pelo monocultivo de sorgo.

TABELA 2.1 Resultados das análises químicas da amostra de solo coletada na profundidade de 0-20 cm, na área experimental. UFLA, Lavras MG, 2003 e 2004.*

Determinações	2003		2004	
	Valores	Interpretação	Valores	Interpretação**
pH em água	5,6	Médio	5,1	Médio
P mg·dm ⁻³	12	Alto	11	Alto
K mg·dm ⁻³	65	Médio	58	Médio
Ca mg·dm ⁻³	3,2	Médio	2,8	Médio
Mg cmol·dm ⁻³	0,9	Médio	0,9	Médio
Al cmol _(c) dm ⁻³	0,0	Baixo	0,2	Baixo
H+ Al cmol _(c) dm ⁻³	3,2	Médio	5,0	Médio
S cmol _(c) dm ⁻³	3,6	Médio	3,8	Médio
t cmol _(c) dm ⁻³	3,6	Médio	4,0	Médio
T cmol _(c) dm ⁻³	8,7	Médio	8,8	Médio
m %	0,0	Baixo	5	Baixo
V %	55	Baixo	43	Baixo
M.O. g·kg ⁻¹	2,8	Alto	2,6	Alto
Areia %	30	-	30	-
Site %	26	-	26	-
Argila %	44	-	44	-

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

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

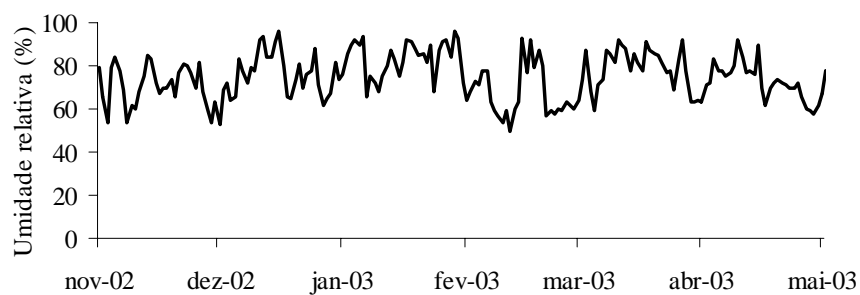
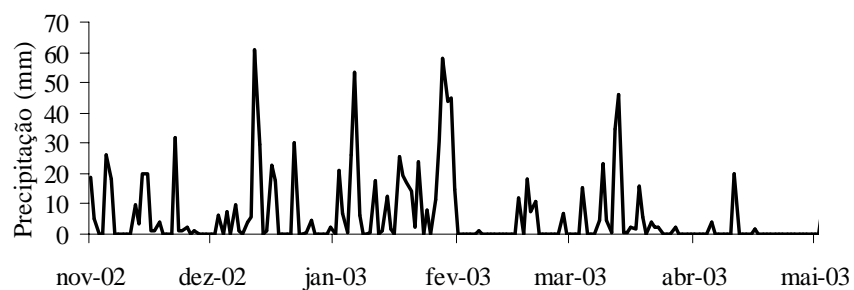
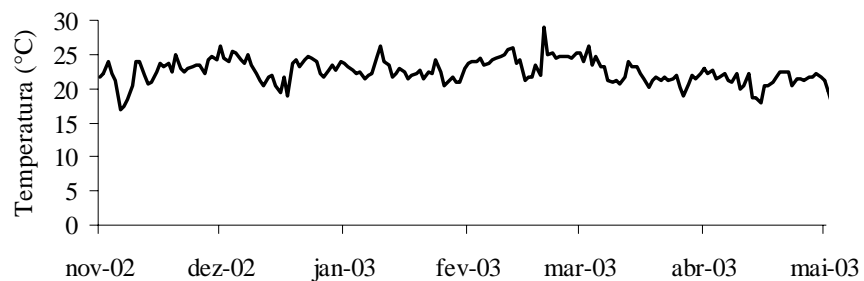


FIGURA 2.1 Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de novembro de 2002 a maio de 2003 (Dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo Setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA).

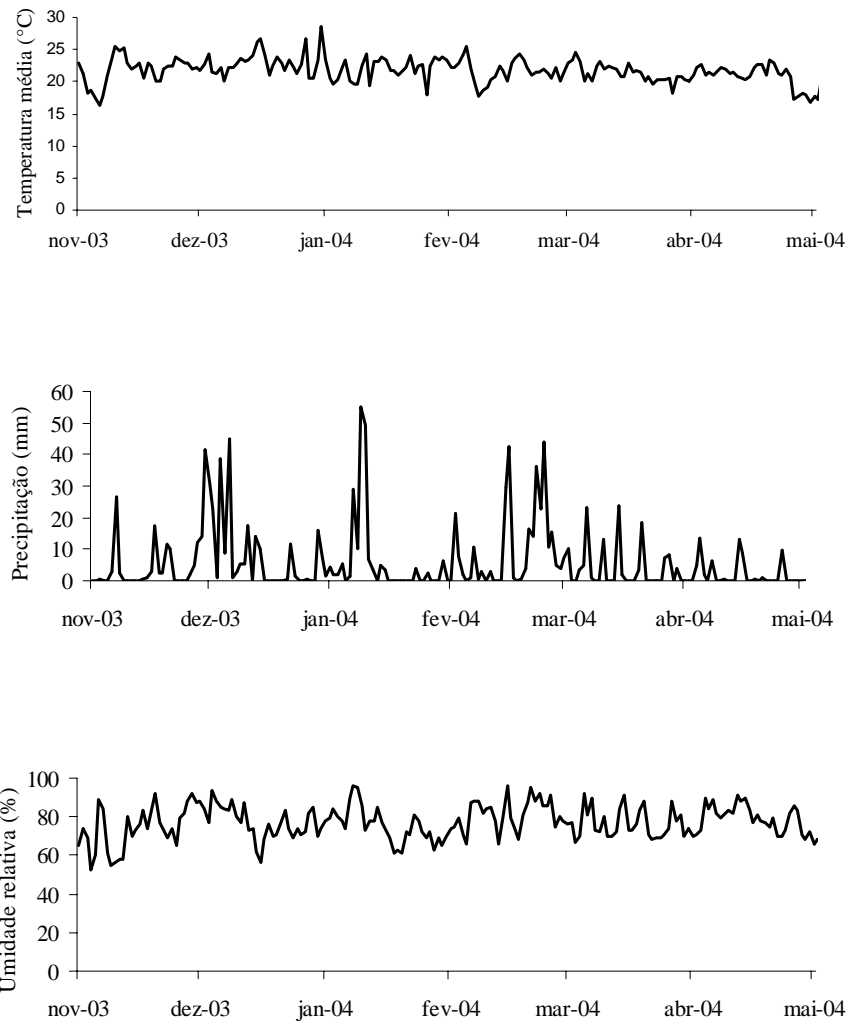


FIGURA 2.2 Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de novembro de 2003 a maio de 2004 (Dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo Setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA).

No monocultivo do sorgo utilizou-se o espaçamento de 80 cm e densidade de 12 plantas por metro linear. O corte das plantas foi realizado uma única vez, rente ao solo, obedecendo à época apropriada da cultura (grãos farináceos).

2.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados nos dias 4 de novembro de 2002 e 3 de novembro de 2003, com 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 desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência, procurando-se manter a respectiva população de plantas de sorgo para cada tratamento. O esquema de instalação do experimento é apresentado na Figura 2.3. Na Figura 2.4 é mostrada uma vista do experimento, aos 50 dias após a emergência.

O híbrido de sorgo utilizado foi o AG 2002 e a cultivar de soja foi a Conquista. Essa cultura foi semeada em 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), deixando-se 20 plantas por metro linear, tanto em monocultivo como em consórcio. Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas Ribeiro et al. (1999). Para cultura da soja utilizaram-se 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O; para a cultura do sorgo, utilizaram-se o correspondente a 20 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O por ocasião da semeadura, e 60 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 supersimples e o cloreto de potássio, respectivamente.

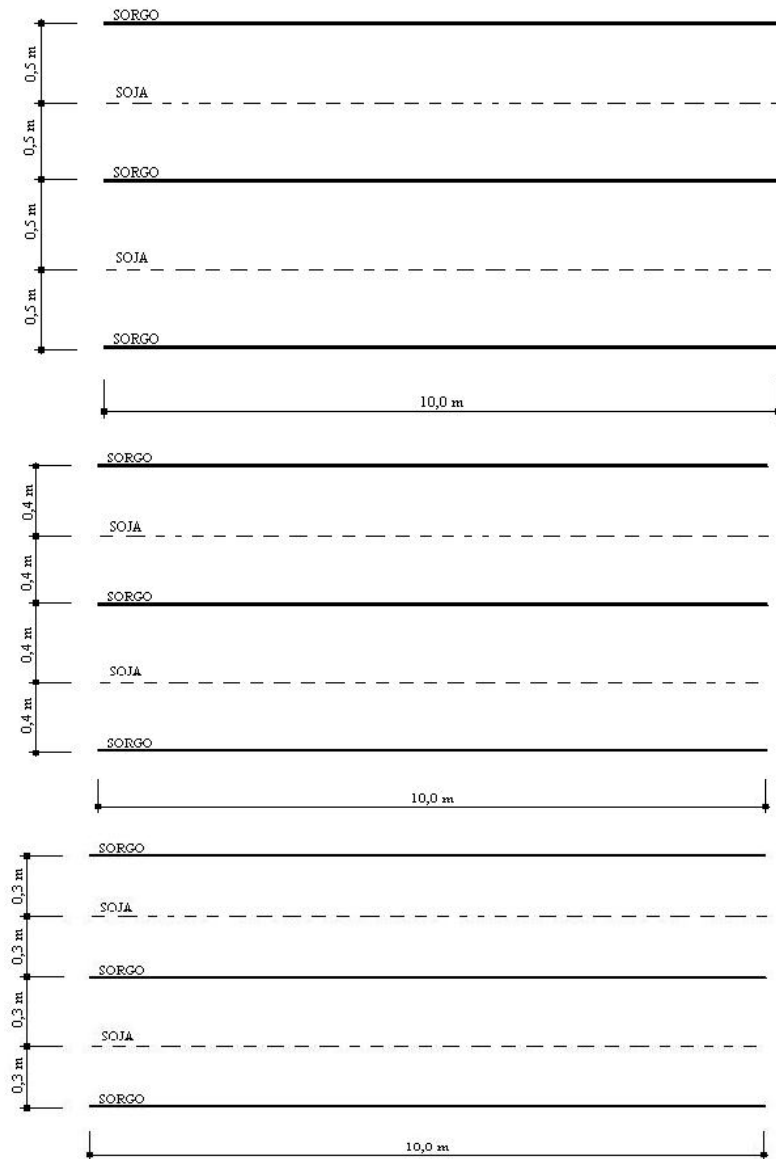


FIGURA 2.3 Detalhe das parcelas experimentais, nos espaçamentos avaliados para as culturas do sorgo e soja consorciadas na entrelinha, nos ensaios conduzidos em 2002/03 e 2003/04. Lavras, MG.

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 de sorgo foi realizado nas épocas já relatadas anteriormente, utilizando-se roçadeira costal motorizada.



FIGURA 2.4 Vista do experimento: efeito de sistemas de cortes, espaçamento e densidade de semeadura na produção de forragem de sorgo e soja consorciados na entrelinha e em monocultivo, aos 50 dias após a emergência. UFLA, Lavras, MG, 2006.

2.4 Características avaliadas

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

2.4.1 Rendimento de massa verde

Todas as plantas de sorgo 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} .

2.4.2 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 300g 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} .

2.4.3 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 A.O.A.C. (1990) e os resultados convertidos para kg ha^{-1} .

2.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Software Sistema de Análise de Variância (SISVAR[®]) (Ferreira, 2000), para as características citadas anteriormente para a cultura do sorgo consorciada com a soja e em monocultivo, de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2.2), adaptada de Yassin et. al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 2.2 Esquema de análise de variância combinada para os dados obtidos no ensaio: efeito de sistemas de cortes, espaçamento e densidade de semeadura na produção de forragem de sorgo consorciado com soja na entrelinha e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte de variação	GL
Blocos	2
(Tratamentos)	(18)
Sistemas (S)	2
Espaçamento (E)	2
Densidade (D)	1
S x E	4
S x D	2
E x D	2
S x E x D	4
Consórcio vs. Monocultivo	1
Resíduo	36

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura do sorgo é apresentados na Tabela 2.3.

TABELA 2.3 Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio efeito de sistemas de cortes, espaçamento e densidade de semeadura na produção de forragem de sorgo e soja consorciados na entrelinha em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Massa verde	Matéria seca	Proteína bruta
Blocos	2	21563507	1806499	108331
(Tratamentos)	(18)	464885270 **	86914784 **	264827 **
Sistemas (S)	2	3120017535 **	717908153 **	1571550 **
Espaçamento (E)	2	759770024 **	38499123**	358708 **
Densidade (D)	1	31357824	103228	3700
S x E	4	81103979	8393946 *	79414
S x D	2	16888757	689266	95707
E x D	2	42041257	5012144	141528
S x E x D	4	29113407	1465445	21452
Cons. vs Monoc.	1	14272340	707950	24728
Resíduo	36	31109450	2275532	45988
C.V. (%)		10,3	11,4	21,4

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

Rendimento de massa verde

O resultado da análise de variância para os rendimentos de massa verde da cultura do sorgo encontra-se na Tabela 2.3, no qual observa-se que houve significância para sistemas de corte e espaçamento ($P < 0,01$).

Os sistemas de corte alteraram significativamente o rendimento de massa verde da cultura do sorgo, podendo-se observar-se que o sistema 2, com rendimento de $65.177 \text{ kg ha}^{-1}$ apresentou o melhor desempenho, superando em 16,7% (9.313 kg ha^{-1}) e 66,3% ($25.986 \text{ kg ha}^{-1}$) o rendimento dos sistemas 1 ($55.864 \text{ kg ha}^{-1}$) e 3 ($39.191 \text{ kg ha}^{-1}$), respectivamente (Tabela 2.4). Os baixos rendimentos de massa verde da cultura do sorgo no sistema de corte 3 podem ser explicados em função da época de realização do corte que, para esse sistema, ocorreu no final do estágio vegetativo da cultura soja (aproximadamente 50 dias).

Esses resultados demonstram que o conhecimento da época de corte adequada para colheita do consórcio sorgo-soja é de extrema importância para a maximização dos rendimentos, pois as reduções no rendimento forrageiro foram significativas quando o corte foi realizado em função da cultura da soja (época que essa cultura apresenta melhor capacidade de rebrota). Para que a soja rebrote, precisa ser cortada no estágio vegetativo e, nessa época, o desenvolvimento do sorgo não possibilita grandes rendimento. Da mesma forma, a rebrota da soja não é suficiente, em termos de massa verde, para recuperar o rendimento pouco expressivo do sorgo cortado muito cedo. Resultados semelhantes foram encontrados por Corte (2001), em trabalho com diferentes sistemas de corte no consórcio com essas culturas, para a produção de forragem.

TABELA 2.4 Resultados médios dos rendimentos de massa verde (kg ha^{-1}), obtidos na cultura do sorgo, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.*

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	62.590	61.670	35.420	53.227
Espaçamento 60 x 12	55.197	60.423	35.163	50.261
Espaçamento 80 x 8	63.500	74.047	49.580	62.376
Espaçamento 80 x 12	57.817	70.880	47.650	58.782
Espaçamento 100 x 8	46.083	58.833	35.833	46.917
Espaçamento 100 x 12	50.000	65.210	31.500	48.903
Espaçamento 60	58.893	61.047	35.292	51.744 B
Espaçamento 80	60.658	72.463	48.615	60.579 A
Espaçamento 100	48.042	62.022	33.667	47.910 B
Densidade 8	57.391	64.850	40.278	54.173
Densidade 12	54.338	65.504	38.104	52.649
Médias do consórcio	55.864 b	65.177 a	39.191 c	53.411 A
Monocultivo sorgo				51.170 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.

Quanto à média de produtividade de massa verde da cultura do sorgo nos diferentes espaçamentos estudados, pode-se observar, pelos dados da Tabela 2.4, que o espaçamento de 80 cm entre linha de sorgo foi o que apresentou maior rendimento, superando em 14,6% (8.835 kg ha^{-1}) e 20,9% ($12.669 \text{ kg ha}^{-1}$) os de 60cm e 100cm, respectivamente.

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 2.4, o

rendimento médio do sorgo no consórcio ($53.411 \text{ kg ha}^{-1}$) foi semelhante ao obtido no monocultivo ($51.170 \text{ kg ha}^{-1}$), evidenciando a não concorrência da leguminosa com a gramínea. Resultados semelhantes foram observados por Rezende (1995) e Silva (1998) 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.

Rendimento de matéria seca

A análise de variância para o rendimento de matéria seca da cultura do sorgo detectou efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para sistemas de corte e espaçamento de semeio, conforme pode ser observado na Tabela 2.3.

Na Tabela 2.3, observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação sistema corte x espaçamento. Avaliando-se o efeito do fator espaçamento dentro dos sistemas de corte (Tabela 2.5), constata-se que no sistema 1, os rendimentos médios de matéria seca dos espaçamentos 80 cm ($16.821 \text{ kg ha}^{-1}$) e 60 cm ($17.177 \text{ kg ha}^{-1}$) não diferiram entre si e foram superiores ao de 100 cm ($13.133 \text{ kg ha}^{-1}$) com acréscimos de 28,1% (3.689 kg ha^{-1}) e 30,8 % (4.044 kg ha^{-1}), respectivamente.

Nos sistemas de corte 2 e 3, observa-se que o rendimento médio do espaçamento 80cm foi superior aos de 60 cm e 100 cm, superando os rendimentos desses em 9,6% (1.649 kg ha^{-1}) e 12,4% (2.074 g ha^{-1}) no sistema 2 e em 62,2% (2.987 kg ha^{-1}) e 63,1% (3.011 kg ha^{-1}) no sistema 3, respectivamente.

Quanto ao rendimento médio dos três sistemas de corte avaliados (Tabela 2.5), é importante ressaltar que o rendimento do sistema de corte 2 ($17.516 \text{ kg ha}^{-1}$) superou em 10,3% (1.806 kg ha^{-1}) e 67,0% ($11.729 \text{ kg ha}^{-1}$) os sistemas 1 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.

TABELA 2.5 Resultados médios dos rendimentos de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidos na cultura do sorgo, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.*

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	18.043	17.675	5.007	13.575
Espaçamento 60 x 12	16.312	16.540	4.591	12.481
Espaçamento 80 x 8	16.990	18.580	7.167	14.246
Espaçamento 80 x 12	16.651	18.934	8.406	14.664
Espaçamento 100 x 8	12.612	15.659	4.912	11.061
Espaçamento 100 x 12	13.653	17.706	4.638	11.999
Espaçamento 60	17.177 A	17.108 B	4.799 B	13.028 B
Espaçamento 80	16.821 A	18.757 A	7.786 A	14.455 A
Espaçamento 100	13.133 B	16.683 B	4.775 B	11.530 C
Densidade 8	15.882	17.305	5.695	12.961
Densidade 12	15.539	17.727	5.878	13.048
Médias	15.710 b	17.516 a	5.787 c	13.004
Monocultivo sorgo				13.503

* 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.

Os valores de rendimento de matéria seca encontrados para a cultura do sorgo estão dentro do que é comumente observado na literatura (Flaresso et al., 2000; Rezende et al., 2001; Rodrigues Filho et al., 2006; Silva et al., 2004; Vasconcelos, 2004), que observaram rendimentos variando de 8,8 t ha⁻¹ a 27,4 t ha⁻¹. Silva (1998), trabalhando com o mesmo híbrido, consorciado com soja na linha de plantio, encontrou rendimento médio de matéria seca de 11.168 kg ha⁻¹, para o sorgo consorciado e 17.953 kg ha⁻¹, para o híbrido em monocultivo.

O rendimento médio de matéria seca da cultura do sorgo nos diferentes espaçamentos estudados apresentou a mesma tendência observada para massa verde. Na Tabela 2.5, observa-se que o espaçamento de 80 cm entre linha de sorgo foi o que apresentou maior rendimento, superando em 11,0% (1.427 kg ha⁻¹) e 25,4% (2.925 kg ha⁻¹) os espaçamentos de 60 cm e 100 cm respectivamente. Os rendimentos forrageiros dos três espaçamentos estudados e os valores observados mantiveram-se dentro dos padrões registrados na literatura.

O contraste aplicado entre sistema consorciado e monocultivo, mostra que não houve diferença significativa na produtividade dos dois sistemas, indicando que a presença da soja na entrelinha de semeio não altera o rendimento de matéria seca do sorgo. Resultados semelhantes foram obtidos por outros pesquisadores (Oliveira, 1989; Rezende, 1995; Silva, 1998; Silva et al., 2004).

Outro ponto a considerar refere-se à média do consórcio que foi obtida utilizando-se a média dos três sistemas consorciados. Neste trabalho, o sistema de corte 3 apresentou baixo rendimento (5.787 kg ha⁻¹), reduzindo, dessa forma, o rendimento médio dos sistemas consorciados.

Rendimento de proteína bruta

Para o rendimento de proteína bruta, de acordo com o resumo da análise

de variância apresentado na Tabela 2.3, houve efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para sistemas de corte e espaçamentos.

Pode-se observar, pelos dados da Tabela 2.6, que o rendimento de proteína bruta do sistema de corte 2 (1.223 kg ha^{-1}) foi superior ao dos sistemas 1 (1.020 kg ha^{-1}) e 3 (682 kg ha^{-1}), com acréscimos de 19,9% (203 kg ha^{-1}) e 79,3% (541 kg ha^{-1}), respectivamente.

TABELA 2.6 Resultados médios dos rendimentos de proteína (kg ha^{-1}), obtidos na cultura de sorgo, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.*

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	1.151	1.179	598	976
Espaçamento 60 x 12	1.077	1.200	485	887
Espaçamento 80 x 8	1.187	1.247	894	1.109
Espaçamento 80 x 12	987	1.394	890	1.091
Espaçamento 100 x 8	791	1.089	604	828
Espaçamento 100 x 12	928	1.326	623	959
Espaçamento 60	1.114	1.139	541	932 B
Espaçamento 80	1.087	1.321	892	1.100 A
Espaçamento 100	860	1.208	613	894 B
Densidade 8	1.043	1.172	699	971
Densidade 12	997	1.273	665	979
Médias consórcio	1.020 b	1.223 a	682 c	975
Monocultivo sorgo				993

* 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.

Os rendimentos de proteína bruta registrados neste trabalho mantiveram-se dentro dos limites expostos por outras pesquisas (Corte, 2001; Rezende et al., 2005; Rodrigues Filho et al., 2006; Silva, 1998). O teor médio de proteína bruta observado, tanto no sistema de consórcio como no monocultivo, foi de 7,4% (valor determinado a partir dos rendimentos de proteína bruta e de 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%.

Na Tabela 2.6, observa-se que o rendimento de proteína bruta da cultura do sorgo nos diferentes espaçamentos estudados apresentou a mesma tendência observada para massa verde e para matéria seca, em que o espaçamento de 80 cm entre linha de sorgo foi o que apresentou maior rendimento (1.100 kg ha^{-1}), superando em 18,0% (168 kg ha^{-1}) e 23,0% (206 kg ha^{-1}) os espaçamentos de 60 cm e 100 cm, respectivamente. Os rendimentos de proteína bruta dos três espaçamentos estudados se assemelham aos observados por Silva et al. (2004) que, trabalhando com diferentes híbridos de sorgo e cultivares de soja para a produção de forragem, observaram valores de proteína bruta do sorgo variando de 935 kg ha^{-1} a 1.449 kg ha^{-1} .

Comparando-se os rendimentos de proteína bruta do sistema consorciado (975 kg ha^{-1}) com o monocultivo (993 kg ha^{-1}), observa-se situação semelhante à obtida para matéria seca, em que o contraste aplicado não detectou diferença significativa entre os dois sistemas.

De maneira geral, os valores de rendimento de proteína bruta observados neste trabalho para cultura de sorgo, isoladamente são considerados baixos para suprir a necessidade de bovinos de leite de alta produtividade, necessitando de complementação com outras fontes.

4 CONCLUSÕES

- O sistema de corte 2 apresentou os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura de sorgo consorciada.
- O espaçamento de 80 cm proporcionou os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da cultura de sorgo no sistema consorciado.
- As densidades avaliadas não alteraram o rendimento forrageiro do sorgo.
- A produção de forragem de sorgo não foi influenciada pelo sistema de cultivo.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC. **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.

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

DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. de A.; LIRA, M. de A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do Estádio Vegetativo do Sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a Composição Química da Silagem, Consumo, Produção e Teor de Gordura do Leite para Vacas em lactação, em Comparação à Silagem de Milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30 n. 6, p. 2086-2092, nov./dez. 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção 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, v. 29, n. 6, p. 1608-1615, nov./dez. 2000

GODE, D. B.; BOBDE, G. N. Intercropping of soybean in sorghum. **PKV-Research Journal**, Papua, v. 17, n. 2, p. 128-129, 1993. (CD-ROM CAB Abstracts 10/95-10/95).

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

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.

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) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

REZENDE, M. R.; SILVA, A. G.; GRIS, C. F.; CARVALHO E. A. de; 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, v. 52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 2005.

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; 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. 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; 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. T. 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.; OLIVEIRA, E. R; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção 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.

SILVA, A. G. **Produção 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, MG.

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, v. 19, n. 2, p. 98-105, mar./abr. 1990.

SILVA, A. G. de; REZENDE P. M.; 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.

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) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 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: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 169-217.

CAPÍTULO 3

CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE PLANTAS NO DESEMPENHO FORRAGEIRO DA SOJA

RESUMO

SANTOS, Jacinto Pereira, Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro da soja, 2006 In: _____. **Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem**. 2006. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG³.

Com o objetivo de avaliar o rendimento forrageiro da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada na entrelinha com o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), em diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidade de semeio, foram conduzidos dois ensaios, nos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, na área experimental do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, em solo classificado como Latossolo distroférico típico, textura argilosa, fase cerrado. Utilizaram-se três sistemas de corte (no primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estágio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, o corte foi realizado no estágio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estágio R₅, rente ao solo), três espaçamentos (60 cm, 80 cm e 100 cm), duas densidades de semeio na cultura do sorgo (8 e 12 plantas) e um tratamento adicional (monocultivo da soja). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+1. Os diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidade avaliados alteraram significativamente os rendimentos de massa verde e matéria seca, com ênfase para o primeiro sistema de corte e o espaçamento de 80 cm entre linhas de semeio que alcançaram melhores desempenhos. A utilização do sistema consorciado proporcionou menor rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, quando comparado ao monocultivo.

³ Comitê Orientador: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (orientador), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

ABSTRACT

SANTOS, Jacinto Pereira, Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the soybean forage performance, 2006 In: _____. **Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the forage production.** 2006. 123 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

With the objective of evaluating the forage yield of the soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) intercropped on the inter-rows with the sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) on cutting systems, spacings and sowing density, two trials were conducted on the agricultural years of 2002/03 and 2003/04 on the experimental area at the UFLA (Federal University of Lavras) Campus, in Lavras, MG, on soil classified as dystroferric Red Latosol (Oxisol), cerrado phase. Three cutting systems were used (on the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, both close to the soil at the farinaceous stage of sorghum; on the second system, the plants were cut twice being the first cut done at a height of 15 cm and the second cut, after the regrowth of the sorghum, close to the soil, both at the farinaceous stage of sorghum and, on the third system, the cut was done on the vegetative stage of the sorghum, at a height of 30 cm and the other after the regrowth on the R₅ stage, close to the soil), three spacings (60 cm, 80 cm and 100 cm); two sowing density on the sorghum crop (8 and 12 plants) and one additional treatment (monoculture of soybean). The experiment was arranged in randomized blocks 3x3x2+1 factorial scheme with three repetitions. The different cutting systems, spacings and densities evaluated significantly modified the yields of green mass and dry matter, with emphasis on the first cutting system and the 80 cm inter-row sowing, which reached better performances. The use of the intercropping provided smaller yield of green mass, dry matter and crude protein, when compared to the monoculture.

¹ Guidance Committee: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (adviser), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de duas ou mais culturas numa mesma área, apesar de ser uma prática bem antiga, apenas recentemente tem sido alvo de interesse de pesquisadores. Um caso particular desse interesse é o consórcio entre gramínea e leguminosa para a produção de forragem em regiões onde há uma 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 a produção de forragem, pois a presença da gramínea é marcante (Carvalho, 1993; Oliveira, 1986; Rezende, 1992; Rezende, 1995).

O milho é muito utilizado na alimentação de bovinos leiteiros na forma de silagem, porém, a sua produção e valor nutritivo variam muito de um ano para outro, em parte por ser esta cultura muito sensível à disponibilidade de água no solo (Vasconcelos, 2004). Por outro lado, a utilização do sorgo como silagem, que ainda é incipiente nessa região, tem se apresentado como uma boa alternativa, principalmente em regiões onde ocorrem períodos de estiagem, limitando a produção do milho (Rodrigues, 2000). Nesse contexto, a cultura do sorgo surge como uma opção para a produção de forragem, pois seu valor nutritivo assemelha-se ao do milho.

O sorgo apresenta também a vantagem de menor custo de produção, pois a realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura proporciona uma economia nos trabalhos de preparo do solo, de 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 semi-áridas e tropicais, onde se constata melhor rendimento do sorgo.

A forma mais usual de utilização do sorgo na alimentação de bovinos é via silagem, por ser um volumoso de bom valor energético, mas deficiente em

proteína, necessitando, portanto, de suplementação, pela utilização de concentrados protéicos, 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 protéica é a utilização de alimentos protéicos produzidos na propriedade. Nesse aspecto, a produção 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 (Evangelista et al., 2005; Rezende et al., 2004).

Nesse contexto, e considerando a importância da produção de forragens para a manutenção do rebanho leiteiro da região sul mineira, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, da cultura da soja em diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidade de semeio, consorciada e em monocultivo, visando estabelecer estratégias de manejos adequadas para a sua exploração.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização climática da região

Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, no Departamento de Agricultura, no Campus da Universidade Federal de Lavras em Lavras, MG, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., a 918 metros de altitude em solo classificado como Latossolo distroférico típico de textura argilosa, fase cerrado (EMBRAPA, 1999). Na Tabela 2.1 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 a temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, registrados nos dois períodos experimentais (novembro de 2002 a maio de 2003 e novembro de 2003 a maio de 2004), são apresentados nas Figuras 2.1 e 2.2.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+1 compreendendo: três sistemas de corte (no primeiro sistema, as plantas de soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estágio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o

primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, o corte foi realizado no estágio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estágio R₅, rente ao solo), três espaçamentos entre linhas de semeadura de sorgo (60 cm, 80 cm e 100 cm), duas densidades de semeaduras de sorgo (8 e 12 plantas por metro linear) e um tratamento adicional constituído pelo monocultivo de soja.

No monocultivo da soja foram realizadas operações convencionais, sendo os cortes realizados uma única vez, rente ao solo, obedecendo à época apropriada da cultura (R₅), em espaçamento de 50 cm e densidade de 20 plantas por metro linear.

2.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados nos dias 4 de novembro de 2002 e 3 de novembro de 2003, com 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 desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência, procurando-se manter a respectiva população de plantas de sorgo para cada tratamento.

O híbrido de sorgo utilizado foi o AG 2002 e a cultivar de soja foi a Conquista. Essa cultura foi semeada em 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), deixando-se 20 plantas por metro linear, tanto em monocultivo como em consórcio. Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas por Ribeiro et al. (1999). Para a cultura da soja, utilizaram-se 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O; para a cultura do sorgo, utilizaram-se o correspondente a 20 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de

P_2O_5 e 100 kg ha^{-1} de K_2O , por ocasião da semeadura, e 60 kg ha^{-1} de N em cobertura aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Como fontes de N, P_2O_5 e K_2O foram utilizados o sulfato de amônio, o supersimples 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/sementes) de sementes. Os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade de cada prática em específico.

2.4 Características avaliadas

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

2.4.1 Rendimento de massa verde

Todas as plantas de soja 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} .

2.4.2 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 300g, 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.

2.4.3 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 do Departamento de Química 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), tendo os resultados sido convertidos para kg ha⁻¹.

2.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Software Sistema de Análise de Variância (SISVAR[®]) (Ferreira, 2000), para as características citadas anteriormente para a cultura da soja consorciada na entre linha com o sorgo e em monocultivo, de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2.2) adaptada de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância dos rendimentos de massa verde, de matéria seca e de proteína bruta da cultura da soja são apresentados no Tabela 3.1.

TABELA 3.1 Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta (kg ha^{-1}) da cultura de soja obtidos no ensaio: efeito de sistemas de cortes, espaçamento e densidade de semeadura na produção de forragem de sorgo e soja consorciados na entrelinha e em monocultivo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Massa verde	Matéria seca	Proteína bruta
Blocos	2	3261086	359011	29186
(Tratamentos)	(18)	40334197 **	2507562 **	104875 **
Sistemas (S)	2	12210874 **	1306040 **	111220 **
Espaçamento (E)	2	6239691**	861915 **	88441 **
Densidade (D)	1	9335	12727	11852
S x E	4	19807402**	1432653 **	43575*
S x D	2	3533541*	241701	19826
E x D	2	471646	360438*	17858
S x E x D	4	2125619	104148	2308
Cons. vs. Monoc.	1	593362634**	33436001 **	1217680 **
Resíduo	36	909313	99987	7584
C.V. (%)		10.20	12.97	18,99

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

Rendimento de massa verde

No resumo da análise de variância para o rendimento de massa verde da cultura da soja (Tabela 3.1), observa-se efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para sistemas de cortes, espaçamentos, interação sistema de corte x espaçamento e para o consórcio versus monocultivo. Também ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação sistema de corte x densidade.

Como a interação sistema de corte x espaçamento foi significativa, estudando-se o efeito do espaçamento dentro dos sistemas de corte (Tabela 3.2), observa-se que, no sistema 1, os espaçamentos 80 cm ($11.355 \text{ kg ha}^{-1}$) e 100 cm (9.375 kg ha^{-1}) não diferiram entre si e foram superiores ao de 60 cm (7.212 kg ha^{-1}), com acréscimos de 57,4% (4.143 kg ha^{-1}) e 30,0 % (2.163 kg ha^{-1}), respectivamente. No sistema de corte 2, o espaçamento 100 cm proporcionou maior rendimento de massa verde, 9.188 kg ha^{-1} , com acréscimos de 40,1% (2.628 kg ha^{-1}) e 26,7% (1.935 kg ha^{-1}) em relação aos valores observados nos espaçamentos 80 cm e 60 cm, respectivamente. No sistema 3, não houve diferenciação entre os espaçamentos avaliados.

Os acréscimos de rendimento de massa verde da cultura da soja nos espaçamentos maiores podem ser associados a menor competição interespecífica sorgo-soja por radiação solar.

Para Redfearn et al. (1999), 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. Foroutan-Pour et al. (1999) afirmam que, 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, sendo, portanto, maior a competição por radiação em sistemas mais adensados.

TABELA 3.2 Resultados médios dos rendimentos de massa verde (kg ha⁻¹) obtidos na cultura da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006. *

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	8.337	6.417	8.580	7.778
Espaçamento 60 x 12	6.087	8.090	9.663	7.947
Espaçamento 80 x 8	11.667	7.073	8.967	9.236
Espaçamento 80 x 12	11.043	6.047	9.417	8.836
Espaçamento 100 x 8	9.500	8.960	6.917	8.459
Espaçamento 100 x 12	9.250	9.417	7.167	8.611
Espaçamento 60	7.212 B	7.253 B	9.122 A	7.862 B
Espaçamento 80	11.355 A	6.560 B	9.192 A	9.035 A
Espaçamento 100	9.375 A	9.188 A	7.042 A	8.535 A
Densidade 8	9.834A	7.483 A	8.154 A	8.491
Densidade 12	8.793 B	7.851 A	8.749 A	8.464
Médias consórcio	9.314 a	7.667 c	8.452 b	8.477 B
Monocultivo soja				22.927 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.

A interação densidades x sistemas de corte proporcionou diferenças significativas ($P < 0,05$) no rendimento de massa verde. Avaliando-se o efeito de densidade dentro dos sistemas de corte, observa-se, no sistema 1, que a densidade de 8 plantas por metro linear destacou-se com rendimento de 9.834 kg ha⁻¹ o que representa 11,8% a mais que o valor observado para a densidade 12 plantas (8.793 kg ha⁻¹). Nos demais sistemas, não houve diferenciação no rendimento, em função das densidades avaliadas.

O efeito de competição da cultura do sorgo no rendimento de massa verde da soja é mostrado na interação consórcio vs. monocultivo ($P < 00,1$). Verifica-se, na Tabela 3.2, que, em média, os diferentes sistemas avaliados produziram 8.477 kg.ha⁻¹, o que representa 36,97% do rendimento do

monocultivo da soja. Resultados semelhantes foram observados por Corte (2001), Rezende (1992) e Silva (1998) 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), Gode & Bobde (1993) e Oliveira (1989), 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 inter-específica por radiação solar, conforme já mencionado anteriormente.

Rendimento de matéria seca

No Tabela 3.1, verifica-se que o rendimento de matéria seca foi significativamente influenciado ($P < 0,01$) pelos sistemas de corte, espaçamentos, interação sistema de corte x espaçamento e contraste monocultivo versus consórcio. Também houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação espaçamento x densidade.

Avaliando o efeito da interação sistema de corte x espaçamento, a partir do desdobramento de espaçamentos dentro de sistemas de corte (Tabela 3.3), observa-se que, no sistema 1, o espaçamento 80 cm (3.056 kg ha^{-1}) superou o de 100 cm em 19,5% (498 kg ha^{-1}) e o de 60 cm em 76,9% (1.047 kg ha^{-1}). No sistema 2, o espaçamento 100 cm (2.547 kg ha^{-1}) foi estatisticamente superior aos espaçamentos 80 cm (1.701 kg ha^{-1}) e 60 cm (2.018 kg ha^{-1}), com acréscimos de rendimento de 49,7% (846 kg ha^{-1}) e 26,2% (529 kg ha^{-1}). No sistema de corte 3, o espaçamento de 80 cm (2.510 kg ha^{-1}), assim como no sistema 1, foi superior aos outros dois, com acréscimo de rendimento de 22,4%

(561 kg ha⁻¹) e 31,4% (787 kg ha⁻¹), quando comparado aos de 60 cm e de 100 cm, respectivamente.

Os valores de rendimento de matéria seca observados neste 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 kg ha⁻¹ 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 de 1.600 kg ha⁻¹ a 3.000 kg ha⁻¹.

Realizando-se o desdobramento da interação espaçamento x densidade, de forma a avaliar o comportamento das densidades dentro dos espaçamentos (Tabela 3.3), observa-se que o efeito foi significativo apenas no espaçamento 80 cm, no qual o rendimento de matéria seca na densidade de 8 plantas por metro linear (2.600 kg ha⁻¹) foi superior à densidade de 12 plantas (2.245 kg ha⁻¹), o que representa acréscimo de 15,7% (355 kg ha⁻¹).

De acordo com os dados da Tabela 3.3, é importante ressaltar que, em média, o rendimento de matéria seca do sistema de corte 1 (2.541 kg ha⁻¹), superou em 17,8% (452 kg ha⁻¹) e 18,9% (480 kg ha⁻¹), os sistemas 2 (2.089 kg ha⁻¹) e 3 (2.061 kg ha⁻¹). O melhor desempenho desse sistema pode ser atribuído, em parte, à altura de corte das plantas, que permitiu a adição dos primeiros 15 cm e 30 cm da planta, quando comparado aos sistemas 2 e 3, respectivamente.

No sistema consorciado, o rendimento de matéria seca da soja foi altamente reduzido pela interação com a cultura do sorgo, principalmente na competição por radiação solar. Em média, a soja consorciada alcançou apenas 39,4% do rendimento de matéria seca do monocultivo ($P < 0,01$). Esse resultado se assemelha aos encontrados por Corte (2001), trabalhando com consórcio sorgo-soja, no 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.

TABELA 3.3 Resultados médios dos rendimentos de matéria seca (kg ha^{-1}), obtidos na cultura da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006. *

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	2.199	1.745	1.788	1.911
Espaçamento 60 x 12	1.818	2.291	2.111	2.073
-----	-----	-----	-----	-----
Espaçamento 80 x 8	3.272	1.951	2.577	2.600 A
Espaçamento 80 x 12	2.839	1.451	2.443	2.245 B
-----	-----	-----	-----	-----
Espaçamento 100 x 8	2.598	2.425	1.654	2.225
Espaçamento 100 x 12	2.518	2.670	1.792	2.326
-----	-----	-----	-----	-----
Espaçamento 60	2.009 B	2.018 B	1.949 B	1.992 B
Espaçamento 80	3.056 A	1.701 B	2.510 A	2.422 A
Espaçamento 100	2.558 B	2.547 A	1.723 B	2.276 A
-----	-----	-----	-----	-----
Densidade 8	2.690	2.040	2.006	2.245
Densidade 12	2.392	2.137	2.115	2.215
-----	-----	-----	-----	-----
Médias consórcio	2.541 a	2.089 b	2.061 b	2.230 B
-----	-----	-----	-----	-----
Monocultivo soja				5.660 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.

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, a produção de matéria seca das culturas apresenta uma correlação

positiva com a quantidade de radiação interceptada pelas plantas.

Segundo Foroutan-Pour et al. (1999), em 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.

Rendimento de proteína bruta

A análise de variância para rendimento de proteína bruta (Tabela 3.1) detectou efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para sistemas de corte, espaçamentos e para o contraste consórcio versus monocultivo.

Conforme pode ser observado na Tabela 3.4, o maior rendimento médio de proteína bruta da cultura da soja foi obtido com o sistema 3 (476 kg ha^{-1}), que não diferiu estatisticamente do sistemas 1 (436 kg ha^{-1}). Esses resultados eram, até certo ponto, esperados, pois, no sistema 3, as plantas de soja foram cortadas no estágio vegetativo a 30 cm de altura, com possibilidade de rebrota, fornecendo maior quantidade de proteína no sistema.

Corte (2001), trabalhando com consórcio sorgo-soja em diferentes sistemas de corte, obteve variação de rendimentos de proteína de 252 kg ha^{-1} a 407 kg ha^{-1} . Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva (1998).

Quanto ao desempenho dos espaçamentos avaliados, observa-se, na Tabela 3.4, que o espaçamento 80 cm apresentou maior rendimento de proteína bruta (491 kg ha^{-1}), superando em 26,9% (104 kg ha^{-1}) e 22,8% (91 kg ha^{-1}) os espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente.

Comparando-se o rendimento médio de proteína bruta da cultura da soja no sistema consorciado com o do monocultivo, verificou-se diferença altamente significativa ($P < 0,01$). É importante ressaltar que essa diferenciação ocorre de

maneira semelhante ao observado para massa verde e matéria seca. Na Tabela 3.4, observa-se que o rendimento de proteína bruta da soja no sistema

TABELA 3.4 Resultados médios dos rendimentos de proteína (kg ha^{-1}) obtidos na cultura da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.*

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	397	316	423	379
Espaçamento 60 x 12	313	391	482	395
Espaçamento 80 x 8	568	365	616	516
Espaçamento 80 x 12	498	290	608	465
Espaçamento 100 x 8	419	367	353	380
Espaçamento 100 x 12	418	463	378	420
Espaçamento 60	355	353	453	387 B
Espaçamento 80	533	327	612	491 A
Espaçamento 100	419	415	365	400 B
Densidade 8	461	349	463	425
Densidade 12	410	381	489	427
Médias consórcio	436a	365 b	476 a	426 B
Monocultivo soja				1.041 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.

consorciado foi de 426 kg ha^{-1} , correspondendo a 40,9% do obtido em monocultivo (1.041 kg ha^{-1}). Esses resultados foram superiores 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 constataram redução de 65,4% no rendimento de proteína bruta da soja no sistema consorciado.

3 CONCLUSÃO

- No sistema consorciado, a soja apresentou queda significativa no rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, quando comparada ao seu monocultivo.
- O sistema de corte 1, associado aos espaçamentos 80cm e 100cm, proporcionou maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta da soja.
- No sistema de corte 1, a menor densidade de semeadura do sorgo proporcionou maior rendimento de massa verde.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

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

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) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA.
Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção 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) – 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.

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. (CD-ROM CAB Abstracts 10/95-10/95).

LARCHER, W. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3. ed. Berlin: Springer, 1995. 506 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) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

REDFEARN, D. D.; BUXTON, D. R.; DEVINE, T. E. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. **Crop Science**, Madson, 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) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

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; SILVA, A. G. da; BOTREL, E. P; GOMES, L. L; GRIS, C. F. Consorcio 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.

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.

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.

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

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) – Universidade Federal de lavras, Lavras, 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.

CAPÍTULO 4

CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE PLANTAS NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM

RESUMO

SANTOS, Jacinto Pereira, Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem, 2006 In: _____. **Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem.** 2006. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG⁴.

Com o objetivo de avaliar sistemas de corte, espaçamentos e densidade de semeio no consórcio das culturas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na entrelinha, visando à produção de forragem, foram conduzidos dois ensaios nos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, na área experimental do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Latossolo distroférico típico. Utilizaram-se três sistemas de corte (no primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estádio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estádio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, o corte foi realizado no estádio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estádio R₅, rente ao solo), três espaçamentos (60 cm, 80 cm e 100 cm), duas densidades de semeio na cultura do sorgo (8 e 12 plantas) e dois tratamentos adicionais (monocultivo do sorgo e da soja). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+2. Os diferentes sistemas de corte e espaçamentos avaliados alteraram significativamente os rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta total, com ênfase para o segundo sistema de corte e o espaçamento de 80 cm entre linhas de semeio, que alcançaram maiores rendimentos. As densidades testadas não proporcionaram aumento significativo nas características estudadas. A utilização do sistema consorciado proporcionou maior rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, quando comparado ao monocultivo do sorgo.

⁴ Comitê Orientador: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (orientador), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

ABSTRACT

SANTOS, Jacinto Pereira, Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the forage production, 2006 In: _____. **Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the forage production.** 2006. 123 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

With the objective of evaluating cutting systems, spacings and sowing density on the intercropping of the cultures of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) on the inter-row, aiming the forage production, two trials were conducted on the agricultural years of 2002/03 and 2003/04 on the experimental area at the UFLA (Federal University of Lavras) Campus, on dystroferric Red Latosol (Oxisol). Three cutting systems were used (on the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, both close to the soil at the farinaceous stage of sorghum; on the second system, the plants were cut twice being the first cut done at a height of 15 cm and the second cut, after the regrowth of the sorghum, close to the soil, both at the farinaceous stage of sorghum and, on the third system, the cut was done on the vegetative stage of the sorghum, at a height of 30 cm and the other after the regrowth on the R₅ stage, close to the soil), three spacings (60 cm, 80 cm and 100 cm); two sowing density on the sorghum crop (8 and 12 plants) and two additional treatments (monoculture of sorghum and soybean). The randomized blocks were used as the experimental design on a 3x3x2+2 factorial scheme with three repetitions. The different cutting systems and spacings evaluated significantly modified the yields of green mass, dry matter and total crude protein, with emphasis for the second cutting system and the 80 cm inter-row sowing spacing, which reached bigger yields. The tested densities did not modify significantly the evaluated characteristics. The utilization of the intercropping system provided a higher yield of green mass, dry matter and crude protein, when compared to the monoculture of sorghum.

¹ Guidance Committee: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (adviser), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho é muito utilizado na alimentação de bovinos leiteiros na forma de silagem, porém, a sua produção e valor nutritivo variam muito de um ano para outro, em parte por ser esta cultura muito sensível à disponibilidade de água no solo (Vasconcelos, 2004). Por outro lado, a utilização do sorgo como silagem, que ainda é incipiente, tem se apresentado como uma boa alternativa, principalmente em regiões onde ocorrem períodos de estiagem, limitando a produção do milho (Rodrigues Filho et al., 2006). Nesse contexto, a cultura do sorgo surge como uma opção para a produção de forragem, pois seu valor nutritivo assemelha-se ao do milho.

O sorgo apresenta também a vantagem de menor custo de produção, pois a realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura proporciona uma 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 semi-áridas e tropicais, onde se constata melhor rendimento dessa gramínea.

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 protéicos, o que reflete de maneira negativa nos custos de produção.

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 protéica é a utilização de alimentos protéicos produzidos na propriedade. Nesse aspecto, a produção 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 (Evangelista et al., 2005; Rezende et al., 2004).

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; Redfearn et al., 1999; Rezende et al., 2005; Silva, 1998). Baseando-se nisso, e considerando a importância da produção de forragens, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho de diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades de semeio, no rendimento forrageiro da cultura do sorgo e da soja consorciados e em monocultivo, visando estabelecer estratégias de manejos adequadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização climática da região

Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, no Departamento de Agricultura no Campus da Universidade Federal de Lavras em Lavras, MG, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., a 918 metros de altitude em solo classificado como Latossolo distroférico típico de textura argilosa, fase cerrado (EMBRAPA, 1999). Na Tabela 2.1 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, umidade relativa e precipitação pluviométrica, registrados nos dois períodos experimentais (novembro de 2002 a maio de 2003 e novembro de 2003 a maio de 2004), são apresentados nas Figuras 2.1 e 2.2.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+2, compreendendo: três sistemas de corte (no primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estádio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo,

após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, um corte foi realizado no estágio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estágio R₅, rente ao solo), três espaçamentos entre linhas de semeadura de sorgo (60 cm, 80 cm e 100 cm) e duas densidades de semeaduras de sorgo (8 e 12 plantas por metro linear) e dois tratamentos adicionais, constituído pelo monocultivo do sorgo e da soja.

No monocultivo do sorgo e soja, foram realizadas operações convencionais sendo os cortes realizados uma única vez, rente ao solo, obedecendo às épocas apropriadas de cada cultura (R₅ para a soja e grãos farináceos para o sorgo), espaçamento de 80 e 50 cm e densidade de 10 e 20 plantas, respectivamente.

2.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados nos dias 4 de novembro de 2002 e 3 de novembro de 2003, com 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 desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência, procurando-se manter a respectiva população de plantas de sorgo para cada tratamento. O esquema de instalação do experimento é apresentado na Figura 3.3.

O híbrido de sorgo utilizado foi o AG 2002 e a cultivar de soja foi a Conquista. Essa cultura foi semeada em 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), deixando-se 20 plantas por metro linear, tanto em monocultivo como em consórcio. Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas Ribeiro et al. (1999). Para a cultura

da soja utilizaram-se 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O; para a cultura do sorgo, utilizou-se o correspondente a 20 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, por ocasião da semeadura e 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se, como fontes de N, P₂O₅ e K₂O o sulfato de amônio, o supersimples 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/sementes) de sementes. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme necessidade de cada prática em específico.

2.4 Características avaliadas

Os cortes das plantas de sorgo e soja foram realizados simultaneamente, nas épocas já relatadas anteriormente, utilizando-se roçadeira costal motorizada. Após cada corte, foram avaliadas, separadamente, para a cultura do sorgo e da soja, as características descritas a seguir.

2.4.1 Rendimento de massa verde

Todas as plantas das parcelas úteis foram cortadas separadamente, 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.

2.4.2 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 300g, 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.

2.4.3 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 do Departamento de Química 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), tendo sido os resultados convertidos para kg ha⁻¹.

2.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância (SISVAR[®]) (Ferreira, 2000), para as características citadas anteriormente utilizando dados do consórcio, ou seja, somatório das duas culturas. Esse tipo de análise, embora não sendo usual, é perfeitamente admissível quando se considera a silagem obtida desses materiais, pois retrata as proporções de participação das forrageiras na massa ensilada. Esse procedimento foi realizado de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2.2), adaptada de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento de massa verde

Na análise de variância para o rendimento de massa verde do consórcio (Tabela 4.1), verifica-se que os sistemas de cortes empregados alteraram significativamente ($P < 0,01$) o seu desempenho.

TABELA 4.1 Resumo da análise de variância para os rendimentos médios de massa verde, matéria seca e proteína bruta (kg ha^{-1}) obtidos no consórcio das culturas de sorgo e soja, em função dos sistemas de corte, espaçamentos, densidades. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Massa verde	Matéria seca	Proteína bruta
Blocos	2	22592384	2072545	17549
(Tratamentos)	(18)	486894445 **	93005595 **	226393 **
Sistemas (S)	2	3004166913 **	744881195 **	868657 **
Espaçamento (E)	2	850780880 **	43063358 **	489718 **
Densidade (D)	1	32449252	43463	1208
S x E	4	71322449	8765577 *	132167 **
S x D	2	29455558	1701529	61052
E x D	2	47546902	4365634	87679
S x E x D	4	39719066	1774246	14422
Cons. Vs. Mono.	1	423584195 **	43874529 **	474502 **
Resíduo	36	31499877	2250005	30097
C.V. (%)		8,98	9,71	15,75

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

Observa-se na Tabela 4.2, que o rendimento de massa verde do sistema de corte 2 ($72.844 \text{ kg ha}^{-1}$), superou em 11,8% (7.666 kg ha^{-1}) e 52,9% (25.201

kg ha⁻¹) os sistemas 1 e 3, respectivamente. Esse acréscimo no rendimento de massa verde verificado no sistema de corte 2 pode ser atribuído ao melhor estímulo à rebrota, ocasionado pelo tipo de corte empregado, visto que essa foi a variável que o diferenciou dos demais sistemas. A utilização do corte a uma

TABELA 4.2 Valores médios de rendimentos de massa verde (kg ha⁻¹) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006. *

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	70.926	68.087	44.000	61.005
Espaçamento 60 x 12	61.283	68.513	44.826	58.208
Espaçamento 80 x 8	75.166	81.120	58.547	71.612
Espaçamento 80 x 12	68.860	76.927	57.067	67.618
Espaçamento 100 x 8	55.583	67.793	42.750	55.376
Espaçamento 100 x 12	59.250	74.627	38.667	57.514
Espaçamento 60	66.105	68.300	44.414	59.606 B
Espaçamento 80	72.013	79.023	57.807	69.615 A
Espaçamento 100	57.417	71.210	40.709	56.445 B
Densidade 8	67.225	72.333	48.432	62.664
Densidade 12	63.131	73.355	46.853	61.113
Médias consórcio	65.178 b	72.844 a	47.643 c	61.889 A
Monocultivo sorgo				51.170 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.

altura de 15 cm proporcionou maior número de gemas vegetativas, possibilitando maior rebrota quando comparado ao corte rente ao solo. Já no sistema 3, onde os cortes foram realizados em função da soja, o sorgo

apresentou, nessa situação, menor rendimento, pois foi cortado no estágio vegetativo, ou seja, muito cedo.

Corte (2001), trabalhando com diferentes sistemas de corte na produção forrageira no consórcio sorgo-soja, encontrou resultados semelhantes, com os maiores rendimentos sendo obtidos quando os cortes foram realizados em função da cultura do sorgo, quando esse encontrava-se no estágio de grãos farináceos.

Os espaçamentos estudados alteraram significativamente ($P < 0,01$) o rendimento de massa verde (Tabela 4.1). Observa-se que a produtividade do espaçamento de 80 cm ($69.615 \text{ kg ha}^{-1}$) foi superior ao dos outros dois, com acréscimos de 16,8% ($10.009 \text{ kg ha}^{-1}$) e 23,3% ($13.170 \text{ kg ha}^{-1}$), quando comparado aos espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente (Tabela 4.2).

No contraste consórcio versus monocultivo (Tabela 4.1), verifica-se o efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para o rendimento médio de massa verde. As médias dos rendimentos obtidos são apresentados na Tabela 4.2, onde observa-se que o rendimento do sistema consorciado ($61.889 \text{ kg ha}^{-1}$) foi superior ao monocultivo do sorgo ($51.170 \text{ kg ha}^{-1}$), com acréscimo de 20,9% ($10.719 \text{ kg ha}^{-1}$). Esse aumento pode ser atribuído à boa capacidade de rebrota das culturas do sorgo e da soja. Resultados obtidos nesse ensaio podem ser considerados satisfatórios, visto que superam os observados 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.

Rendimento de matéria seca

O resumo da análise de variância para o rendimento de matéria seca encontra-se na Tabela 4.1. Pelos resultados da análise dos tratamentos envolvendo o consórcio das duas culturas, observa-se efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para sistemas de corte, espaçamentos entre plantas e para o contraste consórcio versus monocultivo, tendo também havido significância ($P < 0,05$) para a interação sistema corte x espaçamento.

Em média, assim como para o rendimento de massa verde, o espaçamento 80 cm também apresentou rendimento de matéria seca ($16.877 \text{ kg ha}^{-1}$) superior aos outros dois, com acréscimos de 11,2 % (1.857 kg ha^{-1}) e 22,2% (3.071 kg ha^{-1}) quando comparado aos espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente (Tabela 4.3). Esses resultados divergem dos obtidos por Butler & Muir (2003) que, trabalhando com diferentes espaçamentos para a cultura do sorgo forrageiro, observaram acréscimos nos rendimentos de matéria seca de $34.000 \text{ kg ha}^{-1}$ para $51.100 \text{ kg ha}^{-1}$, à medida que o espaçamento decresceu 90 cm para 30 cm e se assemelha aos valores de espaçamento entre linha de semeio recomendado para esta cultura pela EMBRAPA (2005).

Desdobrando-se o fator espaçamento dentro dos sistemas de corte (Tabela 4.3), observa-se que, no sistema de corte 1, os rendimentos médios de matéria seca obtidos nos espaçamentos de 60 cm ($19.186 \text{ kg ha}^{-1}$) e 80 cm ($19.877 \text{ kg ha}^{-1}$) não diferiram entre si e superaram, em 22,3% (3.495 kg ha^{-1}) e 26,7% (4.186 kg ha^{-1}) o espaçamento 100 cm; no sistema de corte 2, os espaçamentos avaliados não afetaram o rendimento de matéria seca e, no sistema 3, o rendimento do espaçamento 80 cm ($10.296 \text{ kg ha}^{-1}$) superou em 52,6% (3.548 kg ha^{-1}) e 58,4% (3.798 kg ha^{-1}) do espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente.

É importante ressaltar que os sistemas 1 e 2, cujos cortes foram realizados em função da cultura do sorgo (grãos farináceos), apresentaram os maiores rendimentos forrageiros. Resultados semelhantes de rendimento de matéria seca em cultivos consorciados na entrelinha foram obtidos por Oliveira (1987) e Silva et al. (2003). Acréscimos no rendimento de matéria seca em

TABELA 4.3 Valores médios de rendimentos de matéria seca (kg ha^{-1}), obtidos no consórcio das culturas de sorgo e soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.*

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	20.242	19.420	6.795	15.486
Espaçamento 60 x 12	18.130	18.831	6.702	14.554
Espaçamento 80 x 8	20.262	20.531	9.744	16.846
Espaçamento 80 x 12	19.490	20.385	10.849	16.909
Espaçamento 100 x 8	15.210	18.084	6.566	13.286
Espaçamento 100 x 12	16.171	20.375	6.430	14.325
Espaçamento 60	19.186 A	19.126	6.748 B	15.020 B
Espaçamento 80	19.877 A	20.458	10.296 A	16.877 A
Espaçamento 100	15.691 B	19.230	6.498 B	13.806 B
Densidade 8	18.572	19.345	7.701	15.206
Densidade 12	17.931	19.864	7.993	15.263
Médias consórcio	18.251 a	19.605 a	7.848 b	15.235 A
Monocultivo sorgo				13.503 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.

função de diferentes sistemas de cortes também foram observados em outros trabalhos com consórcio sorgo-soja (Corte, 2001; Rezende et al., 2005), tendo

sido verificados maiores rendimentos quando os cortes foram programados em função da cultura do sorgo.

O baixo rendimento do sistema de corte 3 pode ser atribuído, principalmente, ao fato de, nesse sistema, o corte ter sido realizado em função da cultura da soja (final do estágio vegetativo), ocasião em que o híbrido de sorgo ainda não havia emitido a panícula e apresentava elevado teor de umidade na forragem, não atingindo o ponto ideal de colheita para silagem. Resultados semelhantes foram observados por Silva (1998) e Rezende et al.(2005).

Assim como foi observado para massa verde, verifica-se também, na Tabela 4.3, que o rendimento de matéria seca do consórcio ($15.235 \text{ kg ha}^{-1}$) foi superior ao do monocultivo ($13.503 \text{ kg ha}^{-1}$), apresentando acréscimo de 12,8% (1.732 kg ha^{-1}). Aumentos no rendimento de matéria seca em cultivos consorciados em relação ao monocultivo também foram constatados por Oliveira (1989), Rezende (1995) e Silva (1998), que observaram acréscimos de 5,4%, 6,3% e 2,8%, respectivamente, quando o consórcio sorgo-soja foi realizado na linha. Corte (2001), trabalhando com consórcio sorgo-soja na entrelinha, verificou que, em média, os sistemas consorciados superaram o monocultivo em 56,7%.

Rendimento de proteína bruta total

De acordo com o resumo da análise de variância para o rendimento de proteína bruta total, apresentado na Tabela 4.1, houve diferenças significativas ($P < 0,01$) para os sistemas de corte, espaçamento, interação sistema de corte x espaçamentos e entre consórcio e monocultivo.

Como a interação sistema de corte x espaçamento foi significativa, estudando-se o fator espaçamento dentro dos sistemas de corte (Tabela 4.4), pode-se observar: no sistema de corte 1, os espaçamentos 60 cm e 80 cm, com

rendimentos de 1.469 kg ha⁻¹ e 1.620 kg ha⁻¹ não diferiram entre si e foram superior ao de 100 cm (1.278 kg ha⁻¹); no sistema corte 2, não houve

TABELA 4.4 Valores médios de rendimentos de proteína bruta (kg ha⁻¹), obtidos no consórcio das culturas de sorgo e soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006. *

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	1.548	1.495	1.021	1.355
Espaçamento 60 x 12	1.390	1.491	967	1.282
Espaçamento 80 x 8	1.756	1.612	1.510	1.626
Espaçamento 80 x 12	1.485	1.684	1.498	1.556
Espaçamento 100 x 8	1.210	1.457	957	1.208
Espaçamento 100 x 12	1.347	1.789	1.000	1.379
Espaçamento 60	1.469 A	1.493 A	994 B	1.318 B
Espaçamento 80	1.620 A	1.648 A	1.504 A	1.591 A
Espaçamento 100	1.278 B	1.623 A	979 B	1.293 B
Densidade 8	1.505	1.521	1.163	1.396
Densidade 12	1.407	1.655	1.155	1.406
Médias consórcio	1.456 b	1.588 a	1.159 c	1.401 A
Monocultivo sorgo				993 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.

diferenciação entre espaçamentos avaliados e, no sistema de corte 3, o rendimento de proteína bruta do espaçamento 80 cm (1.504 kg ha⁻¹) superou em 51,3% (510 kg ha⁻¹) e 53,6% (525 kg ha⁻¹) os espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente. Verifica-se, ainda, que, na média dos três sistemas de corte, a produtividade do espaçamento de 80 cm (1.591 kg ha⁻¹) também foi superior aos

outros dois, com acréscimos de 20,7% (273 kg ha⁻¹) e 23,0% (298 kg ha⁻¹), quando comparado aos espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente. Os valores de rendimentos de proteína bruta registrados neste experimento mantiveram-se dentro dos limites encontrados em outras pesquisas (Evangelista, 1986; Oliveira, 1989; Silva et al., 2004; Rezende et al., 2005).

É importante ressaltar ainda que, em média, o rendimento de proteína bruta no sistema de corte 2 (1.588 kg ha⁻¹) superou em 9,1% (132 kg ha⁻¹) e 37,0% (429 kg ha⁻¹) os sistemas 1(1.456 kg ha⁻¹) e 3 (1.159 kg ha⁻¹), respectivamente. Os valores de rendimento de proteína bruta total encontrados neste trabalho são superiores aos observados por Silva et al. (2003), trabalhando com consórcio sorgo-soja na mesma linha de semeio e semelhante aos de Rezende et al. (2005), trabalhando com consórcio sorgo-soja na entrelinha.

Assim como ocorreu com o rendimento de matéria seca total, o rendimento médio de proteína bruta do sistema consorciado (1.401 kg ha⁻¹) superou em 41,1% (408 kg ha⁻¹) o rendimento do monocultivo (993 kg ha⁻¹). Pode-se verificar pela Tabela 4.4, que, independente do sistema de corte empregado, o valor de rendimento de proteína bruta total do sistema consorciado foi mais elevado que o do monocultivo.

Com base nos resultados observados neste trabalho, no qual obtiveram-se de 20,9% (10.719 kg ha⁻¹) de massa verde, 12,8% (1.732 kg ha⁻¹) de matéria seca e 41,1% (408 kg ha⁻¹) de proteína bruta total, 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; Rezende et al., 2000; Rezende et al., 2005; Silva, 1998; Silva et al., 2003; Sood & Sharma, 1992).

4 CONCLUSÕES

- No cultivo consorciado, o sistema de corte 2 proporcionou os maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta.
- No cultivo consorciado, o espaçamento de 80 cm entre linha de plantas proporcionou aumento no rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta.
- As densidades testadas não alteraram o rendimento forrageiro das culturas consorciadas.
- O sistema de consórcio sorgo-soja proporcionou maior rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, comparado ao monocultivo de sorgo.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC. **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.

BUTLER, T. J.; MUIR, J. P. Row spacing and maturity of forage sorghum silage in north central Texas. **Forage Research in Texas**, 2003. Disponível em: <<http://forageresearch.tamu.edu>>. Acesso em: 10 maio 2005.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção 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.

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

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.

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) – 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) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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

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. Produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 2005.

REZENDE, P. M. de; ANDRADE, M. J. B. de; ANDRADE, L. A. de B. Consórcio soja-milho II. Seleção de materiais genéticos de soja para consórcio com milho. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 333-341, jul./set. 1992.

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

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. Edição Especial.

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. Produção 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

SILVA A. G. de; REZENDE P. M.; ANDRADE L. A. B. de; EVANGELISTA A. R. Consórcio sorgo-soja. I. Produção 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. **Produção de forragem de cultivares de sorgo e soja, consorciadas na linha, em dois sistemas de corte**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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 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 sorghum (*Sorghum bicolor*) intercropped with legumes. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v. 37, n. 4, p. 642-644, Dec. 1992.

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

CAPÍTULO 5

CONSÓRCIO SORGO-SOJA: SISTEMAS DE CORTE E ARRANJO DE PLANTAS NA COMPOSIÇÃO DA FORRAGEM

RESUMO

SANTOS, Jacinto Pereira, Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na composição da forragem, 2006 In: _____. **Consórcio sorgo-soja: sistemas de corte e arranjo de plantas na produção de forragem.** 2006. 123 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG⁵.

Com o objetivo de avaliar sistemas de corte, espaçamentos e densidade de semeio no consórcio das culturas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na entrelinha, visando avaliar a produção e a qualidade de forragem, foram conduzidos dois ensaios, nos anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, na área experimental do Campus da Universidade Federal de Lavras em Latossolo Distroférico típico. Utilizaram-se três sistemas de corte (no primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estágio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, o corte foi realizado no estágio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estágio R₅, rente ao solo), três espaçamentos (60 cm, 80 cm e 100 cm), duas densidades de semeio na cultura do sorgo (8 e 12 plantas) e dois tratamentos adicionais (monocultivo do sorgo e da soja). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+2. Os diferentes sistemas de cortes e espaçamentos avaliados alteraram significativamente os acúmulos de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, com ênfase para o segundo sistema de corte e o espaçamento de 80 cm entre linhas de semeio, que alcançaram melhores desempenhos. As densidades avaliadas não alteraram os rendimentos de potássio, magnésio e enxofre. A utilização do sistema consorciado também proporcionou maior acúmulo dos minerais avaliados, com exceção do fósforo, quando comparado ao monocultivo.

⁵ Comitê Orientador: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (orientador), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

ABSTRACT

SANTOS, Jacinto Pereira, Cutting systems and plant arrangement on the forage composition, 2006 In: _____. **Sorghum-soybean intercropping: cutting systems and plant arrangement on the forage production.** 2006. 123 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

With the objective of evaluating cutting systems, spacings and sowing density on the intercropping of the cultures of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) on the inter-row, aiming evaluate the forage production and quality, two trials were conducted on the agricultural years of 2002/03 and 2003/04 on the experimental area at the UFLA (Federal University of Lavras) Campus, on dystroferic Red Latosol (Oxisol). Three cutting systems were used (on the first system the plants of sorghum and soybean were cut twice, both close to the soil at the farinaceous stage of sorghum; on the second system, the plants were cut twice being the first cut done at a height of 15 cm and the second cut, after the regrowth of the sorghum, close to the soil, both at the farinaceous stage of sorghum and, on the third system, the cut was done on the vegetative stage of the sorghum, at a height of 30 cm and the other after the regrowth on the R₅ stage, close to the soil), three spacings (60 cm, 80 cm and 100 cm); two sowing density on the sorghum crop (8 and 12 plants) and two additional treatments (monoculture of sorghum and soybean). The randomized blocks were used as the experimental design on a 3x3x2+2 factorial scheme with three repetitions. The different cutting systems, spacings and densities evaluated significantly modified the accumulations of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur; with emphasis to the second cutting system and the 80 cm inter-row sowing spacing, which reached better performances. The tested densities did not modify the yield of potassium, magnesium and sulfur. The use of the intercropping system also provided bigger accumulation of the evaluated minerals, except for the phosphorus, when compared to the monoculture.

¹ Guidance Committee: Pedro Milanez de Rezende – UFLA (adviser), Antônio Ricardo Evangelista – UFLA, Luiz Antônio de Bastos Andrade - UFLA, Messias José Bastos de Andrade – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de sorgo na produção de forragem tem assumido papel importante nos últimos anos, pelo fato de essa cultura permitir mais de um corte, possibilitando menor custo da silagem e ser mais resistente a déficits hídricos em regiões onde o milho não resiste. 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 protéicos, o que tem refletido de maneira negativa nos custos de produção (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 protéica é a utilização de alimentos produzidos na propriedade. Nesse aspecto, a produção 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 (Evangelista et al., 2005; Rezende et al., 2004).

De acordo com Silva et al. (1990), existem poucas informações relativas às características de produção e valor nutritivo das diversas variedades e ou híbridos de sorgo mais adequados à ensilagem. Para Gris (2006), a soja é uma ótima alternativa para a obtenção de volumoso, com considerável valor protéico. A utilização dessa oleaginosa para forragem é muito pouco difundida, apesar da qualidade nutritiva e de seu alto potencial de produção.

Para Rodrigues Filho et al. (2006), pesquisas sobre a composição mineral em plantas forrageiras vêm merecendo atenção especial por parte da comunidade científica. Esse interesse é justificado pela grande variação regional dos teores médios desses minerais, que podem ser aumentados com a utilização de tecnologia (Cheeke, 1991). 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; Redfearn et al., 1999 e Rezende et al., 2005; Silva, 1998).

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

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização climática da região

Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2002/03 e 2003/04, no Departamento de Agricultura no Campus da Universidade Federal de Lavras em Lavras, MG, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude W.Gr., a 918 metros de altitude, em solo classificado como Latossolo distroférico típico de textura argilosa, fase cerrado (EMBRAPA, 1999). Na Tabela 2.1 encontra-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, umidade relativa e precipitação pluviométrica, registrados nos dois períodos experimentais (novembro de 2002 a maio de 2003 e novembro de 2003 a maio de 2004), são apresentados nas Figuras 2.1 e 2.2.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x3x2+2 compreendendo: três sistemas de (no primeiro sistema, as plantas de sorgo e soja foram cortadas duas vezes, ambas rente ao solo, no estádio de grãos farináceos do sorgo; no segundo, as plantas foram cortadas duas vezes, sendo o primeiro

corte realizado a uma altura de 15 cm do colo das plantas e o segundo, após a rebrota do sorgo, rente ao solo, ambos no estágio de grãos farináceos do sorgo e, no terceiro sistema, o corte foi realizado no estágio vegetativo da soja, a uma altura de 30 cm do colo da planta e o outro após a rebrota no estágio R₅, rente ao solo), três espaçamentos entre linhas de semeadura de sorgo (60 cm, 80 cm e 100 cm), duas densidades de semeaduras de sorgo (8 e 12 plantas por metro linear) e dois tratamentos adicionais, constituídos pelo monocultivo do sorgo e da soja.

No monocultivo do sorgo e soja foram realizadas operações convencionais, sendo os cortes realizados uma única vez, rente ao solo, obedecendo às épocas apropriadas de cada cultura (R₅ para a soja e grãos farináceos para o sorgo), espaçamento de 80 e 50 cm e densidade de 10 e 20 plantas, respectivamente.

2.3 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados nos dias 4 de novembro de 2002 e 3 de novembro de 2003, com 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 desbaste foi realizado aos 25 dias após a emergência, procurando-se manter a respectiva população de plantas de sorgo para cada tratamento. O esquema de instalação do experimento é apresentado na Figura 2.3.

O híbrido de sorgo utilizado foi o AG 2002 e a cultivar de soja foi a Conquista. Essa cultura foi semeada em 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), deixando-se 20 plantas por metro linear, tanto em monocultivo como em consórcio. Para as duas culturas, as adubações seguiram as recomendações feitas Ribeiro et al. (1999). Para a cultura

da soja, utilizaram-se 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O; para a cultura do sorgo, utilizou-se o correspondente a 20 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, por ocasião da semeadura e 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura, aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas. Utilizaram-se como fontes de N, P₂O₅ e K₂O, o sulfato de amônio, o supersimples 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/sementes) de sementes. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme necessidade de cada prática em específico.

2.4 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).

2.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância (SISVAR[®]) (Ferreira, 2000), para as características citadas anteriormente utilizando dados do consórcio, ou seja, somatório das duas culturas. Esse tipo de análise, embora não sendo usual, é perfeitamente admissível quando se considera a silagem obtida desses materiais, pois retrata as proporções de participação das forrageiras na massa ensilada. Esse procedimento foi realizado de acordo com o esquema de análise de variância (Tabela 2.2), adaptada de Yassin et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3 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 5.1

Acúmulo de fósforo e cálcio

A análise de variância para acúmulo de fósforo constatou significância ($P < 0,01$) para as seguintes fontes de variação: sistema de corte, espaçamento e interação espaçamento x densidade (Tabela 5.1). Para sistema de corte, observa-se, na Tabela 5.2 que o acúmulo médio de fósforo do sistema 2 ($39,49 \text{ kg ha}^{-1}$) superou em 16,7% ($5,65 \text{ kg ha}^{-1}$) e 120,2% ($21,56 \text{ kg ha}^{-1}$) os sistemas 1 e 3, respectivamente. O acréscimo no acúmulo de fósforo do segundo sistema em relação ao primeiro pode ser associado ao seu maior rendimento forrageiro, visto que esses dois sistemas têm as mesmas épocas de corte, mudando apenas a altura do primeiro corte. Quanto ao baixo valor observado no sistema três, no qual os cortes foram realizados em função da cultura da soja (final do estágio vegetativo), além do baixo rendimento forrageiro, pode-se associar também a esse comportamento a variação na composição mineral das plantas ao longo do ciclo.

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

TABELA 5.1 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, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

FV	GL	Quadrados médios				
		Fósforo	Cálcio	Potássio	Magnésio	Enxofre
Blocos	2	21,89	74,05	834,92	8,43	26,38
Tratamentos	18	295,33 **	335,28 **	1347,25 **	425,67 **	131,14 **
Sistemas (S)	2	2249,93 **	1457,37 **	2857,19 **	3253,65 **	881,18 **
Espaçamento (E)	2	97,53 **	571,55 **	2210,21 **	122,99 **	119,50 **
Densidade (D)	1	0,92	0,97	28,89	4,90	0,13
S x E	4	52,68	93,76	1582,08 **	64,86	40,10
S x D	2	9,87	98,15	201,82	20,23	8,13
E x D	2	121,08 **	240,45 **	828,48	30,07	37,26
S x E x D	4	35,08	41,78	238,75	4,73	6,48
Cons. vs. Monoc.	1	7,28	756,80 **	4742,94 **	524,93 **	81,90 **
Resíduo	36	20,08	63,18	374,65	31,47	15,45
C.V. (%)		14,77	15,3	13,88	14,56	14,49

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

TABELA 5.2 Valores médios de acúmulo de fósforo e cálcio (kg ha^{-1}) obtidos no consórcio das culturas de sorgo e soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006. *

Tratamentos	Fósforo				Cálcio			
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	39,73	36,78	16,58	31,03	45,60	52,68	38,35	45,55
Espaçamento 60 x 12	31,81	37,67	15,36	28,28	47,50	63,55	40,43	50,49
Espaçamento 80 x 8	37,44	44,01	23,24	34,90	69,11	65,66	54,52	63,10 A
Espaçamento 80 x 12	35,15	36,70	21,64	31,16	51,29	59,68	53,86	54,94 B
Espaçamento 100 x 8	26,65	35,64	14,86	25,72 B	53,99	57,47	36,72	49,39
Espaçamento 100 x 12	32,24	46,13	15,88	31,42 A	51,87	68,84	39,50	53,40
Espaçamento 60	35,77	37,23	15,97	29,66 B	46,55	58,12	39,39	48,02 B
Espaçamento 80	36,30	40,36	22,44	33,03 A	58,47	64,40	54,19	59,02 A
Espaçamento 100	29,45	40,89	15,37	28,57 B	52,93	63,16	38,11	51,40 B
Médias	33,84 b	39,49 a	17,93 c	30,42	52,65 b	61,89 a	43,90 c	52,82 A
Monocultivo sorgo				28,82				36,49 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.

proteína bruta, carboidratos solúveis, além de outros, tal como se observa em trabalhos de (Alcântara 1987; Bishnoi et al., 1993; Bueno, 1999; Costa et al., 1993; Giron Cedeno, 2001; Gomes, 2003; Rodrigues et al., 1996; Ruggieri et al., 1995). Gris (2006), trabalhando com a cultura de soja observou acréscimo no acúmulo de fósforo à medida que os cortes foram realizados em estádios mais avançados.

Conforme se pode observar, pelos dados da Tabela 5.1, a interação espaçamento x densidade apresentou significância ($P < 0,01$). Desdobrando-se essa interação e estudando-se o efeito da densidade de plantas dentro de cada espaçamento (Tabela 5.2), verifica-se que, no espaçamento 100 cm, o acúmulo de fósforo ocorrido na densidade 12 ($31,42 \text{ kg ha}^{-1}$) superou em 22,2% ($5,70 \text{ kg ha}^{-1}$) o valor observado na densidade 8 ($25,72 \text{ kg ha}^{-1}$). O maior acúmulo de fósforo nesse arranjo pode ser atribuído em grande parte ao seu maior rendimento de matéria seca, que apesar de não ter sido estatisticamente superior a densidade 8, apresentou acréscimo 7,8% (1.038 kg ha^{-1}), quando comparado à mesma (Tabela 4.3).

Comparando-se acúmulo de fósforo dos diferentes espaçamentos estudados observa-se que o de 80 cm superou em 11,4% ($3,37 \text{ kg ha}^{-1}$) e 15,6% ($4,46 \text{ kg ha}^{-1}$) os de 60 cm e 100 cm, respectivamente, conforme se observa na Tabela 5.2. O maior acúmulo de fósforo nesse espaçamento pode ser associado ao seu maior rendimento forrageiro, conforme observado anteriormente.

A análise de variância não detectou diferença significativa no contraste consórcio versus monocultivo do sorgo (Tabela 5.1), apesar do consórcio ter produzido 5,55% ($1,6 \text{ kg ha}^{-1}$) a mais que o monocultivo (Tabela 5.2). 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 NRC (1996).

Para o acúmulo de cálcio, verifica-se, pelos dados da Tabela 5.1, que os sistemas de corte e espaçamentos avaliados afetaram significativamente ($P < 0,01$) o desempenho dessa característica. Pelos dados da Tabela 5.2, observa-se que o acúmulo de cálcio no sistema de corte 2 ($61,89 \text{ kg ha}^{-1}$) superou em 17,5% ($9,24 \text{ kg ha}^{-1}$) e 41,0% ($17,99 \text{ kg ha}^{-1}$) os sistemas 1 e 3, respectivamente. O maior acúmulo de cálcio no sistema 2 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 (Gris, 2006; Rodrigues Filho et al., 2006).

Conforme pode ser observado na Tabela 5.1, a interação espaçamento x densidade de semeio afetou significativamente ($P < 0,01$) o acúmulo de cálcio no sistema consorciado. Estudando-se o efeito de densidade dentro de espaçamentos (Tabela 5.2), verifica-se que o comportamento diferenciado desse fator ficou restrito ao espaçamento 80 cm, no qual pode-se observar que o acúmulo de cálcio na densidade 8 ($63,10 \text{ kg ha}^{-1}$) superou em 14,9% ($8,16 \text{ kg ha}^{-1}$) a densidade 12 ($54,94 \text{ kg ha}^{-1}$). Esse acréscimo no acúmulo de cálcio na densidade 8 pode ser associado ao maior rendimento forrageiro verificado nesse arranjo que, apesar de não ter sido significativamente superior, apresentou valores mais elevados, conforme pode ser observado na Tabela 4.2.

É importante ressaltar que, dentre os espaçamentos avaliados, o de 80 cm foi o que apresentou maior acúmulo de cálcio ($59,02 \text{ kg ha}^{-1}$), superando em 22,9% ($11,00 \text{ kg ha}^{-1}$) e 14,8% ($7,62 \text{ kg ha}^{-1}$) os espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente (Tabela 5.2).

Em concordância com que ocorreu com o rendimento de matéria seca, a contribuição do consórcio foi relevante para o acúmulo de cálcio. Pelos dados da Tabela 5.2, observa-se que o acúmulo médio de cálcio no sistema consorciado superou em 44,8% ($16,33 \text{ kg ha}^{-1}$) o valor no monocultivo. Esse resultado

evidencia, mais uma vez, a importância do consórcio sorgo-soja na produção 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 em lactação, a exigência é da ordem de 0,43% a 0,77%, um pouco acima dos valores encontrados neste estudo (NRC 1996).

Acúmulo de potássio, magnésio e enxofre

Para o acúmulo de potássio, foi detectada significância ($P < 0,01$) para as fontes de variação: sistema de corte, espaçamento, interação sistema de corte x espaçamento e para o contraste consórcio versus monocultivo (Tabela 5.1).

Como a interação sistema de corte x espaçamento foi significativa, avaliando-se o comportamento dos espaçamentos dentro dos sistemas de corte, pode-se observar pela Tabela 5.3 que, no sistema de corte 3, o espaçamento 80 cm superou em 38,7% (45,12 kg ha⁻¹) e 38,9% (45,25 kg ha⁻¹) os espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente. Quando observam-se os valores médios de acúmulo de potássio nos três sistemas, verifica-se que o espaçamento 80 cm foi superior aos outros dois, proporcionando aumentos de 13,3% (18,13 kg ha⁻¹) e 15,0% (20,10 kg ha⁻¹), quando comparado aos espaçamentos 1 e 3, respectivamente.

É importante ressaltar que quando se comparam os três sistemas de cortes empregados, verifica-se que o acúmulo de potássio no sistema 2 (155,75 kg ha⁻¹) superou em 13,2% (18,19 kg ha⁻¹) e 18,4% (24,19 kg ha⁻¹) os sistemas 1 e 3, respectivamente. Assim como para o fósforo, o maior acúmulo de potássio nesse sistema pode ser associado, em grande parte, ao seu maior rendimento forrageiro.

TABELA 5.3 Valores médios de acúmulo de potássio, magnésio e enxofre (kg ha^{-1}) obtidos no consórcio das culturas de sorgo e soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006. *

Potássio				
Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60	139,97	152,19	116,56 B	136,24 B
Espaçamento 80	149,43	152,00	161,68 A	154,37 A
Espaçamento 100	123,29	163,07	116,43 B	134,27 B
Médias consórcio	137,56 b	155,75 a	131,56 b	141,63 A
Monocultivo sorgo				100,77 B
Magnésio				
Espaçamento 60	47,56 A	47,70	20,48 B	38,58 B
Espaçamento 80	48,18 A	48,53	29,70 A	42,14 A
Espaçamento 100	41,04 B	48,82	21,24 B	37,04 B
Médias consórcio	45,59 a	48,35 a	23,81 b	39,25 A
Monocultivo sorgo				25,66 B
Enxofre				
Espaçamento 60	30,37 A	31,10	17,04 B	26,17 B
Espaçamento 80	33,12 A	33,33	24,68 A	30,37 A
Espaçamento 100	26,52 B	33,80	16,75 B	25,69 B
Médias consórcio	30,00 a	32,74 a	19,49 b	27,41 A
Monocultivo sorgo				22,04 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.

Verifica-se que, em média, o acúmulo de potássio do sistema consorciado superou o monocultivo em 40,6% ($40,86 \text{ kg ha}^{-1}$). Esse acréscimo no acúmulo de potássio foi superior ao apresentado pelo rendimento de matéria

seca (11,3%), 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 uma importante fonte de minerais, como potássio e cálcio, com destaque para o seu elevado teor de, potássio de aproximadamente, 2%.

Os espaçamentos e sistemas de corte alteraram significativamente ($P < 0,01$) o acúmulo de magnésio (Tabela 5.1). Pela Tabela 5.3, observa-se que, para essa característica, o desempenho dos sistemas 1 ($45,59 \text{ kg ha}^{-1}$) e 2 ($48,35 \text{ kg ha}^{-1}$) não diferiram entre si e superaram em 91,5% ($21,78 \text{ kg ha}^{-1}$) e 103,01% ($24,54 \text{ kg ha}^{-1}$) o sistema 3 ($23,81 \text{ kg ha}^{-1}$). O menor acúmulo de Mg no sistema 3 pode ser explicado, em parte, pelo menor rendimento de matéria seca observado nesse sistema, conforme observado anteriormente.

Na Tabela 5.3, observa-se que o acúmulo de magnésio no espaçamento 80 cm superou os demais, com acréscimos de 9,2% ($3,56 \text{ kg ha}^{-1}$) e 13,8% ($5,10 \text{ kg ha}^{-1}$), quando comparado aos espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente. Esse aumento no acúmulo de magnésio pode ser atribuído ao maior rendimento forrageiro observado nesse espaçamento, conforme verificado anteriormente.

Outro ponto a ser considerado para essa característica é o contraste consórcio versus monocultivo, que também foi significativo ($P < 0,01$). O acúmulo de magnésio no sistema consorciado ($39,25 \text{ kg ha}^{-1}$) superou o monocultivo ($25,66 \text{ kg ha}^{-1}$) em 53,0% ($13,89 \text{ kg ha}^{-1}$). Os valores de acúmulo de magnésio observados neste experimento mantiveram-se dentro dos limites expostos por outras pesquisas (Rodrigues Filho et al., 2006; Gris, 2006). 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 0,20%, para gado leiteiro em início de lactação e em lactação, os valores determinados neste trabalho atendem plenamente às categorias (NRC, 1996).

Os sistemas de cortes influenciaram significativamente ($P < 0,01$) o acúmulo de enxofre (Tabela 5.1). Pelos dados da Tabela 5.3 pode-se observar que, assim como no acúmulo de Mg, os sistemas 1 ($30,00 \text{ kg ha}^{-1}$) e 2 ($32,74 \text{ kg ha}^{-1}$) superaram o sistema 3 ($19,49 \text{ kg ha}^{-1}$) em 53,9% ($10,51 \text{ kg ha}^{-1}$) e 68,0% ($13,25 \text{ kg ha}^{-1}$), respectivamente. O menor acúmulo de enxofre no sistema de corte 3 poder ser explicado, em parte, pelo menor rendimento de matéria seca desse sistema, aliado ao menor teor desse nutriente nas plantas de sorgo e soja nessa época de corte, conforme visto anteriormente. Gris (2006), em estudo realizado com a cultura da soja nessa região, observou acréscimo significativo no acúmulo de enxofre, quando os cortes foram realizados em estágios mais avançados.

Da mesma forma que ocorreu para as demais características avaliadas, observa-se, pela Tabela 5.1, que o acúmulo de enxofre foi significativamente alterado em função do espaçamento adotado. Na Tabela 5.3, observa-se que o acúmulo de enxofre no espaçamento 80 cm ($30,37 \text{ kg ha}^{-1}$) superou em 16,0% ($4,27 \text{ kg ha}^{-1}$) e 18,2% ($4,68 \text{ kg ha}^{-1}$) os espaçamentos 60 cm e 100 cm, respectivamente. O maior acúmulo de enxofre nesse espaçamento pode ser explicado pelo seu melhor desempenho no rendimento de matéria seca, conforme observado anteriormente.

Levando-se em consideração a média dos três sistemas de corte no cultivo consorciado, pode-se observar, pela Tabela 5.3 que o desempenho do sistema consorciado foi superior ao monocultivo do sorgo, com acréscimo de 24,4% ($5,37 \text{ kg ha}^{-1}$) no acúmulo de enxofre. 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.

Esses resultados demonstram, mais uma vez, a melhor eficiência do consórcio sorgo-soja na produção de forragem. Trabalhos conduzidos por outros

pesquisadores (Carneiro & Rodriguez, 1978; Corte, 2001; Evangelista, 1986; Oliveira, 1986; Oliveira, 1989; Rezende et al., 2005; Silva, 1998; Sood & Sharma, 1992) têm evidenciado o efeito benéfico dessa associação.

4 CONCLUSÕES

- Os sistemas de corte alteraram a composição mineral da forragem produzida no sistema consorciado.
- O espaçamento de 80 cm proporcionou aumentos no conteúdo de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.
- As densidades testadas não alteraram os rendimentos de potássio, magnésio e enxofre da forragem produzida no sistema consorciado.
- O sistema consorciado apresentou forragem mais rica em nutrientes em relação ao monocultivo do sorgo.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

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, SP: 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**, Trinidad, 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. **Produção e valor nutritivo dos capins Marandu e Mombaça em diversas época de vedação e uso**. 1999. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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.

CHEEKE, P. R. **Applied animal nutritional: feed and feeding**. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, 1991. 504 p.

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

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, v. 22, n. 1, p. 495-501, jan./fev. 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de**

solos. Brasília: Embrapa Produção 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, n. 8).

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, P.V. Experimentos com consorciação de culturas. In: **Estatística experimental aplicada à agronomia**. [S. l.: s. n.], 2000. p. 361-386.

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

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

GRIS, C. F. **Cultivares e época de corte no rendimento e composição mineral do feno de soja [Glycine max (L.) Merrill]**. 2006. 49 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, MG.

HOPKINS, A.; ADAMSON, A. H.; BOWLING, P. J. Response of permanent and resseeded 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.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 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) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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) – 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, SP: ITAL, 1981. p. 820-823.

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

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. Produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, 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**. 5^a aproximação. Lavras, 1999. 359 p.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, E.R.; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S. Produção 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. et al. 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.

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

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. Produção e característica das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.2, p.98-105, mar./abr. 1990.

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

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.

ANEXOS

TABELA A1 Teores médios de proteína (%) obtidos no consórcio das culturas do sorgo e da soja, em função dos diferentes sistemas de corte, espaçamentos e densidades utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	7,65	7,70	15,03	8,75
Espaçamento 60 x 12	7,67	7,92	14,43	8,81
Espaçamento 80 x 8	8,67	7,85	15,50	9,65
Espaçamento 80 x 12	7,62	8,26	13,81	9,20
Espaçamento 100 x 8	7,96	8,06	14,58	9,09
Espaçamento 100 x 12	8,33	8,78	15,55	9,63
Espaçamento 60	7,66	7,81	14,73	8,77
Espaçamento 80	8,15	8,06	14,61	9,43
Espaçamento 100	8,14	8,44	15,07	9,37
Densidade 8	8,10	7,86	15,10	9,18
Densidade 12	7,85	8,33	14,45	9,21
Médias consórcio	7,98	8,10	14,77	9,20
Monocultivo sorgo				7,35

TABELA A2 Teores médios 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, 2006.

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	0,20	0,19	0,24	0,20
Espaçamento 60 x 12	0,18	0,20	0,23	0,19
Espaçamento 80 x 8	0,18	0,21	0,24	0,21
Espaçamento 80 x 12	0,18	0,18	0,20	0,18
Espaçamento 100 x 8	0,18	0,20	0,23	0,19
Espaçamento 100 x 12	0,20	0,23	0,25	0,22
Espaçamento 60	0,19	0,19	0,24	0,20
Espaçamento 80	0,18	0,20	0,22	0,20
Espaçamento 100	0,19	0,21	0,24	0,21
Densidade 8	0,19	0,20	0,24	0,20
Densidade 12	0,18	0,20	0,22	0,20
Médias consórcio	0,19	0,20	0,23	0,20
Monocultivo sorgo				0,21

TABELA A3 Teores médios 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, 2006.

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	0,74	0,79	1,72	0,91
Espaçamento 60 x 12	0,71	0,80	1,73	0,91
Espaçamento 80 x 8	0,79	0,77	1,65	0,95
Espaçamento 80 x 12	0,71	0,72	1,50	0,88
Espaçamento 100 x 8	0,76	0,83	1,78	0,96
Espaçamento 100 x 12	0,81	0,87	1,81	0,99
Espaçamento 60	0,73	0,80	1,73	0,91
Espaçamento 80	0,75	0,74	1,57	0,91
Espaçamento 100	0,79	0,85	1,79	0,97
Densidade 8	0,76	0,79	1,71	0,94
Densidade 12	0,74	0,79	1,65	0,92
Médias consórcio	0,75	0,79	1,68	0,93
Monocultivo sorgo				0,75

TABELA A4 Teores médios 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, 2006.

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	0,23	0,27	0,56	0,29
Espaçamento 60 x 12	0,26	0,34	0,60	0,35
Espaçamento 80 x 8	0,34	0,32	0,56	0,37
Espaçamento 80 x 12	0,26	0,29	0,50	0,32
Espaçamento 100 x 8	0,35	0,32	0,56	0,37
Espaçamento 100 x 12	0,32	0,34	0,61	0,37
Espaçamento 60	0,24	0,30	0,58	0,32
Espaçamento 80	0,29	0,31	0,53	0,35
Espaçamento 100	0,34	0,33	0,59	0,37
Densidade 8	0,30	0,31	0,56	0,35
Densidade 12	0,28	0,32	0,56	0,35
Médias consórcio	0,29	0,32	0,56	0,35
Monocultivo sorgo				0,27

TABELA A5 Teores médios 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, 2006.

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	0,25	0,26	0,31	0,26
Espaçamento 60 x 12	0,25	0,24	0,30	0,25
Espaçamento 80 x 8	0,24	0,24	0,30	0,25
Espaçamento 80 x 12	0,24	0,24	0,28	0,25
Espaçamento 100 x 8	0,27	0,26	0,31	0,27
Espaçamento 100 x 12	0,25	0,25	0,34	0,27
Espaçamento 60	0,25	0,25	0,30	0,26
Espaçamento 80	0,24	0,24	0,29	0,25
Espaçamento 100	0,26	0,25	0,33	0,27
Densidade 8	0,25	0,25	0,30	0,26
Densidade 12	0,25	0,24	0,30	0,26
Médias consórcio	0,25	0,25	0,30	0,26
Monocultivo sorgo				0,19

TABELA A6 Teores médios 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, 2006.

Tratamentos	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Média
Espaçamento 60 x 8	0,16	0,16	0,25	0,17
Espaçamento 60 x 12	0,16	0,17	0,25	0,18
Espaçamento 80 x 8	0,17	0,17	0,27	0,19
Espaçamento 80 x 12	0,16	0,16	0,22	0,17
Espaçamento 100 x 8	0,17	0,17	0,25	0,18
Espaçamento 100 x 12	0,17	0,18	0,26	0,19
Espaçamento 60	0,16	0,16	0,25	0,17
Espaçamento 80	0,17	0,16	0,24	0,18
Espaçamento 100	0,17	0,18	0,26	0,19
Densidade 8	0,16	0,17	0,26	0,18
Densidade 12	0,16	0,17	0,24	0,18
Médias consórcio	0,16	0,17	0,25	0,18
Monocultivo sorgo				0,16