

**CULTIVARES E ÉPOCAS DE CORTE NO
RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL DO
FENO DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill]**

CRISTIANE FORTES GRIS

2006

CRISTIANE FORTES GRIS

**CULTIVARES E ÉPOCAS DE CORTE NO RENDIMENTO E
COMPOSIÇÃO MINERAL DO FENO DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill].**

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

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**

Gris, Cristiane Fortes

Cultivares e épocas de corte no rendimento e composição mineral do feno de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] / Cristiane Fortes Gris -- Lavras : UFLA, 2006.

49 p. : il.

Orientador: Pedro Milanez de Rezende.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Soja. 2. Feno. 3. Composição mineral. 4. Cultivar. 5. Épocas de corte I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.34

CRISTIANE FORTES GRIS

**CULTIVARES E ÉPOCAS DE CORTE NO RENDIMENTO E
COMPOSIÇÃO MINERAL DO FENO DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill].**

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

APROVADA em 7 de março de 2006.

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista DZO/UFLA

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel DAG/UFLA

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus adorados pais, **SERVINO** e **LEOCY**, que muito me incentivaram e sonharam comigo a obtenção deste título,

Aos meus queridos irmãos, **ELIANA**, **MAURÍCIO** e **DANIEL**, pelo amor, apoio e estímulos constantes,

Ao meu namorado, **STEPHAN**, pela ajuda incansável, amor e compreensão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu a graça de estar onde estou, e que está sempre presente em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais, pela constante luta e esforço em educar os filhos, este sonho compartilho com vocês, acima de tudo.

Aos meus irmãos, pelo incentivo e torcida durante todas as realizações de minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende, pelas sábias orientações e por despertar em mim o amor pela pesquisa.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela oportunidade de realizar este curso.

Ao amigo e colega de trabalho, Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel, pelo apoio e valiosas discussões e conselhos desde os tempos de graduação.

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista, pela colaboração e ensinamentos na área de forragicultura.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura da UFLA, João Pila, Manguinha, Agnaldo, Alessandro e Júlio, pela ajuda na execução dos trabalhos de campo.

Às secretárias Nelsy e Marli e às laboratoristas do setor de sementes Dona Elza e Dalva, pela dedicação e amizade.

Aos colegas da soja Alexandre, Ewerton, Fabrício, Leonardo, Nilson, Jacinto, Jorge baiano e em especial, ao Eudes, pela amizade e ajuda na quase totalidade de nossos trabalhos.

Aos queridos amigos Alexana, Bruno, Elis, Elizangela, Fernanda, Fernanda Pereira, Gustavo, Karina, Marcela, Marcelo, Maria Carmem, Neiva, Péricles, Rafaela e Zecão, pela ajuda e bons momentos de convívio.

Em especial à amiga Juliana, por todos os anos de amizade, companheirismo e incentivo.

Ao meu namorado e, acima de tudo, amigo Stephan (Pefa), pelo amor incondicional e, principalmente, pela ajuda e paciência ao longo destes sete anos de convivência.

A todos aqueles que acreditaram em mim e que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o muito que tenho aprendido nesta Instituição.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEORICO	3
2.1 Produção pecuária e disponibilidade de forragem	3
2.2 Feno de soja.....	4
2.3 Épocas de corte e qualidade da forragem	7
2.4 Rendimento das cultivares de soja.....	11
2.5 Composição mineral de cultivares de soja.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Caracterização da área experimental	15
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	16
3.3 Instalação e condução do ensaio	17
3.4 Características avaliadas e análise estatística	19
3.4.1 Rendimento de massa verde	19
3.4.2 Rendimento de matéria seca	19
3.4.3 Rendimento de feno.....	20
3.4.4 Rendimento de proteína bruta.....	20
3.4.5 Composição mineral do feno.....	20
3.4.6 Análises estatísticas	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Rendimento de massa verde	22
4.2 Rendimento de matéria seca e feno	25
4.3 Rendimento de proteína bruta.....	28
4.4 Composição mineral do feno de soja.....	33
4.4.1 Macrominerais.....	33
4.4.1.1 Fósforo e potássio.....	34
4.4.1.2 Cálcio, magnésio e enxofre.....	36
4.4.2 Microminerais	37
4.4.2.1 Cobre, manganês e zinco	37
5 CONCLUSÕES.....	39
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	40

RESUMO

GRIS, Cristiane Fortes. **Cultivares e épocas de corte no rendimento e composição mineral do feno de soja** [*Glycine max* (L.) Merrill]. 2006. 49 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

A soja anual tem se destacado na alimentação animal como uma das leguminosas mais ricas nutricionalmente, podendo ser fornecida na forma de grãos, farelo de soja, rolão, silagem, massa verde e, ainda, como feno de soja obtido do corte nas fases de desenvolvimento vegetativo, floração ou frutificação. Com o objetivo de avaliar cultivares e épocas de corte no rendimento e composição mineral de feno de soja, foi conduzido um ensaio em Lavras, MG, ano agrícola 2001/02, em Latossolo Distroférico típico situado no campus da UFLA. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, com três repetições, compreendendo duas cultivares de soja de ciclo tardio (Conquista e Monsoy 8400) e cinco épocas de corte (estádios R2, R3, R4, R5 e R6). Para o rendimento de matéria seca e feno, as cultivares apresentaram comportamento semelhante, tendo os maiores rendimentos sido obtidos com os cortes nos estádios R4, R5 e R6. Quanto ao rendimento de proteína, verificou-se queda nos mesmos após o corte em R5, podendo estar associada a um efeito de estresse hídrico e também à diluição da proteína na matéria seca. Em função dos resultados, pode-se inferir que o estágio de desenvolvimento R4 apresentou a melhor opção de corte para fenação, independente da cultivar. A cultivar Monsoy 8400 destacou-se, em relação à Conquista, em virtude de maiores rendimentos de proteína bruta e acúmulo de K e Zn. Para a maioria das características avaliadas, em ambas as cultivares, cortes em estádios mais avançados proporcionaram acréscimos de rendimento.

¹ **Orientação:** Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende – UFLA.

ABSTRACT

GRIS, Cristiane Fortes. **Cultivate and cutting periods in the yield and mineral composition of the soybean's hay** [*Glycine max* (L.) Merrill]. 2006. 49 p. Dissertation (Master degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

The annual soybean has been detached among other leguminous plants as being rich in nutrients. Soybeans may be used to feed animals as grain, bran, roller, silage, green plant, as well as hay harvested during the vegetative, flowering, or fruit stages. With the objective of verifying the influence of the cutting periods on the yield and mineral composition of the soybean's hay, an essay was conducted in Lavras, MG, in the agricultural year 2001/02, in a Dystrophic tipic Latosol. The experimental design used was in casualized blocks, in a factorial scheme 2 x 5, with three repetitions, containing two long life cycle soybean cultivars (Conquista and Monsoy 8400) and five cutting periods (stadium R2, R3, R4, R5 and R6). The tested soybean cultivars in this study had similar dry matter and hay yields, and higher yields were achieved when plants were harvested at R₄, R₅, and R₆ stages. Protein content decrease when plants were harvested after R₅ stage, which may be attributed to water stress and protein dilution in a high amount of dry matter. These results suggest that soybean plant for hay should be mowed at R₄ stage regardless the cultivar. Monsoy 8400 cultivar presented higher total protein and K and Zn as compared to Conquista. For most of studied characteristics in this study, both cultivars, mowed for hay at more advanced vegetative stages, showed higher yields.

¹ **Guidance:** Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de plantas forrageiras bem adaptadas às condições de solo e clima de uma determinada região e que apresentem altas produtividades, associada a valores nutritivos compatíveis com as exigências animais, tem sido considerada como um dos fatores de maior importância para o desenvolvimento de uma pecuária com altos índices produtivos. Muitos têm sido os trabalhos desenvolvidos nas mais diferentes regiões brasileiras, visando à obtenção de plantas forrageiras, cujo potencial seja traduzido em maiores produções de carne e leite, para satisfazer à crescente demanda do mercado consumidor.

A soja é, atualmente uma das espécies mais cultivadas no Brasil, sendo a produção de grãos a quase totalidade da sua utilização, tanto na alimentação animal como no consumo humano. As primeiras cultivares de soja, trazidas para o Brasil em 1882, foram estudadas com vistas ao seu potencial como planta forrageira (EMBRAPA, 2004). Apesar de não ser esta a principal forma de exploração dessa cultura, a planta de soja apresenta-se como ótima alternativa para a obtenção de volumoso, com considerável valor protéico. Em contrapartida, a utilização desta oleaginosa para forragem tem sido muito pouco difundida, apesar da qualidade nutritiva e de seu alto potencial de produção.

Na região Sul de Minas Gerais, importante bacia leiteira do país, o uso dessa leguminosa para alimentação animal dá-se principalmente, na forma de farelo de soja, utilizado na composição de rações protéicas comerciais, o que, devido ao seu alto valor, onera o custo de produção das rações utilizadas. Uma alternativa para amenizar o problema do alto custo desses insumos seria o cultivo da soja na propriedade, podendo a mesma ser utilizada tanto na forma de grãos como também na forma de feno, silagem ou rolão.

Maiores informações sobre a utilização da soja para fenação, sobretudo no que diz respeito às recomendações de cultivares, bem como as melhores épocas de corte, apresentam dessa forma, a necessidade de pesquisas para a sua efetiva utilização pelos pecuaristas. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar cultivares e épocas de corte no rendimento e composição mineral de feno de soja.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Produção pecuária e disponibilidade de forragem

Praticamente toda a produção pecuária brasileira é baseada em sistemas de pastagens e, apesar da importância econômica e social destes sistemas para o país, sua exploração não é feita de forma racional, já que a produtividade não tem sido satisfatória e os problemas de degradação das pastagens e do solo ainda persistem (Gomes, 2003).

A capacidade de suporte das pastagens, relativamente alta e a qualidade satisfatória da forragem disponível possibilitam níveis de produtividade razoáveis no período das águas. Todavia, durante a seca, esses níveis de produção caem, em razão da baixa disponibilidade de pasto, em quantidade e qualidade. Como consequência da estacionalidade na produção de forragens, o pecuarista se vê forçado a reduzir a taxa de lotação animal durante o período seco, com o objetivo de equilibrar o suprimento de forragem com a demanda de alimento pelo rebanho, a não ser que alguma medida de suplementação volumosa ou concentrada seja empregada (Martha Júnior & Corsi, 2001).

Várias são as técnicas disponíveis e utilizadas para a solução deste problema, conforme mostram estudos de diversos autores (Aguiar, 2001; Botrel et al., 2003; Botrel et al., 2005; Corsi, 1978; Paulino, 2000; Paulino, 2000; Rezende et al., 1997a; Rezende et al., 1997b; Rolim, 1980; Silva et al., 2003; Silva et al., 2004a).

Em espécies forrageiras, como gramíneas, a proteína é fator limitante, estando abaixo dos requerimentos dos animais. Dentre as formas de melhorar a suplementação protéica do rebanho, a associação de leguminosas à dieta animal

tem apresentado resultados promissores, aumentando o teor de proteína bruta e proporcionando ganhos de peso significativamente maiores (Oliveira, 1989).

A escolha de uma ou mais técnicas adequadas à solução do problema deve ser coerente com o nível de exploração adotado, diferenciando-se, principalmente, pela necessidade de intensificação no uso das pastagens (Aguiar, 2001). A eficácia da fenação, por exemplo, de uso tradicional em muitas regiões, sempre foi e ainda é mencionada em estudos de viabilidade da pecuária. Trata-se de uma solução tecnicamente viável para controlar o problema de escassez de forragem na seca, principalmente em ambientes nos quais, o armazenamento de forrageiras é praticamente uma condição essencial à eficiência produtiva dos rebanhos (Gomes, 2003).

2.2 Feno de soja

O processo de fenação consiste em conservar a planta obtida, por meio do corte e desidratação, reduzindo seu teor de umidade de 70% a 90% para 12% a 15%, utilizando-se de processos naturais, como calor do sol e vento e ou artificiais, com o uso de secadores, podendo, dessa forma, ser armazenada com perdas mínimas de seu valor nutritivo, o que aproxima o feno, qualitativamente, do material que lhe deu origem. Tem sido definido como um meio de produzir um produto estável, de adequado valor nutritivo, com um mínimo de perdas e com um custo razoável de produção (Cruz, 1997).

A qualidade da forragem, ou seu valor alimentar, pode ser melhor definida como a capacidade do alimento em promover a produção animal e pode ser expresso pelo produto entre o valor nutritivo da forragem e o potencial de consumo desta forragem pelos animais. O valor nutricional de uma forragem é determinado pelo seu conteúdo químico e pela transformação desses em nutrientes necessários ao animal (Reis & Rodrigues, 1993).

Existem inúmeras gramíneas e leguminosas com potencial forrageiro, mas, o sucesso na utilização dessas espécies depende de uma série de fatores, envolvendo conhecimentos que permitam desde a escolha da espécie mais apropriada às condições de solo e clima da região, até a adoção de práticas de manejo que garantam seu estabelecimento e persistência (Oliveira, 1987).

A soja anual [*Glycine max* (L.) Merrill] tem se destacado, segundo trabalhos de vários pesquisadores (Botrel, 2002; Botrel & Rezende, 1999; Evangelista, 1986; Rezende & Favoretto, 1987; Rezende et al., 2001; Rezende, P. M. de et al., 2003; Silva et al, 2004a; b), como uma das leguminosas mais ricas nutricionalmente, além de apresentar uma excelente capacidade de adaptação às mais variadas condições ambientais. Importante cultura, pode ainda ser melhor utilizada, principalmente quando sua capacidade de rebrota é explorada, podendo-se obter feno e grãos em um único cultivo.

Além das inúmeras vantagens da utilização da soja como forrageira, pode-se destacar a altura de planta favorável ao manejo e, principalmente, cultivares adaptadas às adversidades climáticas, proporcionando maior rendimento por ocasião da colheita (Evangelista, 1986).

Dessa forma, além da obtenção de feno com ótima qualidade (2 a 4 t.ha⁻¹ com 18% a 22% de proteína bruta na MS) o produtor poderá ainda alcançar produtividades de grãos próximas à dos sistemas tradicionais de cultivo, dependendo da época de corte empregada, graças à capacidade de rebrota da planta. Devido a todas essas vantagens, a soja também pode ser utilizada em consórcio com outras culturas, visando à produção de forragem de alta qualidade, a um custo bem reduzido (Corte et al., 2003; Evangelista, 1986; Rezende et al., 1999; Rezende et al., 2000; Rezende et al., 2004; Silva et al., 2000a, b, c; Silva et al., 2003; Silva et al., 2004a, b).

A soja se utilizada na forma de feno, apresenta, ainda como vantagem, a possibilidade de uso de outras culturas em sucessão, devido ao pequeno tempo de permanência no campo. Segundo Botrel (2002), em comparação à alfafa, a soja sucedida por milheto ou milho constituiu ótima opção para a obtenção de forragem na propriedade.

Atualmente, vários estudos demonstram também a viabilidade do consórcio da soja com outras culturas, como sorgo e milho, permitindo que a produção seja utilizada tanto para grãos como para forragem, que pode ser fornecida aos animais na forma de massa verde ou feno. Nesse contexto, a planta de soja aparece com destaque na alimentação animal, uma vez que o grão é um componente protéico das rações comerciais e essa espécie poderá fornecer, ainda, forragem na forma de feno e ou massa verde, obtido no corte das plantas nas fases de crescimento vegetativo, floração ou frutificação (Cardoso, 1985; Lima et al., 1971; Rezende, 1984; Rezende, 1995; Rezende et al., 2004; Silva et al., 2000a; b; c; Silva et al., 2003; Silva et al., 2004a; b;).

A utilização da soja torna-se mais uma alternativa para a suplementação de proteína bruta aos animais, em virtude de sua rica composição bromatológica, fornecendo proteína de qualidade e em quantidade satisfatória à complementação do uso de gramíneas (Oliveira, 1989). No entanto, são poucas as pesquisas sobre a utilização da soja na forma de feno, no sentido de se determinar cultivares apropriadas e o estágio fenológico em que a planta apresenta maior valor protéico para ser ministrada ao animal, principalmente em virtude da interação ambiente e cultivares, ainda expressando comportamentos diferentes.

2.3 Épocas de corte e qualidade da forragem

Diversos fatores interferem no valor nutritivo das forrageiras, sendo o estágio de desenvolvimento da planta um dos mais importantes, pois apresenta ampla relação com sua composição bromatológica e digestibilidade (Gomes, 2003).

O desenvolvimento vegetativo das plantas forrageiras é acompanhado de mudanças em sua composição, ocorrendo uma elevação no teor de matéria seca e fibra bruta, além de queda nos teores de proteína bruta, carboidratos solúveis e fósforo, além de outros, tal como se observa em vários trabalhos (Alcântara, 1987; Bueno, 1999; Costa et al., 1993; Giron Cedeno, 2001; Gomes, 2003; Gomide et al., 1969; Leite et al., 1998; Miller, 1969; Minson, 1990; Van Soest, 1994).

A composição química da forragem, via de regra, fornece alguns indicadores do potencial nutritivo da forrageira. Ademais, o conhecimento da variação da composição química, nas diversas fases do ciclo vegetativo, é um dos fatores a serem considerados para um adequado manejo. Tem sido observado que, com o aumento da idade da plantas forrageiras, os teores de alguns minerais decrescem em relação aos primeiros estádios (Van Soest et al., 1978; Souza Filho, 1987; Palhano, 1990; Giron Cedeno, 2001).

Segundo Palhano (1990), o acúmulo de potássio encontrado em algumas forrageiras acontece porque, com o avançar da maturidade, incrementa-se a matéria seca. Porém, com a diminuição da taxa de crescimento da planta, decrescem a produção de MS e a concentração do elemento, com redução na sua quantidade acumulada ao longo do ciclo.

O processo de maturação, que é acompanhado pela redução do valor nutritivo, pode ser acelerado pela luminosidade, temperatura e umidade, podendo ser, por outro lado, retardado pelo corte ou pastejo. Segundo Van Soest

(1994), as características genotípicas de cada espécie devem ser consideradas e, em geral, o declínio do valor nutritivo com o avançar do desenvolvimento é mais drástico em gramíneas que em leguminosas, mesmo crescendo sob condições semelhantes.

No caso específico das leguminosas, em trabalhos com a utilização de diferentes cultivares de soja para produção de feno, observaram-se variações dentro da espécie quanto à composição química da forragem (Rezende & Carvalho, 1992; Rezende et al., 1997a; b; Botrel et al., 2003; Silva et al., 2003), embora não existam, na mesma proporção, estudos que quantifiquem tais diferenças à medida que o ciclo da cultura avança (Oliveira & Rezende, 1987; Rezende & Takahashi, 1990; Rezende & Carvalho, 1992; Rezende et al., 2001).

Em função do estágio de desenvolvimento da planta apresentar ampla relação com sua composição química e qualidade forrageira (Gomes, 2003), tornam-se imprescindíveis pesquisas no sentido de se identificar e quantificar as variações que cada espécie e ou cultivar apresenta ao longo do ciclo, determinando-se, assim, a fase de desenvolvimento em que a planta apresenta o máximo valor nutricional.

Rosa (1982) já afirmava que a composição bromatológica das forragens pode variar entre espécies e também dentro da mesma espécie, variedade ou cultivar, dependendo, principalmente, do estágio de desenvolvimento dessas plantas. Além disso, menciona também que esta composição estaria associada somente com a planta e o meio ambiente, não dependendo do organismo do animal.

Segundo compilação feita por Silva (1998), observa-se que forragem de boa qualidade pode ser obtida a partir do início da formação das vagens até o amarelecimento inicial das folhas em plantas de soja. Segundo Santos & Vieira (1982), a parte aérea da planta de soja, quando cortada até o estágio V13 e

fenada, tem, aproximadamente, o mesmo valor nutritivo de outras leguminosas forrageiras como alfafa e soja perene, embora a máxima produção de matéria seca seja alcançada no estágio R7 (maturação fisiológica).

Oliveira & Rezende (1987) também evidenciaram, com seus ensaios, que cortes mais tardios para a produção de feno de soja, por volta dos 75 e 90 dias, proporcionaram acréscimos nos rendimentos de matéria seca, porém, ressaltaram a redução na qualidade do produto obtido em função do aumento nos teores de fibras. Estes mesmos autores observaram, ainda, diferenças na qualidade nutricional da forragem produzida em função das épocas de corte, no qual o mesmo efetuado aos 60 dias proporcionou maiores rendimentos de proteína, maiores acúmulos de potássio, cálcio e magnésio e menores teores de fibra bruta.

Rezende & Takahashi (1990), submetendo diferentes genótipos de soja a duas épocas de corte, sendo, na primeira época, as plantas cortadas aos 60 dias, entre os estádios V8 e V13, definidos por Fehr & Caviness (1977), a uma altura de 30 cm do solo e a rebrota cortada no estágio R5, rente ao solo; na segunda época, somente um corte no estágio R5, também rente solo. Observaram, nos rendimentos médios de feno, proteína bruta, matéria seca e massa verde, acréscimos de 22%, 36%, 22% e 19%, respectivamente, quando a época ficou compreendida entre 60 e 100 dias, para os dois cortes. Vale ressaltar que resultados semelhantes a estes também foram obtidos por Rezende & Carvalho (1992).

Rezende et al. (2001), trabalhando com a cv. Cristalina em diferentes épocas de corte (45, 60 e 75 DAE), evidenciaram que os rendimentos de massa verde, feno e matéria seca sofreram acréscimos significativos à medida que se realizaram cortes em estádios mais avançados. Outra pesquisa relata que, para se manter um ótimo balanço entre a qualidade do feno produzido e seu rendimento,

o ideal é que o corte seja realizado nas fases de formação e enchimento de vagens, compreendidas entre os estádios reprodutivos R2 e R6 (Munhoz et al., 1983).

Além da qualidade produzida, outro objetivo relevante, quando se visa produzir feno, seria o custo de produção e a viabilidade da técnica proposta. Apesar da alta qualidade obtida com o feno de alfafa, um ponto importante a ser levado em consideração é o tempo que a planta permanece no solo, impossibilitando a sucessão com outras culturas. Esse fato não ocorre com a produção do feno de soja que, dependendo da época de corte, levaria aproximadamente 100 dias, viabilizando a área para plantios subseqüentes (Botrel, 2002).

Trabalho como o de Botrel (2002), também comparando a produção e qualidade dos fenos de soja e alfafa, demonstrou não só rendimentos de massa verde da soja superiores, como também rendimentos de matéria seca, quantidade de feno produzido e proteína bruta total na forragem. A superioridade da cultura da soja proporcionou rendimentos de feno 47,97% superiores aos de alfafa, além de 8,62% de acréscimos nos rendimentos de proteína bruta.

Blank (1993), utilizando as cultivares de soja IAC 8, Doko e Cristalina, cortadas aos 60 dias para produção de feno e grãos de rebrota, obtiveram rendimentos médios de 5.230 kg.ha⁻¹ de feno, com uma produção média de grãos na rebrota de 1.224 kg.ha⁻¹. Segundo este autor, verificaram-se semelhanças entre o feno de soja e a alfafa, quando comparados os resultados obtidos aos valores médios de proteína bruta, extrato etéreo, cálcio e fósforo, descritos pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1973).

Cardoso & Rezende (1986), estudando diferentes espaçamentos para produção de feno de soja, concluíram, com base na análise econômica, que a produção de feno desta cultura pode ser produzido sem receios, mesmo que o

valor deste produto chegue a um quarto do preço do grão, levando-se em consideração que o feno de alfafa é adquirido por pecuaristas a um valor bem superior ao preço do grão de soja.

2.4 Rendimento das cultivares de soja

Quando se pensa em forragem de qualquer espécie, é importante levar e consideração o material genético a ser utilizado, no caso da soja, a identificação da cultivar mais apropriada a essa finalidade. Neste sentido, pesquisas têm evidenciado o comportamento diferencial de cultivares de soja quanto ao rendimento e qualidade do feno obtido (Botrel & Rezende, 1999; Botrel, 2002; Botrel et al., 2003; Rezende et al., 1997a; Rezende et al., 1997b; Rezende, P. M. de et al., 2003).

Visando a produção de forragem, Botrel et al. (2003), estudando o potencial forrageiro das cultivares de soja Doko e Cristalina, verificou que ambas diferiram entre si quanto ao rendimento de proteína bruta total e matéria seca, tendo a primeira superado a segunda, nessas características.

Outras pesquisas realizadas com a finalidade de selecionar cultivares de soja com potencial para a produção de feno também mostram boas respostas, conforme relato de Mattos (1971). Este autor avaliou o potencial de produção de três cultivares de soja (IAC-3, Otootan e Pelicano), as quais obtiveram 1.298, 1.016 e 1.478 kg de MS.ha⁻¹ e 137, 106 e 143 kg de PB.ha⁻¹, respectivamente, de plantas cortadas no início do florescimento, produções essas consideradas baixas. Entretanto, Mascarenhas (1973) observou que a variedade Pelicano produziu 1.608 kg de MS.ha⁻¹ no final do ciclo. Já Santos & Vieira (1977) observaram produção média de 1.455 kg MS para as cultivares Hardee, Santa Rosa e UFV-1, cortadas na fase vegetativa.

Pônzio (1993), avaliando o potencial produtivo de 20 cultivares de soja, relatou ocorrer variação nos rendimentos de massa verde de 12.722 a 26.750 kg.ha⁻¹ e de matéria seca de 2.227 a 6.465 kg.ha⁻¹. Segundo esse mesmo autor, as cultivares mais produtivas, em termos de massa verde, matéria seca e feno foram as cvs. Doko e Tropical.

Botrel (2002), avaliando o rendimento forrageiro de alfafa em relação à soja, sucedida por milheto ou milho, obteve, para as cultivares Cristalina e Doko, rendimento médio de matéria seca de 6.649 e 7.520 kg.ha⁻¹; já para proteína, os valores se situaram em 1.321 e 1.396 kg.ha⁻¹, respectivamente, semelhantes aos encontrados por Rezende (1995), de 1.436 kg.ha⁻¹, para as mesmas cultivares.

Mesmo tendo em vista os resultados até então encontrados na literatura, devido à soja apresentar grande sensibilidade ao fotoperíodo, implicando em recomendações a regiões específicas, a demanda por pesquisas que sugiram o uso de cultivares adequadas e as devidas épocas de corte ainda tornam-se necessárias para a completa eficiência deste tipo de atividade (Silva, 1998).

2.5 Composição mineral de cultivares de soja

Os minerais desempenham papel importante no organismo animal, sendo indispensáveis para sua manutenção e produção, utilizados para minimizar o estresse e aumentar a produção, o que os torna elementos essenciais na avaliação de qualidade de forragem. Níveis deficientes de qualquer um dos 15 elementos considerados essenciais para o animal podem limitar o consumo e a utilização da forragem ingerida.

As concentrações médias dos minerais encontrados nos tecidos vegetais são utilizadas como referência para mostrar o potencial de sua extração,

translocação e obtenção de forrageiras com elevados níveis de produção e qualidade nutricional. Segundo Mattos (1993), as exigências nutricionais dos animais domésticos, e em particular de bovinos leiteiros, podem ser expressas em quantidades diárias dos minerais ou também em concentrações dos minerais na matéria seca total ingerida pelo animal.

Este consumo, ou exigência de matéria seca, é um importante parâmetro a ser conhecido, pois existe um limite ou capacidade de ingestão de alimentos em ruminantes. É importante salientar que o animal só consegue ingerir matéria seca suficiente para atender à sua demanda se a qualidade da dieta for alta, ou seja, mais especificamente a do alimento volumoso.

Entretanto, estudos na literatura sobre a composição química da planta de soja são muito escassos, principalmente trabalhando-se com épocas de corte distintas. Segundo Smith & Circle (1972) e Costa et al. (1973/74), a variação nos teores de minerais pode estar relacionada com as condições de cultivo, clima, solo e adubação, o que faz com que algumas variações sejam encontradas em avaliações de minerais em ensaios experimentais.

Oliveira (1987), em estudo sobre o efeito da época de corte sobre o rendimento de feno e grãos oriundos da rebrota para a cultivar Cristalina, observou queda nos teores de P, K e Ca para a idade de corte de 90 dias em relação às idades de 60 e 75 dias; os teores de Mg, aos 75 e 90 dias, foram iguais entre si e superiores àqueles obtidos aos 60 dias. Os resultados foram 0,25%, 0,26% e 0,23% de P; 2,49%, 2,41% e 1,905% de K; 1,02%, 0,97% e 0,82% de Ca e 0,19%, 0,13% e 0,13% de Mg, respectivamente para as idades de corte estudadas de 60, 75 e 90 dias.

Blank & Rezende (1994), em estudos sobre a maximização da exploração da cultura da soja para produção de feno e grãos oriundos da rebrota de três cultivares de soja, obtiveram teores dos minerais Ca, Mg e P variando de

1,45% a 1,77%; 0,24% a 0,29% e 0,20% a 0,24%, respectivamente. Já Mellotti & Veloso (1970/71) relatam teores de Ca (1,30%) inferiores e de P (0,31%) superiores. Entretanto, os teores de Mg relatados por Cardoso (1985), Oliveira (1987) e tabela da NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2001) apresentam variações de 0,14% a 0,29%.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), município de Lavras, MG, onde foram realizados ensaios de campo e análises em laboratório. A Universidade está localizada no Sul do estado de Minas Gerais, a 21°14' de latitude Sul, 45°00' de longitude W. Gr. e altitude de 918 m.

A região do Sul de Minas Gerais, de acordo com a classificação de Köppen, apresenta clima tipo Cwa (Ometo, 1981) e, segundo Brasil (1992), apresenta temperatura média do mês mais quente próxima a 22,1°C e do mês mais frio 15,8°C, situando a média anual em torno de 19,4°C. A umidade relativa média anual é de 76,2%, a precipitação média anual é de 1.529,7 mm e a evaporação total ao ano de 1.034,3 mm.

As variações médias de temperatura e precipitação pluviométrica para o período experimental estão apresentadas na Figura 1. As informações meteorológicas foram registradas pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidas pelo Setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA.

O ensaio de campo foi instalado em área experimental do Departamento de Agricultura da UFLA, em solo classificado como Latossolo Distroférico típico (EMBRAPA, 1999), textura argilosa, fase cerrado, cujas características químicas podem ser visualizadas na Tabela 1.

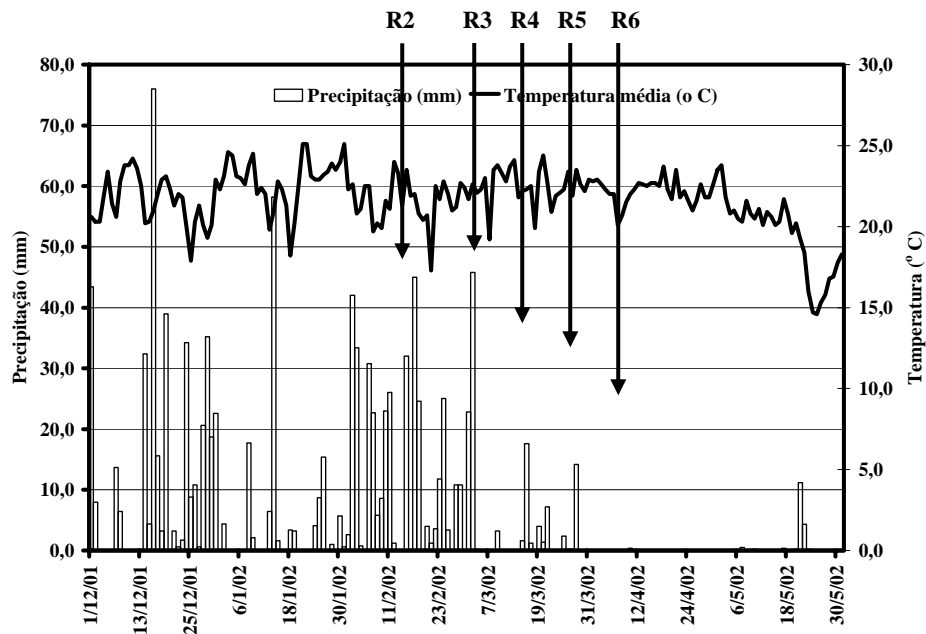


FIGURA 1 – Variação diária da temperatura média do ar e pluviometria de dezembro de 2001 a maio de 2002, UFLA, Lavras (MG) (Fonte: Estação climatológica de Lavras, MG).

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Para a execução do experimento, o delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com três repetições, utilizando-se o esquema fatorial 2 x 5, compreendendo duas cultivares de soja de ciclo tardio (aproximadamente 160 dias), cvs. Conquista e Monsoy 8400 e cinco épocas de corte, realizadas nos estádios fenológicos R2, R3, R4, R5, e R6, classificados de acordo com Fehr & Caviness (1977) e descritos a seguir.

Estádio R2: plantas de soja em florescimento pleno, apresentando pelo menos uma flor aberta em um dos dois nós superiores da haste principal, com a folha completamente desenvolvida.

Estádio R3: plantas de soja em início da frutificação, apresentando vagem com 5 mm de comprimento com a folha completamente expandida.

Estádio R4: plantas de soja em frutificação plena, apresentando vagem formada com 20 mm de comprimento, fase “canivete”, localizada em um dos quatro nós superiores da haste principal com a folha completamente expandida.

Estádio R5: plantas de soja em início da formação da semente ou início da granação, apresentando sementes com 3 mm de comprimento, em uma vagem localizada em um dos quatro nós superiores da haste principal, com a folha completamente expandida.

Estádio R6: plantas de soja com sementes desenvolvidas ou granação plena, apresentando vagem verde, contendo sementes verdes que preenchem as cavidades de uma vagem localizada em dos quatro nós superiores da haste principal, com a folha completamente desenvolvida. Estádio correspondente ao máximo volume da semente ou “vagem gorda”.

3.3 Instalação e condução do ensaio

As parcelas constituíram-se de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,5m (10 m² de área total). Como parcela útil, foram consideradas as duas fileiras centrais, após retirada de 0,5 m, como bordadura, em cada uma das extremidades, perfazendo área útil de 4 m².

O ensaio foi instalado em 02/12/01, em sistema de plantio convencional, mantendo-se densidade de 25 plantas por metro linear por ocasião do desbaste. Foram realizados, sempre que necessários, o controle de pragas e doenças e o controle de plantas invasoras, mediante capinas manuais.

A adubação de semente da área experimental foi realizada de acordo com a análise de solo (Tabela 1) e as interpretações de acordo com Ribeiro et al.

(1999). Provenientes da recomendação, foram utilizadas como adubação de plantio 400 kg.ha⁻¹ da fórmula N-P-K 04-30-10, não tendo sido necessárias correções de solo. Imediatamente antes da semeadura, as sementes de soja foram inoculadas com o inoculante da marca comercial Nitral, veiculado em material turfoso e produzido a partir de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando-se 200 g do inoculante para 50 kg de sementes (1.200.000 bactérias/semente).

TABELA 1 Resultados das análises químicas da amostra de solo coletada na profundidade de 0 a 20 cm na área experimental, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2002.*

Determinações	Resultados	Interpretação**
pH em água	5,8	Bom
Al ³⁺ trocável (cmolc/dm ³)	0,3	Baixo
Ca ²⁺ trocável (cmolc/dm ³)	2,2	Médio
Mg ²⁺ trocável (cmolc/dm ³)	0,5	Médio
P disponível (ppm)	12,0	Bom
K disponível (ppm)	27,0	Baixo
Matéria orgânica (%)	1,9	Baixo
Areia (%)	16	
Limo (%)	22	
Argila (%)	62	

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

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

Todos os cortes, por ocasião dos estádios fenológicos predeterminados na metodologia deste trabalho, foram realizados rente ao solo, com o auxílio de uma roçadeira costal motorizada. Após coletados os materiais de campo,

provenientes das diferentes épocas de corte e cultivares, as análises de laboratório foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, onde foram determinados, em cada ocasião, os valores de matéria seca e proteína. Após esta fase uma amostra de matéria seca foi analisada no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, ocasião em que foram determinadas as quantidades dos minerais.

3.4 Características avaliadas e análise estatística

3.4.1 Rendimento de massa verde

Logo após o corte, rente ao solo, o rendimento de massa verde foi obtido por meio da pesagem do material verde, sendo, posteriormente, os resultados convertidos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.4.2 Rendimento de matéria seca

O rendimento de matéria seca foi determinado em laboratório da UFLA, a partir de uma amostra de 200 g de massa verde. Para isso, o material verde foi submetido à secagem em estufa, com circulação de ar forçado a 65°C , até peso constante. Após obtidos os resultados, esses foram posteriormente convertidos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.4.3 Rendimento de feno

Os valores referentes ao rendimento de feno foram estimados experimentalmente, mediante acréscimo de 15% de umidade ao rendimento de matéria seca total, já convertidos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.4.4 Rendimento de proteína bruta

A partir de uma amostra de matéria seca, determinaram-se os teores de proteína bruta utilizando-se o método Kjeldahl de acordo com metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), tendo sido os resultados também posteriormente convertidos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.4.5 Composição mineral do feno

A composição mineral do feno de soja foi determinada a partir de uma amostra da matéria seca, enviada ao Laboratório de Análise Foliar da UFLA, quantificando-se os teores dos minerais P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn. A partir dos resultados obtidos, estes foram calculados em função do feno e expressos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para macrominerais e $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$, para os microminerais.

A quantificação dos minerais P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn foi realizada por meio de digestão com ácido nítrico e perclórico, e eles foram determinados no extrato por colorimetria para P, fotometria de chama para K, turbidimetria para S e espectrofotometria de absorção atômica para Ca, Mg, Cu, Mn e Zn, de acordo com Malavolta et al. (1997).

3.4.6 Análises estatísticas

As análises de variância para todas as características avaliadas foram realizadas por meio do software estatístico SISVAR[®], segundo Ferreira (2000). No caso de significância pelo teste “F”, as médias foram comparadas, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectou-se, por meio das análises de variância, que o fator épocas de corte alterou significativamente as características avaliadas, verificando-se respostas para todas as variáveis analisadas. Já para as cultivares de soja, foram observadas diferenças somente quando avaliados os rendimentos de proteína bruta e o acúmulo dos minerais potássio e zinco.

4.1 Rendimento de massa verde

Os resultados da análise de variância para os rendimentos médios de massa verde referentes ao ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, obtido no ensaio de cultivares e épocas de corte para produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte de Variação	G.L.	QM e significâncias
Blocos	2	7.828.000,00 ^{NS}
Cultivar (C)	1	6.721.333,33 ^{NS}
Época de corte (E)	4	104.368.666,66**
C x E	4	2.531.333,33 ^{NS}
Resíduo	18	2.638.370,37
CV(%) =		6,45

** significativo, pelo teste “F”, a 1% de probabilidade; ^{NS} não significativo pelo teste “F”.

Observou-se significância para época de corte ($P < 0,01$), cujos rendimentos médios podem ser observados na Tabela 3. De acordo com o teste de médias, detectaram-se diferenças no rendimento de massa verde entre todas

as épocas de corte avaliadas, tendo o maior rendimento sido observado quando o corte foi realizado no estágio de desenvolvimento R4. Por outro lado, não foram observadas diferenças relevantes entre as cultivares Conquista e Monsoy 8400 para essa característica (Tabela 3), tendo ambas apresentado comportamentos semelhantes.

TABELA 3 – Resultados médios dos rendimentos de massa verde, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Época de corte	Rendimento (kg.ha⁻¹)
R2	19.733 d
R3	26.433 b
R4	30.067 a
R5	27.500 b
R6	22.167 c
Conquista	24.707 a
Monsoy	25.653 a
Média	25.180

* Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste “Scott-Knott”, a 5 % de probabilidade, no caso de cultivares pelo teste “F”.

Quanto aos rendimentos obtidos nas diversas épocas de corte, verifica-se que os valores obtidos variaram de 19.733 a 30.067 kg.ha⁻¹, sendo considerados satisfatórios quando comparados com os obtidos por Blank & Rezende (1994), Botrel & Rezende (1999), Oliveira & Rezende (1987), Rezende & Takahashi (1990), Rezende et al. (1997a; b), Rezende et al. (2001) e Rezende, P. M. de et al. (2003). O melhor rendimento de massa verde foi observado no estágio reprodutivo R4, seguido pelos estádios R5 e R3, semelhantes entre si. Os menores rendimentos ocorreram nos estádios R2 e R6. Em relação a esta característica, observa-se que o rendimento de massa verde aumenta

progressivamente até o estágio R4, alcançando a máxima produtividade e, logo após, decresce na mesma proporção, até o estágio R6.

Comparando-se os três melhores rendimentos, observa-se que a diferença entre a média dos cortes R3 e R5 para o corte R4 chega a 3.100,5 kg.ha⁻¹ (11,5%), que pode ser considerada uma diferença expressiva, apesar dos rendimentos destes cortes também terem sido satisfatórios. Oliveira & Rezende (1987), neste mesmo local, utilizando a cultivar Cristalina, encontraram rendimentos de massa verde em R2 de 16.431 kg.ha⁻¹, inferiores aos obtidos neste trabalho (19.733 kg.ha⁻¹). Em contrapartida, observam-se menores rendimentos de massa verde quando se compara a média do corte R5, de 27.500 kg.ha⁻¹, com as obtidas por Rezende & Carvalho (1992). Trabalhando com 5 cultivares de soja, estes autores obtiveram rendimentos variando entre 28.556 a 34.555 kg.ha⁻¹. Já Rezende & Takahashi (1990) encontraram rendimentos entre 23.340 e 33.740 kg.ha⁻¹, testando 20 cultivares de soja para produção de feno.

O rendimento médio de massa verde, após o estágio R4, apresentou redução de 7.900 kg.ha⁻¹ quando o corte foi realizado no estágio R6, cerca de 26,27%. O comportamento inicial dessa variável pode ser explicado pelo acúmulo de massa verde pela planta, decorrente do intenso crescimento da mesma, e do enchimento de vagens, fase em que a planta também acumula muita água em sua composição, o que ocorre, simultaneamente, com o acúmulo de matéria seca na planta, como pode ser observado na Tabela 5.

Normalmente, por ser a massa verde muito influenciada por condições ambientais, principalmente pelo regime de chuvas, temperatura e umidade relativa do ar, o estresse hídrico observado a partir do mês de março (Figura 1), compreendendo os estágios R5 e R6, possivelmente pode explicar os decréscimos nos rendimentos desta variável após o estágio R4. Isso porque, com os cortes realizados em épocas diferentes, fica-se sujeito às condições da planta,

que normalmente se encontram em equilíbrio com as condições ambientais. Aliada a isso, a perda de peso da parte aérea da planta também podem ter sido influenciada pela acentuada queda de folhas que, segundo Mascarenhas (1973), ocorre com maior intensidade entre os 100 e 140 dias após a emergência, coincidindo com os estádios afetados.

Vale ressaltar que o rendimento de massa verde não é um parâmetro muito seguro para a avaliação do rendimento de forrageiras, tendo, no entanto, utilidade para dimensionamento de silos ou tempo de secagem para feno, uma vez que reflete o teor de umidade do material.

4.2 Rendimento de matéria seca e feno

A análise de variância detectou efeito significativo ($P \leq 0,01$) para época de corte sobre os rendimentos de matéria seca e feno, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Na Tabela 5 encontram-se os rendimentos médios de matéria seca e feno, para as cultivares e épocas de corte. Os rendimentos de matéria seca apresentaram uma variação de 4.785 a 8.949 kg.ha⁻¹, valores esses próximos aos já obtidos por Rezende & Takahashi (1990), Rezende & Carvalho (1992) e Rezende, P. M. de et al. (2003), também trabalhando com a cultura da soja para fins forrageiros.

Observou-se que os rendimentos de matéria seca e feno apresentaram acréscimos à medida que os cortes foram realizados em estádios mais adiantados. As maiores produtividades foram alcançadas com os cortes nos estádios reprodutivos R4, R5 e R6, estatisticamente iguais, evidenciando que o corte pode ser realizado a partir de R4, sem prejuízos no rendimento de matéria seca

ou feno. Esses resultados diferem dos obtidos para a característica de massa verde que, a partir do estágio R4, apresentou expressiva queda de produtividade.

TABELA 4 - Resumo da análise de variância para os rendimentos de matéria seca e feno, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		Matéria seca	Feno
Bloco	2	1089297,86	1507675,86
Cultivar (C)	1	23631,01 ^{NS}	32708,29 ^{NS}
Época de corte (E)	4	20221864,84**	27988743,93**
C x E	4	246707,57 ^{NS}	341460,88 ^{NS}
Resíduo	18	214336,09	296658,47
CV(%)		6,10	6,10

** Significativo, pelo teste “F”, a 1% de probabilidade; ^{NS} não significativo pelo teste “F”.

Assim como para o rendimento de massa verde, as cultivares Conquista e Monsoy 8400 apresentaram rendimentos de matéria seca e feno semelhantes, não diferindo entre si. Esses resultados eram, até certo ponto, esperados, devido ao ciclo tardio das cultivares avaliadas, alterando pouco o comportamento entre ambas.

Mascarenhas (1973) observou que o máximo acúmulo de matéria seca na parte aérea da planta de soja ocorreu na fase vegetativa, até os 80 dias, com posterior decréscimo acentuado no ganho de peso dos 80 aos 100 dias, como consequência da translocação de fotoassimilados para as vagens e sementes. Ainda de acordo com esse mesmo autor, no intervalo de 100 e 140 dias ocorreu a maior perda de peso na parte aérea, o que foi atribuído, principalmente, à abscisão foliar. A resposta semelhante observada para as três últimas épocas de corte (R4, R5 e R6) pode ter ocorrido pela compensação entre o acúmulo de matéria seca em detrimento da perda de folhas que se acentua com o avançar do

ciclo, razão pelas quais os rendimentos de matéria seca e feno mostraram-se inalterados nesse período.

TABELA 5 – Resultados médios dos rendimentos de matéria seca e feno, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006*.

Época de corte	Rendimento (kg.ha ⁻¹)	
	Matéria seca	Feno
R2	4.785 c	5.630 c
R3	6.627 b	7.797 b
R4	8.803 a	10.357 a
R5	8.760 a	10.306 a
R6	8.949 a	10.528 a
Conquista	7.557 a	8.891 a
Monsoy	7.613 a	8.957 a
Média	7.585	8.924

* Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste “Scott-Knott”, a 5 % de probabilidade, no caso de cultivares pelo teste “F”.

A média das épocas de corte R4, R5 e R6 proporcionou acréscimos no rendimento de matéria seca de até 4.052 kg.ha⁻¹ (84,68%), quando comparada à época de corte R2, de menor produtividade. Os rendimentos obtidos no presente trabalho, tanto para a característica matéria seca como para produção feno, mostraram-se, na média, 3.035 kg.ha⁻¹ e 3572 kg.ha⁻¹ (40 %) superiores, respectivamente, aos obtidos por Blank (1993) no mesmo local, porém trabalhando com cultivares diferentes. Isso demonstra a variabilidade existente entre os materiais genéticos encontrados no mercado, além dos fatores climáticos envolvidos.

Estas variações podem ser exemplificadas à medida que trabalhos em diferentes regiões, realizados no mesmo ano agrícola e utilizando as mesmas cultivares de soja, apresentam resultados distintos, como quando se comparam os resultados obtidos por Blanck (1993) e Pônzio (1993).

Trabalhos de pesquisa demonstrando respostas diferenciais entre cultivares no rendimento de matéria seca e feno foram realizados por Rezende & Takahashi (1990), Botrel & Rezende (1999) e Rezende et al. (2003), demonstrando a grande variabilidade genética dos materiais presentes no mercado. Encontram-se também na literatura respostas similares de cultivares, tais como estudos de Rezende et al. (1999), Rezende et al. (2000), Rezende et al. (2004), Silva et al. (2000a; b; c) e Silva et al. (2004a; b).

Blank (1993), ao estudar a maximização da exploração da cultura da soja, relata que plantas de ciclo longo possuem maior período de crescimento, apresentando maiores rendimentos, justificando a escolha de cultivares de ciclo tardio para a produção de forragem.

Os valores de rendimento de matéria seca são comumente utilizados para inferir a produção animal. No entanto, estudos de Merchen & Bourquin (1994) comprovam que nem sempre existe uma correspondência entre produção de matéria seca e produção animal, em virtude desta ser afetada pela perda do valor nutritivo, devido à maturidade da planta ou à modificação da relação folha/haste. Também é importante que se tenham outros parâmetros de qualidade, em virtude de não ser só o rendimento de feno o responsável pela definição de uma melhor época de corte ou cultivar, mas sim, o conjunto de características que representarão o real valor nutritivo do volumoso produzido.

4.3 Rendimento de proteína bruta

Conforme se pode se observar pelos dados da Tabela 6, a análise de variância para os rendimentos de proteína bruta total indica diferenças entre as épocas de corte e também entre as cultivares, sobre o rendimento de proteína, a 1% de probabilidade.

TABELA 6 – Resumo da análise de variância para os rendimentos de proteína obtidos no ensaio cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Causa de Variação	GL	QM e significâncias
Blocos	2	73182,68
Cultivar (C)	1	357258,88**
Época de corte (E)	4	355732,54**
C x E	4	58606,56 ^{NS}
Resíduo	18	13324,92
CV(%)		9,19

** Significativo, pelo teste “F”, a 1% de probabilidade; ^{NS} não significativo pelo teste “F”.

Não foram observadas diferenças para a interação cultivares e épocas de corte, determinando que os respectivos resultados para esses fatores podem ser considerados independentes. Os rendimentos médios referentes aos resultados de proteína bruta podem ser observados na Tabela 7.

As diferenças observadas para a variável épocas de corte indicam um comportamento diferenciado em relação ao rendimento de matéria seca e feno, ao mesmo tempo que similar aos resultados de massa verde. Comparando-se as épocas de corte, pode-se observar que os rendimentos de proteína bruta aumentaram consideravelmente até os estádios reprodutivos R4 e R5, estatisticamente iguais. Apesar da semelhança entre os rendimentos para os cortes em R4 e R5, quando realizado em R4, apresenta como vantagem a possibilidade do melhor uso da área, utilizando outras culturas em sucessão, devido ao menor tempo de permanência da soja no campo. Ressalve-se que a possibilidade de um maior intervalo ótimo de corte (entre R4 e R5) é de grande importância prática para o processo de fenação, considerando as condições necessárias para o processo de secagem.

Após o corte em R5, verifica-se uma queda no rendimento de proteína bruta quando o mesmo é realizado no estágio R6, chegando a ser semelhante ao corte no estágio R3. Esse decréscimo nos valores de proteína bruta é, possivelmente, explicado pelo efeito de diluição na matéria seca, uma vez que os rendimentos de proteína bruta apresentaram redução brusca neste estágio (R6). Esses resultados já foram observados por Rezende, A. V. et al. (2003), no qual os quais avaliando o potencial da cultura do girassol na produção de silagem, observaram que o teor de proteína bruta apresentou este mesmo efeito, ou seja, redução em função do aumento da matéria seca da forragem.

Gomide (1976) já observava em seus estudos que a queda nos minerais das forragens, com o avanço da idade das plantas, era ocasionada por diluição na matéria seca, além de outras causas, como diminuição da capacidade da planta em absorver nutrientes do solo e a variação na relação caule/folha.

TABELA 7 – Resultados médios dos rendimentos de proteína bruta obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Época de corte	Rendimento (kg.ha⁻¹)
R2	904 c
R3	1.176 b
R4	1.473 a
R5	1.499 a
R6	1.227 b
Conquista	1.147 b
Monsoy	1.365 a
Média	1.256

* Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste “Scott-Knott”, a 5 % de probabilidade, no caso de cultivares, pelo teste “F”.

Nitrogênio = PB/6,25.

Segundo Cruz (1997), as perdas de matéria seca, especialmente de folhas, são os fatores que mais contribuem para a redução da qualidade da forragem conservada. Minson (1990), estudando espécies gramíneas forrageiras, relata que a diminuição nos teores de PB com o avanço da maturidade ocorre devido à maior proporção de colmos, os quais apresentam concentração protéica inferior às das folhas, além de diminuição na PB das folhas e colmos. Cabe ressaltar aqui que o processo descrito ocorre naturalmente com o envelhecimento de plantas e, portanto, pode ser levado em consideração, mesmo se tratando da soja, que é uma leguminosa.

Vários outros autores também evidenciaram a redução nos rendimentos de proteína e outros compostos, acompanhando o processo de maturação da planta (Alcântara, 1987; Minson, 1990; Costa et al., 1993; Van Soest, 1994; Leite et al., 1998; Bueno, 1999; Gomes, 2003).

A queda nos teores de proteína no presente estudo, possivelmente é explicada não só por diluição de matéria seca, mas também pelo efeito do déficit hídrico que pode ser visualizado na Figura 1, o qual ocorreu a partir do mês de março, resultando em queda de produtividade nos estágios subseqüentes.

O estresse hídrico influi negativamente tanto na fixação simbiótica de nitrogênio, e conseqüentemente no teor de proteína, como na produção de matéria seca total (Hungria & Vargas, 2000; Pipolo, 2002). Outros autores relatam, ainda, que os resultados da composição química da soja podem sofrer variações devido às características climáticas locais, uma vez que a variação no total de nitrogênio absorvido pela planta também é influenciada pela umidade do solo (Matheny & Hunt, 1983, citado por Burias & Planchon, 1992; Gibson & Mullen, 1996).

Em condições tropicais, os fatores que mais afetam a fixação biológica de nitrogênio são altas temperaturas, estresse hídrico e acidez do solo. Pipolo

(2002) observou que a precipitação explica melhor a variação do teor de proteína que a temperatura, devendo esse parâmetro estar ligado ao estresse hídrico. Sinclair et al. (1987) afirmam que o efeito desse estresse afeta primeiro a fixação biológica e, depois, na fotossíntese. Hungria & Vargas (2000) constataram que o estresse hídrico afeta a sobrevivência do *Bradyrhizobium*, a formação e a longevidade dos nódulos, e que o estresse mais severo pode levar à paralisação irreversível da fixação.

Bueno (1999) ressalva que a deficiência protéica é mais importante nos pastos tropicais e que forragens maduras ou em processo de senescência nunca encerram proteína em níveis suficientes para um desempenho positivo dos animais, conseqüência da queda de qualidade forrageira à medida que a planta amadurece.

Rezende et al. (2001), em estudo realizado nesta mesma região, com cortes realizados aos 45, 60 e 75 dias após a emergência, correspondentes aos estádios V8, R1 e R2, respectivamente, verificaram que, à medida que os cortes foram realizados em estádios mais avançados, observaram-se acréscimos significativos nos rendimentos de proteína bruta. Esses resultados concordam com os obtidos neste presente trabalho, no qual os valores absolutos de proteína para os estádios mais precoces tiveram seus rendimentos acrescidos até o estágio de desenvolvimento R4.

Quando se comparam os resultados obtidos para as duas cultivares de soja, verificaram-se diferenças estatísticas entre as mesmas. O rendimento médio foi superior para a cultivar Monsoy 8400, que proporcionou acréscimos de até 218 kg.ha⁻¹, apresentando cerca de 19% a mais de proteína bruta total na matéria seca, em relação à cultivar Conquista, de mesmo ciclo. Respostas diferenciais de cultivares no rendimento de proteína também foram relatadas em trabalhos de Rezende & Takahashi (1990), Rezende et al. (1997a; b) e Botrel et al. (2003).

Tais resultados são satisfatórios à medida que mostram o comportamento diferencial de genótipos até então semelhantes. A importância de melhores teores de proteína na dieta decorre de sua essencialidade direta para o organismo animal, utilizada para manutenção, produção de carne e leite, além de evitar problemas de reprodução e, ainda, de forma indireta, para atividade da microbiota ruminal (Euclides, 2002). Esses fatores assumem papel especial na dieta dos animais, uma vez que a proteína é o segundo componente ou nutriente, depois da energia, mais importante, sob o aspecto quantitativo, principalmente na dieta de bovinos (Mattos, 1993).

4.4 Composição mineral do feno de soja

4.4.1 Macrominerais

A análise de variância detectou efeito significativo ($P \leq 0,01$) das épocas de corte e a interação deste fator com a cultivar para os acúmulos de fósforo e potássio. Para os demais macrominerais, cálcio, magnésio e enxofre, somente o efeito de época foi verificado (Tabela 8).

TABELA 8 - Resumo da análise de variância, para o acúmulo de P, K, Ca, Mg e S no feno, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Causa de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		P	K	Ca	Mg	S
Blocos	2	4,78	619,70	486,66	26,07	34,57
Cultivar (C)	1	10,53 ^{NS}	3410,56**	8,65 ^{NS}	2,40 ^{NS}	0,63 ^{NS}
Época de corte (E)	4	143,91**	6264,78**	9659,12**	82,28**	128,23**
C x E	4	19,83**	802,92*	589,40 ^{NS}	3,952 ^{NS}	3,60 ^{NS}
Resíduo	18	3,09	215,68	375,67	4,73	4,25
CV(%)		12,14	11,48	14,86	13,44	11,46

* Significativo, pelo teste “F”, a 5% de probabilidade; ** significativo, pelo teste “F”, a 1% de probabilidade; ^{NS} não significativo pelo teste “F”.

4.4.1.1 Fósforo e potássio

De maneira geral, pode-se observar pelos dados das Tabelas 9 e 10, que, para todos os minerais avaliados, à medida que os cortes foram realizados em estádios mais avançados, observaram-se acréscimos significativos nos acúmulos desses no feno. Tais resultados vêm ao encontro dos obtidos por Rezende et al. (2001) que observaram acréscimos significativos nos acúmulos de fósforo, potássio e magnésio com o atraso dos cortes.

TABELA 9 - Resultados médios para o acúmulo de P e K no feno, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Época de corte	Acúmulo (kg.ha ⁻¹)					
	P			K		
	Conquista	Monsoy	Média	Conquista	Monsoy	Média
R2	7,40 c	6,65 c	7,02 d	63,03 b	77,71 c	70,37 d
R3	9,39 c	9,14 c	9,26 c	96,07 a	88,62 c	92,35 c
R4	14,36 a	12,61 b	13,49 b	107,67 a	123,13 b	115,40 b
R5	11,39 b	17,43 a	14,41 b	116,89 a	137,24 b	127,06 a
R6	16,56 a	18,31 a	17,44 a	114,88 a	162,48 a	138,68 a
Média	11,82 A	12,82 A	12,32	99,71 B	117,83 A	108,77

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

Um alimento alternativo, utilizado para a suplementação de dieta animal, deve, acima de tudo, ser fonte adequada de minerais, uma vez que o fornecimento, tanto em quantidades absolutas como em suas proporções relativas, tais como a relação Ca:P, por exemplo, são de grande importância, no âmbito intestinal, pois existe uma interação extremamente complexa entre os vários minerais, conforme relata Mattos (1993).

Observou-se interação significativa entre cultivares e épocas de corte somente para os minerais fósforo e potássio. Quando analisados os resultados obtidos para a cultivar Conquista em relação ao acúmulo de fósforo, verifica-se que os maiores valores foram obtidos quando os cortes foram realizados nos estádios R4 e R6, o que difere um pouco do comportamento da cultivar Monsoy 8400, que apresentou seus melhores acúmulos nos últimos dois estádios R5 e R6. Resultados de Cardoso (1985) se assemelham aos obtidos neste trabalho quanto aos acúmulos de fósforo.

Comparando-se as cultivares quanto aos respectivos acúmulos de potássio, a cultivar Monsoy 8400 supera a cultivar Conquista em 18,17% (21,32 kg.ha⁻¹), conforme se observa na Tabela 9. Pode-se inferir, ainda, que a absorção de potássio pela cultivar Conquista ocorre em menor proporção, quando comparada com os valores absolutos acumulados para a cultivar Monsoy 8400. O acúmulo máximo para a primeira cultivar ocorre somente em R6, enquanto que, para a cultivar Monsoy 8400, isto se dá já em R3, mostrando-se esta última mais eficiente na absorção deste mineral.

Estes resultados comprovam a grande variabilidade existente entre materiais genéticos, implicando em respostas diferenciais não só em sua composição química, como proteína, mas também para os diversos minerais acumulados durante o ciclo da cultura. Resultados observados em diversos outros trabalhos também evidenciam o efeito diferencial de cultivares, quando avaliada a composição mineral do feno (Rezende & Takahashi, 1990; Rezende et al., 1997a; b). Segundo Amaral (1981) e Oliveira (1981), a soja é uma importante fonte de minerais, como potássio e cálcio, com destaque para o elevado teor de potássio, cerca de 2%.

4.4.1.2 Cálcio, magnésio e enxofre

Da mesma maneira que ocorreu para fósforo e potássio, também observou-se, para cálcio, magnésio e enxofre, acúmulo à medida que os cortes foram realizados em estádios mais avançados, atingindo os maiores valores a partir de R5 para o cálcio e R4 para magnésio e enxofre (Tabela 10).

TABELA 10 - Resultados médios para o acúmulo de Ca, Mg e S no feno, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Época de corte	Acúmulo (kg.ha ⁻¹)		
	Ca	Mg	S
R2	66,72 c	9,25 c	8,92 c
R3	85,83 c	12,01 b	14,16 b
R4	116,30 b	14,65 a	17,17 a
R5	141,12 a	15,69 a	18,38 a
R6	144,52 a	17,18 a	17,90 a
Conquista	110,44 a	13,51 a	15,18 a
Monsoy	111,36 a	14,00 a	15,43 a
Média	110,90	13,75	15,31

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

Rezende et al. (2001), em estudo realizado nesta mesma região, também observaram acréscimos significativos nos acúmulos de cálcio e magnésio, quando os cortes foram realizados em estágios mais avançados. Resultados de Oliveira (1987) e Rezende (1984) se assemelham aos obtidos no presente trabalho para os acúmulos de cálcio.

Os resultados obtidos neste trabalho eram, de certa forma, esperados, pois, com o avançar do ciclo, as plantas já se encontravam no estágio final de desenvolvimento e, conseqüentemente, já haviam acumulado a maior parte

desses minerais o que, de acordo com Cordeiro et al. (1979), ocorreu aos 59 e 82 dias após emergência para Ca e P, respectivamente.

Todos os minerais avaliados apresentaram aumentos em seus acúmulos no feno, à medida que os cortes foram realizados em estádios mais avançados. Segundo Norton (1982), o caráter imóvel do enxofre na planta faz com que sua concentração varie muito. Esse elemento é requerido pelas plantas em quantidades semelhantes ao fósforo, uma vez que a tendência do enxofre é reagir com outros componentes. Este fato faz com que o mesmo seja muito mais disponível que o fósforo às plantas, conforme relatam Vale et al. (1997).

4.4.2 Microminerais

4.4.2.1 Cobre, manganês e zinco

A análise de variância detectou efeito significativo das épocas de corte sobre os rendimentos de cobre, manganês e zinco; somente para o zinco ocorreu efeito significativo de cultivares (Tabela 11).

TABELA 11 - Resumo da análise de variância para o acúmulo de Cu, Mn e Zn no feno, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Causa de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Cu	Mn	Zn
Blocos	2	37,37	7455,65	3469,92
Cultivar (C)	1	0,14 ^{NS}	300,77 ^{NS}	14597,98**
Época de corte (E)	4	1502,37**	127612,21**	52534,01**
C x E	4	176,61 ^{NS}	1995,63 ^{NS}	3558,63 ^{NS}
Resíduo	18	76,41	2880,91	500,68
CV(%)		16,08	13,22	10,96

** Significativo, pelo teste “F”, a 1% de probabilidade; ^{NS} não significativo, pelo teste “F”.

Os resultados médios obtidos para cobre, manganês e zinco podem ser visualizados na Tabela 12. Em relação aos microminerais, as épocas de corte R4, R5 e R6 apresentaram os maiores acúmulos para cobre e as épocas R5 e R6 para manganês e enxofre.

Em relação às cultivares testadas verifica-se que, no caso do Zn, ocorreu uma resposta diferencial. A cultivar Monsoy 8400 superou a cultivar Conquista, proporcionando um aumento de 44,11 g.ha⁻¹ (24,21%). Segundo Smith & Circle (1972) e Costa et al. (1973/74), a variação nos teores de minerais pode estar relacionada com as condições de cultivo, clima, solo e adubação, o que faz com que algumas diferenças sejam encontradas em avaliações de minerais em ensaios experimentais.

TABELA 12 - Resultados médios para o acúmulo de Cu, Mn e Zn no feno, obtidos no ensaio de cultivares e épocas de corte para a produção de feno de soja. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Época de corte	Acúmulo (g.ha ⁻¹)		
	Cu	Mn	Zn
R2	27,07 c	186,77 d	88,63 c
R3	38,02 b	248,31 c	101,81 c
R4	50,59 a	373,88 b	170,30 b
R5	55,60 a	441,26 a	246,21 a
R6	59,71 a	475,30 a	261,04 a
Conquista	46,14 a	342,41 a	154,85 b
Monsoy	46,26 a	347,79 a	192,34 a
Média	47,05	345,10	173,60

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

5 CONCLUSÕES

A cultivar de soja Monsoy 8400 destacou-se em relação à cultivar Conquista em virtude de maiores rendimentos de proteína bruta e acúmulo de K e Zn.

O estágio de desenvolvimento R4 apresentou a melhor opção de corte para fenação, independente da cultivar.

Para a maioria das características avaliadas, em ambas as cultivares, cortes em estádios mais avançados proporcionaram acréscimos de rendimento.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGUIAR, A. P. A. Volumosos suplementares: silagens, cana-de-açúcar, fenos. In: SEMINÁRIO TEMÁTICO: prospecção de demandas de pesquisa para a bovinocultura no semi-árido de Minas Gerais, 1999, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: FUNDETEC, 2001. p. 66-84.

ALCÂNTARA, P. B. Origem 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.

BLANK, A. F. **Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: efeito da adubação nitrogenada no plantio e em cobertura na produção de feno e grãos oriundos da rebrota**. 1993. 61 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

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.; REZENDE, P. M. de. Maximização da exploração da soja. 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. 118-123, jan./mar. 1999.

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

BOTREL, E. P.; REZENDE, P. M.; EVANGELISTA, A. R.; MORAES, A. R. de; GRIS, C. F. Rendimento forrageiro de quatro cultivares de alfafa em dois métodos de semeadura. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 301, p. 379-387, maio/jun. 2005.

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

BUENO, M. F. **Produção e valor nutritivo dos capins Marandu e Mombaça em diversas épocas de vedação e uso**. 1999. 67 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BURIAS, N.; PLANCHON, C. Divergent selection for dinitrogen fixation and yield in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 83, n. 5, p. 543-548, Mar. 1992.

CARDOSO, D. A. del B. **Maximização da 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.

CARDOSO, D. A. del B.; REZENDE, P. M. de. Maximização da exploração da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) V. Efeito da população de plantas e da altura de corte na produção de feno e grãos da rebrota. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 252-264, jul./set. 1986.

CORDEIRO, D. S.; SFREDO, D. J.; BORKERT, L. M.; SARRUGE, J. R.; PALHANO, J. B.; CAMPO, R. J. Calagem, adubação e nutrição mineral. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Ecologia, manejo e adubação de soja**. Londrina, 1979. Cap. 2, p. 19-62. (EMBRAPA-CNPS. Circular Técnica, 2).

CORSI, M. Espécies forrageiras para a pastagem. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 3., 1978, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1978. p. 5-63.

CORTE, E.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, L. A. de B.; VON PINHO, R. G.; GOMES, L. L. Consórcio Sorgo-Soja. VII. Sistemas de cortes no rendimento forrageiro das culturas consorciadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 681-688, maio/jun. 2003.

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

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.

CRUZ, M. F. R. **Avaliação das perdas de valor nutritivo durante o processo de fenação da cultura da alfafa em três propriedades no norte do Paraná**. 1997. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil – 2005**. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2004. 239 p.

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.

EUCLIDES, V. P. B. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais do SIMFOR**. Viçosa: UFV, 2002. p. 437-469.

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

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

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

GIBSON, L. R.; MULLEN, R. E. Soybean composition under high day and night growth temperatures. **Journal of the American Oil Chemistry Society**, Champaign, v. 73, n. 6, p. 733-737, June 1996.

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, Lavras, MG.

GOMIDE, J. A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1976.

GOMIDE, J. A.; NOLLER, C. H.; MOTT, G. O.; CONRAD, J. H.; HILL, D. L. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, n. 1, p. 120-123, Jan./Feb. 1969.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, n. 2/3, p. 151-164, Mar. 2000.

LEITE, G. G.; COSTA, N. L.; GOMES, A. C. Efeito da época de diferimento sobre a produção e qualidade da forragem de gramíneas na região dos Cerrados do Brasil. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 20, n. 1, p. 15-22, abr. 1998.

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

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

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M. Pastagens no Brasil: situação atual e perspectivas. **Preços agrícolas**, Piracicaba, v. 15, n. 170, p. 3-6, jan. 2001.

MASCARENHAS, M. M. A. **Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos durante o ciclo vegetativo da soja.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1973. 48 p. (Boletim Técnico, 6)

MATTOS, H. B. Competição entre 12 leguminosas anuais para produção de forragem volumosa. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 27/28, p. 369-371, 1971. Único.

MATTOS, W. Exigências nutricionais de bovinos leiteiros. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Ed.). **Confinamento de bovinos leiteiros.** Piracicaba: FEALQ, 1993. 288 p.

MELOTTI, L.; VELOSO, L. Determinação do valor nutritivo do feno de soja var. santa Maria através de ensaio de digestibilidade aparente com carneiros. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 27/28, p. 197-205, 1971.

MERCHEN, N. R.; BOURQUIN, L. D. Process of digestion and factors influencing digestion of forage based diets by ruminants. Section IV. Role of digestion and metabolism in determining forage quality. In: FAHER JUNIOR, G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R.; MOSER, L. E. **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: ASA, CSA, SSSA, 1994. cap. 14, p. 564-612.

MILLER, T. B. Forage conservation in the tropics. **Journal British Grasse and Society**, Hurley, v. 24, n. 2, p. 158-62, 1969.

MINSON, D. J. **Forrage in ruminant nutrition.** San Diego, 1990. 483 p.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 6. ed. rev. Washington: National Academy Press, 2001. 408 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals.** Washington: National Academy of Science, 1973. 57 p.

NORTON, B. W. Differences in plant species in forage quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, 1981, St. Lucia. **Proceedings...** Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p. 89-110.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPOSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 146-176.

OLIVEIRA, J. 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.
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. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, J. N. S.; REZENDE, P. M. de. Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. VIII. Efeito da época de corte e adubação nitrogenada na produção de feno e grãos oriundos da rebrota, cv. Cristalina. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 65-74, jan./mar. 1987.

OLIVEIRA, J. R. da C. **Produção, composição química e digestibilidade da gramínea *Hemarthrix altissima* (POIR) Stapf e Hubbard cv. Bigalta em diferentes idades de corte.** 1987. 70 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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

PALHANO, A. L. **Recrutamento de nutrientes e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. Coastcross nº 1.** 1990. 122 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PAULINO, M. F. Suplementação de bovinos em pastejo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 205, p. 96-106, jul./ago. 2000.

PIPOLO, A. E. **Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** 2002. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PÔNZIO, J. B. **Influência do corte na rebrota e na produção de grãos e de feno em cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill].** 1993. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

REIS, R. A.; RODRIGUES, T. de J. D. In: SIMPOSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGEM, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1993. p. 17-61.

REZENDE, A. V.; EVANGELISTA, A. R.; SIQUEIRA, G. R.; BARCELOS, A. F.; ROCHA, G. P.; SANTOS, R. V. Efeito da densidade de semeadura e composição bromatológica de silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.). Lavras – MG, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1672-1678, dez. 2003a. Edição especial.

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. 329-336, mar. 1984.

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

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

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

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

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; GOMES, L. L.; TOURINO, M. C. C.; GRIS, C. F.; BOTREL, E. P. Maximização da exploração da soja. XIV. Comparação de cultivares quanto à produção de forragem e de grãos de rebrota. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 287, p. 107-114, jan./fev. 2003a.

REZENDE, P. M. de; SILVA, A. G.; CORTE, E.; ANDRADE, M. J. B. de. Consórcio Sorgo-Soja. II. Efeito do sistema de cortes na seleção de forragem. In: **Ensaio e Ciência**, Campo Grande, v. 3, n. 2, p. 9-29, 1999.

REZENDE, P. M. de; SILVA, A. G.; CORTE, E.; BOTREL, E. P. Consórcio Sorgo-Soja. VI. 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, p. 215-223, 2000. Edição Especial.

REZENDE, P. M. de; SILVA, A. G.; CORTE, E.; BOTREL, E. P.; GOMES, L. L.; GRIS, C. F. Consórcio Sorgo-Soja. VIII. Sistemas de corte na Produção de Forragens das culturas Consorciados na Entrelinha”. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 475-481, out./dez. 2004.

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

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VICENTE, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Lavras, 1999. 35 9p.

ROLIM, F. A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos de exploração racional**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1980. p. 214-227.

ROSA, B. **Produção de matéria seca e valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* stapf e *Brachiaria ruziziensis* Germani & Everard em diferentes idades de corte**. 1982. 70 p. Dissertação (Mestrado).

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

SANTOS, O. S. dos; VIEIRA, C. Cultivo da soja com duplo propósito: forragem e grãos. **Revista Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 7, n. 4, p. 321-326, dez. 1977.

SILVA, A. G. da. **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.; ANDRADE, L. A. de B.; 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. In: **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 933-939, nov./dez. 2000c.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. de A.; 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 Ensaios e Ciência**, Campo Grande, v. 8, n. 2, p. 125-138, 2004a.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; CORTE, E.; MANN, E. N. Consórcio Sorgo-Soja. III. Seleção de cultivares de sorgo e soja, consorciadas na linha, visando à produção de forragem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 861-868, 2000a.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; CORTE, E.; PIAIA, F. L.; GOMES, L. L. Consórcio Sorgo-Soja. IV. Capacidade de rebrota de cultivares de sorgo e soja consorciados na linha no rendimento de massa verde, massa seca total e proteína bruta total. **Revista Ensaios e Ciência**, Campo Grande, v. 24, n. 2, p. 9-22, 2000b.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L.; BOTREL, E. P. Consórcio Sorgo-Soja. IX. Influência de Sistemas de Cortes, na Produção de Forragens de Sorgo e Soja Consorciados na Linha e do Sorgo em monocultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 451-461, abr./jun. 2003.

SILVA, A. G.; REZENDE, P. M.; TOURINO, M. C. C.; GOMES, L. L.; GRIS, C. F. Consórcio Sorgo-Soja. X. Seleção de híbridos de sorgo e cultivares de soja submetidas a dois cortes no consórcio em linha visando a produção de forragem. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 2, p. 141-264, abr./jun. 2004b.

SINCLAIR, T. R. Relative sensitivity of nitrogen and biomass accumulation do drought in field-grown soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 67, p. 986-991, Nov./Dec. 1987.

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

SOUZA FILHO, A. P. da S. **Rendimento forrageiro, composição química e digestibilidade das frações folha e colmo do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Scum. "Dwarf") em diferentes idades**. 1987. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

VALE, F. R. do; GUILHERMINE, L. R. G.; AQUINO GUEDES, G. A. de; FURTINI NETO, A. E. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 171 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; MERTENS, D. R.; DEINUM, B. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 47, n. 3. p. 712-720, Sept. 1978.