



BENITO CREVELÁRIO PARISI

**NITROGÊNIO E FÓSFORO NO CONSÓRCIO
SORGO-SOJA VISANDO A PRODUÇÃO DE
FORRAGEM**

LAVRAS - MG

2012

BENITO CREVELÁRIO PARISI

**NITROGÊNIO E FÓSFORO NO CONSÓRCIO SORGO-SOJA
VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Pedro Milanez de Rezende

LAVRAS MG

2012

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

Parisi, Benito Crevelário.

Nitrogênio e fósforo no consórcio sorgo e soja visando a
produção de forragem / Benito Crevelário Parisi. – Lavras : UFLA,
2012.

108 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Pedro Milanez de Rezende.

Bibliografia.

1. *Sorghum bicolor*. 2. *Glycine Max*. 3. Rendimento forrageiro.
4. Consorciação. 5. Adubação. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 633.25

BENITO CREVELÁRIO PARISI

**NITROGÊNIO E FÓSFORO NO CONSÓRCIO SORGO-SOJA
VISANDO A PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 14 de novembro de 2012

Dr. Adriano Teodoro Bruzi UFLA

Dr. Moisés de Souza Reis EPAMIG

Dr. Pedro Milanez de Rezende
Orientador

**LAVRAS MG
2012**

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Jesus Cristo que sempre estiveram presentes em minha vida e em meus pensamentos, concedendo-me a graça da saúde, da família que tenho e de todas as coisas boas que possuo.

A minha esposa Fernanda Maria Rufini Penna, que sempre esteve presente na minha trajetória acadêmica e profissional, a minha filha Laura que me traz alegria e motivação.

Aos meus pais pela formação, irmãos que sempre me deram apoio, meu Sogro Abelardo Penna Jr. e sogra Adelaide pela ajuda constante.

Ao professor Pedro Milanez de Rezende, pela orientação, amizade, incentivo e extensa experiência e competência profissional.

A Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela ótima formação acadêmica que me proporcionou e pelo Departamento de Agricultura pela oportunidade que me concedeu.

Ao CNPq e a FAPEMIG pelo apoio financeiro, na concessão da bolsa de mestrado que me auxiliou muito no programa de pós-graduação.

RESUMO GERAL

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o rendimento e a composição da forragem das plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) no consórcio e, individualmente, no monocultivo em função das diferentes doses de N e P, visando determinar a dose adequada dos nutrientes testados na produção de forragem nas duas condições. A pesquisa foi conduzida na fazenda Milanez, município de Itutinga-MG durante os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4+2. Utilizou-se 4 doses de N (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) aplicado em cobertura no sorgo, após o corte das plantas consorciadas e 4 doses de P₂O₅ (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) nas duas culturas aplicados no sulco de plantio. As plantas de sorgo e soja foram cortadas rente ao solo no estágio de grão farináceo e R5 respectivamente. Os níveis de nitrogênio e fósforo alteraram significativamente o rendimento forrageiro, proteína bruta e dos nutrientes fósforo e cálcio. O sistema de cultivo consorciado de maneira geral supera o monocultivo, mostrando maior rendimento forrageiro e forragem mais rica em proteína e cálcio, já em relação à cultura do sorgo houve diferença significativa no rendimento forrageiro, porém o mesmo não acontece com a proteína bruta e os nutrientes cálcio e fósforo. Recomenda-se as doses de 50 kg de nitrogênio e 100 kg de fósforo como as mais indicadas para o sistema utilizado.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*. *Glycine Max*. Rendimento forrageiro.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance and composition of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and soybean *Glycine max* (L.) Merrill in the consortium and individually in monoculture depending on the different doses of N and P, to determine the proper dosage of nutrients tested in forage production on condition of consortium and monoculture. The research was conducted at the farm Milanez, municipality of Itutinga-MG during the years 2010/11 and 2011/12. The experimental design was a randomized complete block design with three replications, with treatments arranged in a 4x4 factorial +2. We used four N rates (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) applied to cover in sorghum, after cutting the plants intercropped and 4 doses of P₂O₅ (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) in both cultures applied at planting. The sorghum and soybeans were cut close to the ground in the dough stage and R5 respectively. The levels of nitrogen and phosphorus significantly altered the forage yield and nutrient addition, the system of intercropping generally outperformed the monoculture showing higher forage yield and forage richer in protein and nutrients.

Keywords: Sorghum bicolor. Glycine max yield forage.

LISTA DE GRÁFICOS

CAPITULO 2

Gráfico 1	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	51
Gráfico 2	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada - UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	51
Gráfico 3	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de matéria seca obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	55
Gráfico 4	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de matéria seca obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	55
Gráfico 5	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de proteína bruta obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga - MG 2010/2011 e 2011/2012.....	58
Gráfico 6	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de proteína bruta obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	58
Gráfico 7	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	61
Gráfico 8	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	62
Gráfico 9	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG	

2010/2011 e 2011/2012.....	65
----------------------------	----

Gráfico 10	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	65
------------	--	----

CAPITULO 3

Gráfico 1	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de matéria seca obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga/MG 2010/2011 e 2011/2012.....	84
Gráfico 2	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	85
Gráfico 3	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de proteína bruta obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	87
Gráfico 4	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada.UFLA, Itutinga/MG 2010/2011 e 2011/2012.....	88
Gráfico 5	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga/MG 2010/2011 e 2011/2012.....	90
Gráfico 6	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	91
Gráfico 7	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	94
Gráfico 8	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	95
Gráfico 9	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA,	

Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	97
--	----

Gráfico 10	Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012.....	98
------------	---	----

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2

Tabela 1	Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio (kg ha^{-1}) do sorgo obtido no ensaio doses de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo. UFLA, Itutinga/MG, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	44
Tabela 2	Resultado médio de rendimentos de massa verde (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio doses de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	48
Tabela 3	Resultado médio de rendimentos de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	50
Tabela 4	Resultados médios dos rendimentos de proteína bruta (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	54
Tabela 5	Resultados médios dos rendimentos de fósforo (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	57
Tabela 6	Resultados médios dos rendimentos de cálcio (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	61
Tabela 7	Resultados médios dos rendimentos de cálcio (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	64

CAPITULO 3

Tabela 1	Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta (kg ha^{-1}), P e Ca do consórcio sorgo-soja obtido no ensaio doses de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo. UFLA, Itutinga/MG, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	79
Tabela 2	Resultados médios de rendimentos de massa verde (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	82
Tabela 3	Resultados médios dos rendimentos de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	84
Tabela 4	Resultados médios dos rendimentos de proteína bruta (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	87
Tabela 5	Resultados médios dos rendimentos de fósforo (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga –MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012	90
Tabela 6	Resultados médios dos rendimentos de cálcio (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	94
Tabela 7	Resultados médios dos rendimentos de cálcio (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012.....	97

SUMARIO

	CAPITULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	Adubação.....	18
2.2	Adubação Nitrogenada.....	20
2.3	Adubação Fosfatada.....	22
2.4	Teor de matéria seca na planta.....	24
2.5	Teor de proteína bruta na planta e silagem.....	25
2.6	Capacidade de rebrota da planta de soja e sorgo.....	26
	REFERÊNCIAS.....	31
	CAPITULO 2 CONSÓRCIO SORGO-SOJA. NITROGÊNIO E FÓSFORO NO RENDIMENTO DA FORRAGEM, PROTEÍNA E DE NUTRIENTES NA CULTURA DO SORGO CONSORCIADO.....	38
1	INTRODUÇÃO.....	41
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.1	Características avaliadas.....	45
2.2	Análise estatística.....	47
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.1	Rendimento de Massa Verde.....	48
3.2	Rendimento de Matéria Seca	52
3.3	Rendimento de Proteína bruta	56
3.4	Rendimento de Fósforo	59
3.5	Rendimento de Cálcio	63
4	CONCLUSÕES.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
	CAPITULO 3 CONSÓRCIO SORGO-SOJA. DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO NO RENDIMENTO DA FORRAGEM, PROTEÍNA E DE NUTRIENTES NAS CULTURAS CONSORCIADAS.....	72
1	INTRODUÇÃO.....	75
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	77
2.1	Características avaliadas.....	79
2.2	Análise estatística.....	80
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
3.1	Rendimento de Massa Verde	82
3.2	Rendimento de Matéria Seca	86
3.3	Rendimento de Proteína Bruta	89

3.4	Rendimento de Fósforo	92
3.5	Rendimento de Cálcio	95
4	CONCLUSÕES.....	99
	REFERÊNCIAS.....	100
	ANEXOS.....	104

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Apesar de ser uma prática antiga, no Brasil somente recentemente, os pesquisadores demonstraram maior interesse em cultivar duas ou mais culturas numa mesma área. O consórcio entre leguminosa e gramínea para produção de forragem em regiões onde há uma intensa atividade pecuária, como é o caso do Sul de Minas Gerais, onde a presença da gramínea é marcante (CARVALHO et al., 2003; EVANGELISTA, 1980; OLIVEIRA, 1986; REZENDE, 1995), é um caso particular dessa situação.

A eficiência desse sistema de cultivo está na dependência direta das culturas envolvidas, havendo a necessidade de uma complementação entre ambas, para que o consórcio seja indicado como uma prática mais vantajosa em relação ao monocultivo. Entre as várias opções, o sistema milho - soja tem um destaque especial nesse contexto por ter se apresentado principalmente na região do Sul de Minas Gerais como um dos mais importantes.

Os pesquisadores estão buscando cada vez mais outras formas alternativas para a alimentação de ruminantes devido à crescente procura de milho para alimentação humana e animal, além das limitadas produções em determinados anos. A cultura do sorgo entre as diversas espécies de planta forrageiras cultivadas pelo homem é a que se apresenta como uma espécie promissora na obtenção de silagens, pois, suas características nutritivas e o seu cultivo são muito semelhantes ao do milho, além da inexistência de competição com produtos destinados ao consumo humano.

O sorgo proporciona a realização de mais de um corte a partir de uma única semeadura, pode possibilitar ainda o uso mais intensivo da terra (REZENDE et al., 2005) com menor custo de sementes, isso se apresenta como uma vantagem de menor custo de produção. Assim, devido as suas características de cultivo e valor nutritivo tem sido estudado como sucedâneo ao

milho, principalmente nas regiões tropicais e semi-áridas, onde se constata melhor rendimento do sorgo.

A silagem é a forma mais usual de sua utilização na alimentação bovina, pois constitui um volumoso de bom valor energético, mas deficiente em proteína, necessitando, portanto de suplementação utilizando concentrados proteicos, o que tem refletido de maneira negativa nos custos de produção (CORTE, 2001). Para diminuir os custos da suplementação proteica e melhorar o valor nutritivo do alimento fornecido na época de escassez o pecuarista tem como alternativa produzir alimentos proteicos na própria propriedade. Nesse aspecto, o uso da soja ensilada juntamente com gramíneas (Poaceae) tem se destacado, não havendo diminuição da produtividade forrageira e constatando aumentos no teor de proteína de silagem e do ganho de peso dos animais (CARNEIRO; RODRIGUEZ, 1978; EVANGELISTA, 1986; EVANGELISTA et al., 2005; OLIVEIRA, 1986; REZENDE et al., 2004; SANTOS et al., 2009).

Observa-se que a planta de sorgo e soja poderá fornecer em conjunto mais forragem por unidade de área em consórcio quando comparado ao monocultivo da gramínea. O agropecuarista com a utilização da técnica do corte poderá ter a opção de utilizar o sorgo e a soja na forma de forragem. Após o corte e permanecendo no campo, essas plantas irão rebrotar, sendo a rebrota, utilizada na forma de forragem ou de grãos dependendo da necessidade do agricultor.

Nesse contexto, existem inúmeros relatos comparando o rendimento de grãos ou de forragem do consórcio, seja na entrelinha ou na linha, com o do monocultivo visando constatar a viabilidade desse sistema. Porém, pouca atenção tem sido dada às modificações que ocorrem em condições de consórcio. Sem dúvida alguma, essas modificações proporcionam alterações morfológicas nas plantas, que influenciam o rendimento e o desenvolvimento das espécies consorciadas. Nesse sentido, torna-se importante o conhecimento do modo de

ação dos fatores ambientais no desenvolvimento das culturas e da fisiologia das plantas em condições de consórcio, a fim de se estabelecer estratégias de manejo adequadas. Nesse contexto o N e P aparecem com destaque, pois interferem diretamente no rendimento dessas culturas. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o rendimento e a composição da forragem das plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) no consórcio e, individualmente, no monocultivo em função das diferentes doses de nitrogênio e fósforo, visando determinar a dose adequada dos nutrientes testados na produção de forragem nas duas condições.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adubação - Sorgo

Existem poucas informações relativas à nutrição e adubação do sorgo forrageiro e com relação à extração e acúmulo de nutrientes quando a massa é destinada à produção de silagem. Por isso, as recomendações de fertilizantes devem ser reajustadas ao longo do tempo, para a obtenção de um adequado balanceamento entre as quantidades de nutrientes requeridas para a máxima produção econômica.

As recomendações atualmente fundamentam-se em trabalhos de pesquisa com o sorgo granífero (PITTA; VASCONCELLOS; ALVES, 2001). Quanto à recomendação para o sorgo forrageiro (RAIJ et al., 1997) leva em conta a análise de fertilidade do solo que é um dos condicionantes da produtividade, como também a produtividade esperada pelo produtor em função do sistema de produção adotado. Assim, deve-se ter o cuidado de levar em conta o diagnóstico real da fertilidade e conhecer a disponibilidade dos nutrientes e a presença de elementos tóxicos ou prejudiciais para as plantas.

São fatos conhecidos as respostas diferentes à adubação e às diferentes capacidades de adaptação a condições de baixa fertilidade do solo, quando se tratam de espécies diferentes, ou mesmo de variedades diferentes da mesma espécie, como acontece em milho e em sorgo (SMILI et al., 2008).

Santos (1996), trabalhando com três híbridos de sorgo, em três níveis de adubação: 1 – testemunha sem adubação; 2 – adubação para grãos (80 Kg de N, 50 Kg de P_2O_5 e 70 Kg de K_2O , por hectare); e 3 adubação para silagem (160Kg de N, 130 Kg de P_2O_5 e 220 kg de K_2O por hectare), observou rendimento médio de matéria verde e de matéria seca de 21,17 e 6,3 t.ha⁻¹ para a testemunha, 33,48 e 10,09 t.ha⁻¹ com adubação para grãos e 40,61 e 12,38 t.ha⁻¹ com

adubação para silagem, respectivamente. Esse autor registrou também decréscimos nos teores de FDN, FDA e lignina e aumento na produção de PB com o incremento da adubação.

Nussio (1995) destaca que apesar do alto potencial produtivo da cultura do sorgo o que se observa na prática é que sua produção ainda é baixa e irregular, fato que encarece sobremaneira o custo do volumoso. Como já ressaltado, considera-se que a baixa fertilidade natural dos solos seja um dos principais responsáveis por essa queda de produtividade na produção de silagem. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes originalmente no solo, mas também à alta capacidade extrativa dessa cultura (ZAGO, 1997). Deve-se ressaltar que essa cultura, por ocasião da ensilagem, sofre a retirada de todo o material disponível na área, por meio da colheita da planta integral. Assim, inicialmente é importante estabelecer uma filosofia que preconize a alta produtividade com base na reposição de nutrientes ao solo, mantendo-se o potencial produtivo dessas glebas. Além disso, deve-se estabelecer conceitos relativos à adubação dessas plantas para ensilagem, diferentes daqueles desenvolvidos para a produção de grãos em que existe uma maior reciclagem no sistema apesar de ainda ineficiente, necessitando também de no mínimo, uma adubação de reposição do que será exportado (VITTI; NUSSIO, 1991).

A silagem é destinada à alimentação animal e, dessa forma, quanto maior for o valor nutritivo da planta melhor será a possibilidade de uma alimentação de qualidade aos animais. Portanto, a adubação se faz importante de sorte a maximizar o melhor estado nutritivo do volumoso e manter em termos de fertilidade a capacidade produtiva dos solos cultivados.

Ponchio e Nussio (2003) ressaltam que, na produção do sorgo para silagem, a adubação constitui o item mais elevado em termos de custo de produção. Portanto, o conhecimento da melhor dosagem dessa prática é

importantíssimo para o melhor aproveitamento do insumo, minimizando os custos no orçamento do produtor.

É importante ressaltar que as quantidades de N e P extraídas são elevadas e alteram significativamente com a produtividade. Isso evidencia que uma menor disponibilidade desses dois elementos pode ser limitante nos sistemas que visam à produção de silagem (PITTA; VASCONCELLOS; ALVES, 2001).

2.2 Adubação Nitrogenada - Sorgo

Os efeitos da adubação nitrogenada em gramíneas anuais de verão têm sido muito mais estudados do que aqueles resultantes da adição de outros nutrientes. Isso, provavelmente, em razão da maior e mais vantajosa resposta obtida com as aplicações de nitrogênio. A adubação nitrogenada, até mesmo em áreas não irrigadas, apresenta efeitos consideráveis quanto à produção, concentração de proteína bruta e outros indicadores da qualidade da forragem.

Entre os macronutrientes, o nitrogênio possui papel fundamental para a nutrição das plantas, por ser constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila. O nitrogênio representa o elemento mineral exigido em maiores quantidades, sendo a sua disponibilidade frequentemente limitante ao crescimento de plantas cultivadas. Esse elemento faz parte da estrutura de um grande número de moléculas importantes para as células. Exemplos importantes são os aminoácidos, as proteínas estruturais e enzimáticas, ácidos nucleicos (DNA, RNA), clorofilas.

Coutinho et al. (1986) observaram um efeito linear na produção de MS de sorgo, obtendo produtividades crescentes até a dose máxima de 100 kg ha⁻¹ de N. Efeito semelhante foi observado por Cordeiro et al. (1986) que, utilizando

híbridos graníferos e seis doses de N (0, 60, 120, 180, 240 e 300 kg ha⁻¹), verificaram índices de colheita crescentes, sendo a dose econômica a de 100 kg ha⁻¹.

O sorgo pode tolerar considerável variação na fertilidade e no balanço de vários nutrientes do solo, mas, a produção e a eficiência da planta são afetadas por esses fatores, podendo refletir na qualidade nutricional da forragem (SIMILI et al., 2008).

Medeiros, Saibro e Barreto (1979), estudando o rendimento e a qualidade da cultivar sorgo sordan (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) com diferentes níveis de adubação nitrogenada observaram variações na massa seca de 9,1 a 16,5 t/ha e no teor de proteína bruta de 10 a 14%, em resposta às doses de N (0; 100; 200 e 300 kg N/ha).

Ferreira (2000), avaliando a produtividade e composição química do Sorgo - Sudão e seus híbridos, entre eles a cv. AG 2501C, com plantio realizado em fevereiro, em Sete Lagoas-MG, observaram que a massa de forragem do híbrido variou de 3,04 e 5,83 t.ha⁻¹; a PB 8,4 a 10,7%; a FDN de 70,0 e 71,08%; a FDA 39,81 a 40,19% para análises realizadas aos 42 e 56 dias, respectivamente.

Os teores de proteína bruta das plantas de sorgo podem apresentar alta variação, atingindo valores de 2,5 a 13,6% (GAGGIOTTI et al., 1992). Essas variações são atribuídas a fatores como cultivares, estágio de maturação, níveis de adubação, entre outros. Malavolta e Dantas (1987) demonstraram que doses altas de nitrogênio (N) aumentam o conteúdo de proteína nos grãos.

Além de favorecer o crescimento das forrageiras, desempenha papel importante na melhoria da qualidade da forragem, aumentando o teor de proteína bruta, principalmente nos períodos secos. Vários trabalhos têm demonstrado o efeito positivo da adubação nitrogenada sobre gramíneas forrageiras medido por meio de parâmetros, como matéria seca e proteína bruta (ALVIM et al., 1990).

Em condições edafo-climáticas normais e mediante a não ocorrência de outra limitação, o suprimento de N é o fator de maior impacto na produtividade da planta forrageira bem estabelecida e dos animais que a utilizam. A prática da adubação nitrogenada deve ser acompanhada de cuidados no manejo da pastagem de tal forma a aproveitar a forrageira disponível, convertendo-a em produto animal (TOFOLLI, 2006).

2.3 Adubação Fosfatada

O fósforo é exigido em menor quantidade que o nitrogênio pelas plantas, porém trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Isso se explica pela baixa disponibilidade desse elemento nos solos brasileiros e da forte interação entre partículas do solo e o íon fosfato, que reduz a disponibilidade de fósforo para ser absorvido pelas plantas. Esse elemento é encontrado na solução do solo como íon ortofosfato (H_2PO_4^-), sendo que a predominância dessa forma é dependente do pH do meio (RAIJ, 1991).

O fósforo é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia à célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios.

As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é, pois, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta e geralmente reduz o perfilhamento, retarda o desenvolvimento das gramíneas forrageiras e permite a ocupação do pasto por espécies invasoras (WERNER, 1986). Apesar do fósforo ser um macronutriente, a sua concentração nas plantas é baixa, com valores que raramente ultrapassam

5 g kg⁻¹. Concentrações mais elevadas ocorrem somente em culturas que têm na semente a parte mais importante na colheita (RAIJ, 1991).

Esse elemento tem grande importância no estabelecimento e desenvolvimento das plantas forrageiras. De acordo com Fenster e Leon (1982), para aumentar a produção de forragem no solo de baixa fertilidade dos trópicos, deve-se adicionar fertilizantes fosfatados em quantidades adequadas. As recomendações de adubação fosfatada para as forrageiras têm se baseado nos teores de fósforo obtidos nas análises de solo. Para *Sorghum bicolor* as quantidades de P₂O₅ (na forma prontamente solúvel em água) oscilam entre 30 e 90 kg ha⁻¹ (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Leite et al. (2007), utilizando o híbrido de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] variedade BR-700, observaram interação das doses de P com as doses de N, influenciando significativamente o crescimento e a produção do sorgo forrageiro. Nas doses de 100 e 140 kg ha⁻¹ de N combinada com a dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foram obtidas as maiores produções de massa seca e massa verde da parte aérea.

De acordo com Nagahashi e Douds (2000), o sorgo possui uma estratégia ligada aos mecanismos fisiológicos que consiste na habilidade de liberar exsudados radiculares (compostos orgânicos) que, em associação simbiótica com fungos micorrízicos, aumentam a absorção de fósforo.

Dentro desse mesmo contexto, Czarnota, Rimando e Weston (2003) verificaram que existe diferença na quantidade e na qualidade de exsudados produzidos pelas raízes de sorgo, havendo indicações de diversidade genética para a produção desses exsudados. Entre os compostos liberados pelas plantas como estratégias para adaptação em ambientes de baixo fósforo, encontram-se os ácidos orgânicos e as fosfatases que possuem a capacidade de atuar aumentando a solubilização de fósforo inorgânico (Pi) na rizosfera (LYNCH;

HO, 2005) e as estrigolactonas que são compostos sinalizadores para colonização de micorrizas.

Rocha et al. (2008), avaliando linhagens de sorgo cultivadas em estresse de fósforo constataram resposta fisiológica diferencial dos materiais testados. O comprimento e a área de superfície das raízes foram mais importantes na adaptação das plantas em baixa disponibilidade de fósforo que o volume e o diâmetro médio das raízes. Verificou ainda que os diferentes mecanismos de aquisição de fósforo podem estar atuando nos ambientes de baixa e alta disponibilidade de fósforo.

2.4 Teor de matéria seca na planta

Para obtenção de uma boa qualidade silagem, uma série de fatores contribui para isso, sendo que a matéria seca desempenha um papel muito importante. Ensilando forrageiras muito aquosas, com teores acima de 75% de umidade, pois a grande umidade propicia ambiente favorável a proliferação e desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido butírico, geralmente associadas as perdas dos princípios nutritivos por drenagem e intensa degradação de proteínas. Por outro lado ensilar material com teor de matéria seca acima de 55% não é recomendado, Por ser a compactação e a expulsão do ar difícil.

Leal, Carvalho e Dreison (1967) e Teixeira Filho (1977) relacionaram uma maior produtividade de matéria seca com a duração do ciclo vegetativo. Para atingir o ponto adequado de ensilagem os sorgos mais produtivos necessitam de 190 a 210 dias, enquanto os sorgos de menor produtividade são colhidos com 90 a 100 dias após o plantio.

A produção de matéria seca do sorgo forrageiro em termos quantitativos é muito variável. Cummins, McGullough e Dobson (1970) testaram 23 híbridos,

registrando variações de 6,7 a 17,8 toneladas/hectare de matéria seca. Segundo Casela et al. (1986), as cultivares de sorgo Contisilo 61, BR-602, BR-501 e AG-2001, têm apresentado elevados níveis de produtividade, com produções médias de 41,7; 40,5; 38,5; e 36,9 toneladas/hectare de massa verde, respectivamente.

Desenvolvido pela EMBRAPA o sorgo forrageiro BR-601 teve sua produtividade de matéria seca estudada por Liseu (1981). Em diferentes estágios vegetativos, que encontrou uma produção média de 3,4 toneladas/hectare aos 63 dias de plantio, um máximo de 17 toneladas/hectare aos 153 dias, e a partir desta idade o rendimento forrageiro decresceu e a produção foi de 12 toneladas/hectare aos 238 dias.

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

2.5 Teor de proteína bruta na planta e silagem

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

Tem sido refletido de maneira negativa nos custos de produção à suplementação proteica com concentrados. Esse fato despertou o interesse pela

utilização de suplementos ricos em proteínas, produzidos na propriedade agrícola, a fim de proporcionar o uso de alimentação a custos mais baixos, aumentando a margem de lucro das produções pecuárias que dependem deste tipo de alimentação.

O alto teor proteico o rápido crescimento e a possibilidade de cultivo na própria fazenda, faz com que as leguminosas apresentem potencialidades para associação com gramíneas ao ensilar. No Brasil, as publicações a respeito desse assunto vêm mostrando um avanço no que se refere às técnicas de uso desta prática, bem como novos arranjos culturais e proporções de misturas, com resultados que levam a crer que a associação da gramínea com a leguminosa para ensilar é promissora (CARNEIRO; RODRIGUEZ, 1978; EVANGELISTA, 1986; OLIVEIRA, 1986, 1989; REZENDE, 1995).

A mais importante bacia leiteira do país localiza-se no sul do Estado de Minas Gerais, sendo que nesta região o consórcio soja-sorgo é muito promissor, pois permite que o mesmo seja utilizado tanto na produção de ração como na de forragem, associando as vantagens nutricionais tanto na produção de grãos como na matéria seca de ambas as espécies. Nesse contexto a planta de soja aparece com destaque, uma vez que o grão é um componente proteico das rações comerciais e essa espécie cultivada pode fornecer forragem na forma de feno e/ou massa verde, obtido no corte de plantas nas fases de crescimento vegetativo, floração ou frutificação, conforme obtidos por vários pesquisadores (CARDOSO, 1985; LIMA et al., 1971; REZENDE, 1984, 1995).

2.6 Capacidade de rebrota da planta de soja e sorgo

O sistema de exploração da soja com duplo propósito é recente. A geração dessa tecnologia em Minas Gerais por pesquisadores da Universidade Federal de Lavras deu-se de modo involuntário, a partir de 1970, com a entrada

de bovinos nos experimentos com essa leguminosa, a qual possibilitou rebrota após o pastejo dos animais. Essa ocorrência despertou o interesse na implantação de uma linha de pesquisa com a cultura da soja, voltada à produção de feno e grãos, massa verde e grãos, ou ainda massa verde em dois cortes, num mesmo cultivo.

Essas pesquisas vieram a se alicerçar em bases mais científicas com a introdução experimental de trabalhos de desfolha artificial na planta de soja. A esse respeito, Begun e Eden (1965), trabalhando no Estado de Alabama (EUA) induziram, artificialmente, às plantas de soja perdas de folhagem da ordem de 33,66% a 100% em vários estágios de desenvolvimento, sendo comprovado 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 de sua adoção, desde que os cortes fossem realizados no estágio vegetativo da cultura, de modo a possibilitar a planta a 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 à altura de 20 cm do colo da planta, aos 60 dias após o plantio.

Utilizando essa 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, em razão da 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 realizados têm comprovado o potencial da planta de soja em se adequar a esse novo sistema de exploração por meio de estudos realizados por Cardoso (1985), buscando manejar adequadamente a altura de corte, espaçamentos 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 e 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 à 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 e 3.079 kg ha⁻¹.

A utilização da técnica do corte, conforme já mencionado pode ser realizada visando à produção de forragem (massa verde + matéria seca). Com essa finalidade, Rezende e 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 feito após a rebrota rente ao solo, com as plantas no estágio R₅. No segundo sistema, as plantas foram cortadas somente uma vez rentes ao solo, quando atingiram o estágio R₅. De acordo com os autores, a utilização do sistema de dois cortes proporcionou maiores rendimentos de massa verde, proteína bruta, magnésio, cálcio, fósforo e potássio por área. 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 de matéria seca a partir da rebrota do sorgo forrageiro correspondente a 51,85 a 51,70% do rendimento obtido no primeiro corte.

A idade do corte, visando ao aproveitamento da rebrota da planta de sorgo influencia significativamente a produção de massa verde da rebrota. Silva et al. (1990) observaram maior produção de matéria seca por ocasião da rebrota quando efetuaram cortes no estágio vegetativo do sorgo forrageiro cultivar 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 resulta em uma silagem de melhor qualidade em relação a um único corte.

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

Em razão do enorme potencial para a produção de forragens e de sua larga utilização em várias regiões do país, os sistemas consorciados de soja e sorgo encontram algumas dificuldades de caráter técnico e operacionais. Em condições

de monocultivo, essas culturas permitem uma total mecanização das etapas de produção, estando disponíveis cultivares de soja e sorgo com altos rendimentos de massa verde por unidade de área, entretanto tem as cultivares utilizadas em consórcio, normalmente, são aquelas desenvolvidas para o monocultivo com uso de tecnologia mais avançada, condições essas bastante divergentes das que normalmente ocorrem no consórcio.

Trabalhos mais recentes, utilizando diferentes cultivares de sorgo e soja consorciados na linha e entrelinha têm demonstrado que o sistema de consórcio na entrelinha é mais vantajoso que o da linha em relação aos rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta, além de facilitar a semeadura que, nesse sistema, pode ser realizada com máquinas. Por outro lado, considerando o rendimento médio de proteína por hectare, verificam-se resultados promissores com o sistema consorciado na linha. Esse resultado nos leva a crer que, nesse tipo de consórcio, a soja esteja se beneficiando do nitrogênio aplicado para o sorgo, aumentando assim o conteúdo da proteína na forragem. Esse elemento é essencial no crescimento e desenvolvimento das plantas, participando nesta como constituinte básico das proteínas. Trabalhos de vários autores têm demonstrado o efeito do nitrogênio no aumento de produção de matéria seca, e no melhoramento da composição química da forragem (MEDEIROS; SAIBRO; BARRETO, 1979; SILVEIRA, 1980).

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

REFERÊNCIAS

- ADEMOSUM, A. A.; BAUMGARDT, B. R.; SCHOOL, J. M. Evaluation of sorghum sudangrass hybrid at various stages of maturity on the basis of intake, digestibility and chemical composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 3, p. 819-823, Mar. 1986.
- ALVIM, M. J. et al. Aplicação de nitrogênio em acessos de Brachiaria: 1., efeito sobre a produção de matéria seca. **Astagem Tropical**, Cali, v. 12, n. 1, p. 2-6, 1990.
- 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.
- 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. **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 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- 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 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1985.
- 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.
- CARVALHO, E. A. et al. Seleção de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em cultivo de verão. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA-CICESAL, 16., 2003, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 2003. v. 1, p. 55-55.

CASELA, C. R. et al. Cultivares de sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p. 40-43, dez. 1986.

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

CORDEIRO, D. S. et al. Efeito de doses de nitrogênio no índice de colheita de três híbridos comerciais de sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., 1986, Maceió. **Anais...** Maceió: EMBRAPA, 1986. p. 115-118.

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

COUTINHO, E. L. M. et al. Efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produção de matéria seca do sorgo forrageiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., 1986, Maceió. **Anais...** Maceió: EMBRAPA, 1986. p. 111-114.

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

CZARNOTA, M. A.; RIMANDO, A. M.; WESTON, L. A. Evaluation of seven Sorghum (*Sorghum sp.*) accessions. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 29, n. 12, p. 2073-2083, Dec. 2003.

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

_____. **Efeito da associação milho-soja na produção de massa verde e no valor nutritivo da silagem**. 1980. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.

EVANGELISTA, A. R. et al. 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.

FENSTER, W. E.; LEÓN, A. L. Considerações sobre a fertilização fosfatada no estabelecimento e persistência de pastagens em solos ácidos e de baixa fertilidade na América Latina Tropical. In: SÁNCHEZ, P. A.; SERRÃO, E. A. S. (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: EMBRAPA; Cali: CIAT, 1982. p. 285-312.

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.

GAGGIOTE, M. C. et al. Cultivares del sorgo forrajero a la silaje: II., características fermentativas e nutritivas de los silaje. **Revista Argentina Produccion Animal**, Buenos Aires, v. 12, n. 2, p. 163-167, 1992.

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

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.

LEITE, A. R. P. et al. Produção de massa verde e altura de plantas de sorgo em função de diferentes níveis de nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 17., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

LIMA, L. A. de et al. 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 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1981.

LYNCH, J. P.; HO, M. D. Rhizoeconomics: carbon costs of phosphorus acquisition. **Plant and Soil**, The Hague, v. 269, n. 1/2, p. 45-56, 2005.

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação de milho. In: PATERNIANE, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 539-593.

MCCORMICK, M. E. et al. Ratoon cropping forage sorghum for silage: yield, fermentation, and nutrition. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 5, p. 952-957, Sept./Oct. 1995.

MEDEIROS, R. B.; SAIBRO, J. C.; BARRETO, I. L. Efeito do nitrogênio e da população de plantas no rendimento e qualidade do sorgo sordan [*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf]. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 8, n. 1, p. 75-87, 1979.

NAGAHASHI, G.; DOUDS, D. D. Partial separation of root exudates compounds and their effects upon the growth of germinated spores of AM fungi. **Mycological Research**, Cambridge, v. 104, n. 8, p. 1453-1464, Dec. 2000.

NUSSIO, L. G. **Milho e sorgo para a produção de silagem**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. 231 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 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1986.

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 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1989.

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 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987.

OWEN, F. G.; MOLINE, W. J. **Sorghum for forage**. Westport: AVI, 1970. 383 p.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: _____. **Produção e utilização**

de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2001. p. 243-262.

PONCHIO, L. A.; NUSSIO, L. G. Silagem de sorgo. **Leite DPA**, São Paulo, v. 34, p. 8-11, dez. 2003.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

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

_____. 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 et al. Adubação foliar I: épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, nov./dez. 2005.

_____. Selection of soybean cultivars [*Glycine max* (L.) Merrill] as summer crops for Southern Minas Gerais State. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. p. 309.

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; 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.

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

ROCHA, M. C. et al. Avaliação de linhagens de sorgo cultivadas em estresse de fósforo para a liberação de compostos radiculares. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2008. 1 CD-ROM.

SANTOS, L. A. **Silagens de milho e sorgo: rendimento, qualidade e custo operacional**. 1996. 131 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1996.

SANTOS, J. P. et al. Consórcio sorgo - soja XIII: efeito de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 397-404, mar./abr. 2009.

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

SILVEIRA, C. A. M. **Efeito de doses de nitrogênio e regime de cortes no rendimento de matéria seca de milho e sorgos forrageiros, e no valor nutritivo da silagem de milho**. 1980. 121 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.

SMILI, F. F. et al. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 474-480, mar./abr. 2008.

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

TOFOLLI, R. C. Z. **Produção de matéria seca a absorção de macronutrientes pelo braquiário, em função de níveis de saturação por bases do solo e fontes fosfatadas**. 2006. 89 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

VITTI, G.; NUSSIO, L. G. Correção e adubação de culturas de milho e sorgo de alta produtividade para ensilagem. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (Org.). **Culturas de milho na alimentação de bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 1-58.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18).

ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: _____.
Manejo cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. p. 9-26. (Circular Técnica/EMBRAPA-CNPMS, 17).

CAPÍTULO 2

CONSÓRCIO SORGO-SOJA. NITROGÊNIO E FÓSFORO NO RENDIMENTO DA FORRAGEM, PROTEÍNA E DE NUTRIENTES NA CULTURA DO SORGO CONSORCIADO

RESUMO

Nesse trabalho, objetivou-se avaliar o rendimento de forragem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) consorciado na entrelinha com a cultura da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) e no monocultivo em função das diferentes doses de nitrogênio e fósforo, visando determinar a dose adequada desses nutrientes. A pesquisa foi conduzida na fazenda Milanez, no município de Itutinga-MG durante os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4 +1. Utilizou-se 4 doses de N (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) no sorgo aplicado em cobertura quando as plantas atingiram de 30 a 40 cm de altura e 4 doses de P₂O₅ (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) aplicados no sulco de plantio a mais um tratamento adicional do sorgo em monocultivo. As plantas de sorgo foram cortadas rente ao solo no estágio de grão farináceo. Os níveis de nitrogênio e fósforo alteraram significativamente o rendimento forrageiro, proteína, cálcio e fósforo. Recomenda-se a combinação de 50 kg de nitrogênio e 100 kg de fósforo como os mais favoráveis para obtenção de rendimentos mais elevados. O sistema de cultivo consorciado supera o monocultivo mostrando maior rendimento forrageiro. Os rendimentos de proteína, cálcio e fósforo não apresentaram diferenças significativas em função dos sistemas empregados.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the yield, composition and forage regrowth of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) intercropped between rows with soybean *Glycine max* (L.) Merrill, and individually, depending on the monoculture of different doses of N and P, to determine the proper dosage of nutrients tested in forage production on condition of consortium and monoculture. The research was conducted in Milanez farm in the municipality of Itutinga-MG during the years 2010/11 and 2011/12. The experimental design was a randomized complete block design with three replications, with treatments arranged in a 4x4 factorial +2. We used four N rates (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) applied to sorghum in coverage, after cutting the plants intercropped and 4 doses of P₂O₅ (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) applied in the furrow of the two cultures. Sorghum plants were cut at ground level in the dough stage. The levels of nitrogen and phosphorus significantly altered the forage yield and nutrients (P and Ca), moreover, the system of intercropping generally outperformed the monoculture showing higher forage yield and forage richer in Ca. However, the monoculture presented a higher yield of protein and P.

1 INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta que vem ganhando crescente destaque no cenário agrícola brasileiro. Seu custo menor e lançamentos constantes de materiais com maiores produtividades, vem atraindo cada vez mais produtores a fazerem uso dessa cultura. O processo de substituição do milho por sorgo é uma alternativa que vem aumentando em várias regiões do Brasil, não só pelos menores custos, mas também como uma espécie resistente a fatores ambientais adversos, tais como estresse hídrico (MIRANDA et al., 2010), proporcionando alto valor nutritivo e padrão de fermentação das silagens produzidas e também elevados rendimentos de massa seca por área.

Essa gramínea diferentemente do milho, não concorre com a alimentação humana e proporciona uma silagem de baixo custo de produção, torna possível o uso da rebrota da planta devido a sua capacidade de conservar seu sistema radicular ativo. Altas taxas de rebrota foram obtidas em 12 híbridos de sorgo avaliados para corte (TOMICH et al., 2004).

Produzindo o alimento na propriedade, o pecuarista diminui o custo da suplementação e pode melhorar o valor nutritivo do produto dado ao animal na época de escassez. O consórcio sorgo-soja vem se destacando em relação ao rendimento de forragem, pois essa leguminosa não diminui a produtividade forrageira da gramínea, além disso, eleva o ganho de peso dos animais e o teor de proteína das silagens (EVANGELISTA et al., 2005; REZENDE et al., 2004). De acordo com Gris et al. (2008), a utilização da soja para forragem é muito pouco difundida apesar do seu alto potencial de rendimento e qualidade nutritiva. Além disso, a soja tem um considerável valor proteico e constitui uma excelente alternativa para se obter um volumoso de qualidade. Conforme Rodrigues Filho et al. (2006), é necessário que haja uma atenção especial em

pesquisas acerca da composição mineral em plantas forrageiras. Dos muitos minerais importantes que conhecemos, podemos destacar o fósforo, o potássio, o cálcio, o magnésio e o enxofre, cujas fontes mais econômicas e viáveis são as plantas forrageiras (HOPKINS; ADAMSON; BOWLING, 1994).

Em um sistema consorciado sorgo - soja, o corte rente ao solo, proporciona um maior rendimento de matéria seca, massa verde e proteína bruta, além disso, observou-se também um melhor rendimento forrageiro e de proteína bruta com a precocidade da semeadura (ALCÂNTARA et al., 2011).

Considerando que o sistema de consórcio é uma excelente alternativa para que o produtor possa atenuar seus custos e melhorar a qualidade de seu produto, Nesse trabalho, objetivou-se avaliar o rendimento de forragem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) consorciado na entrelinha com a cultura da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) e no monocultivo em função das diferentes doses de nitrogênio e fósforo, visando determinar a dose adequada desses nutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Fazenda Milanez no município de Itutinga-MG durante os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. A propriedade situa-se no sul do Estado a uma altitude média de 960 m, latitude 21° 17' Sul e longitude de 44° 40' Oeste. O solo é classificado como cambissolo, de textura argilosa, sob vegetação de campo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999). Na Tabela 1 encontram-se os dados referentes as análises química e física do solo da área experimental. O clima é do tipo Cwb (subtropical moderado úmido), segundo classificação de Köppen, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A precipitação anual média é de 1417 mm, com temperaturas máximas e mínimas de 22,6° e 15,8° C, respectivamente. Os dados de temperatura, precipitação e umidade relativa aos dois anos agrícolas encontram-se nos gráficos em anexo.

Tabela 1 Resultados das análises químicas da amostra do solo coletada na profundidade de 0-20 cm, na área experimental. UFLA, Lavras-MG 2010

Parâmetro	Unidade	Resultados
pH em H ₂ O	(1:2,5)	5,2(acidez média)
P (Merihlich 1)	mg dm ⁻³	1,8 (muito baixo)
K	mg dm ⁻³	96,0 (bom)
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	1,6 (médio)
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	0,5 (médio)
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,2 (muito baixo)
H + Al	cmol _c dm ⁻³	3,9 (médio)
Soma de bases	cmol _c dm ⁻³	2,1 (médio)
CTC efetiva	cmol _c dm ⁻³	2,2 (baixo)
CTC a pH 7,0 (T)	cmol _c dm ⁻³	6,0 (médio)
Saturação por bases (V)	%	51,0 (médio)
Saturação por Al ³⁺	%	12,0 (muito baixo)
MO	g kg ⁻¹	40,0 (bom)
P-rem	mg L ⁻¹	12,0
S	mg dm ⁻³	14,5 (muito bom)
Zn	mg dm ⁻³	0,6 (baixo)
Fe	mg dm ⁻³	33,1 (bom)
Mn	mg dm ⁻³	5,0 (baixo)
Cu	mg dm ⁻³	1,6 (bom)
B	mg dm ⁻³	0,3 (médio)
Areia	g kg ⁻¹	310
Silte	g kg ⁻¹	290
Argila	g kg ⁻¹	400

* Análises realizadas no Laboratório de fertilidade de solos do Departamento de Ciências do Solo da UFLA, Lavras, MG.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4+1, compreendendo 4 doses de N (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) aplicado em cobertura no sorgo com altura da planta de 30 a 40 cm e 4 doses de P₂O₅ (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) aplicados no sulco de plantio, acrescido de um tratamento adicional de monocultivo de sorgo do híbrido Volumax.

Os experimentos foram instalados em 06/11/2010 e 08/11/2011, com semeadura simultânea das duas culturas. As parcelas de sorgo tanto no consórcio como no monocultivo foram constituídas por três linhas com 10,0 m de comprimento, espaçadas de 80 cm com densidade de 8 plantas por metro, sendo considerada como área útil apenas a fileira central. O espaçamento e densidade utilizados acima foram definidos em trabalho anterior como os mais promissores para o sistema (SANTOS 2006).

Na soja cultivar conquista, foi utilizada densidade de 15 plantas por metro linear 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, tanto para o sorgo como a soja, utilizando densidade relatada anteriormente. Para a cultura da soja a adubação seguiu as recomendações feitas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999), sendo utilizada a adubação de 400 kg/ha da fórmula 02-30-16. No caso do sorgo consorciado utilizou-se no plantio 20 kg de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. No monocultivo do sorgo foi utilizado tratamento convencional com 20 kg de N, 100 kg de P₂ O₅ e 90 kg de K₂O no plantio, em cobertura foi utilizado 100 kg de N quando as plantas atingiram 30 a 40 cm de altura.

O preparo solo foi realizado com uma aração e duas gradagem em solo classificado como Cambissolo hálico (EMBRAPA, 2006), com atributos físico-químicos na camada de 0-20 cm e as interpretações de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), conforme indica a Tabela 1.

2.1 Características avaliadas

Rendimento de massa verde e matéria seca

Inicialmente procedeu-se a pesagem de todas as plantas da fileira útil com balança de carga máxima de 50 kg e precisão de 50 gr. O peso resultante foi convertido em kg ha^{-1} , obtendo-se a massa verde. Posteriormente, foram retiradas amostras das plantas de cada parcela, que foram trituradas e homogeneizadas. Desse material, foi retirada uma sub-amostra de 2 kg e pesada em balança de precisão para a determinação da matéria seca, que foi realizada, utilizando-se estufa de circulação forçada à temperatura de 65 °C até atingir peso constante. Determinado o valor da matéria seca foi feita a conversão para kg ha^{-1} (ALCÂNTARA et al., 2011).

Rendimento de Proteína bruta

A determinação de proteína bruta foi realizada a partir do material retirado para a determinação da matéria seca (ALCÂNTARA et al., 2011). Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey, com peneiras de 1,0 mm de bitola, guardado em recipiente hermeticamente fechado e devidamente identificados, sendo posteriormente enviados ao laboratório de Análise foliar da Universidade Federal de Lavras.

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

Rendimento de Fósforo e Cálcio

Esses elementos foram determinados por meio de digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados no extrato por colorimetria para fósforo e espectrometria de absorção atômica para cálcio. Posteriormente esses dados foram transformados para kg ha^{-1} na matéria seca.

2.2 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 e em monocultivo, utilizando a média dos dois anos agrícolas, adaptada de Yassin, Morais e Muniz et al. (2002). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio (kg ha^{-1}) da cultura do sorgo é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio (kg ha^{-1}) do sorgo obtido no ensaio doses de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo. UFLA, Itutinga/MG, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Quadrados médios						
FV	GL	MV	MS	PB	P	Ca
Bloco	2	5185895	166663	49752	15.3	1521.3**
P	3	25402361**	7204436**	253215**	61.2**	2962.2**
N	3	149301840**	5681956**	179132**	15.2**	4853.4**
P * N	9	66775775**	12930573**	91149**	34.6**	1746.9**
Cons * Mon	1	191013529**	5652675*	263	7.7	229.8
Resíduo	32	1692366	1041393.1	17533	5.7	245.5
CV (%)		3,58%	7,30%	16,11%	17,71%	13,9%

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

3.1 Rendimento de Massa Verde

O resultado da análise de variância para rendimento de massa verde da cultura do sorgo encontra-se na Tabela 2. Verificam-se diferenças significativas para todos os tratamentos testados, interação e consórcio x monocultivo.

Os níveis de fósforo testados alteraram significativamente o rendimento de massa verde apresentando variação de 34375 a 37875 kg ha^{-1} Tabela 3. Esses resultados podem ser considerados satisfatórios quando comparados aos observados por Alcântara (2010), que nessa mesma região obteve rendimento de

médio de 30384(kg ha⁻¹). A aplicação de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apresentou um aumento no rendimento de 10,18% em relação à testemunha e diferiu estatisticamente dos demais níveis aplicados. Esses resultados discordam dos obtidos por Benício et al. (2011) que estudando a produção consorciada de sorgo e *panicum maximum* sob diferentes fontes de fósforo, observaram maiores rendimentos de massa verde na ausência de adubação fosfatada.

Resultados similares foram obtidos com a utilização de nitrogênio em cobertura. A utilização da dose de 50 kg de nitrogênio propiciou rendimento de 40150 kg ha⁻¹ proporcionando um aumento de 4,37% em relação ao tratamento testemunha. Rodrigues Filho et al. (2006), estudando o efeito de três doses de nitrogênio na produção e composição de diferentes híbridos de sorgo, concluíram que a aplicação de níveis mais elevados de nitrogênio não proporciona aumento no rendimento, o que também foi verificado no presente trabalho

A interação entre os nutrientes aplicados fósforo x nitrogênio foi significativa indicando a importância entre esses fatores de produção, conforme indica a Tabela 3 e os gráficos 1 e 2. Avaliando-se os níveis de nitrogênio aplicados dentro das doses de fósforo, verifica-se que aumentos no rendimento de massa verde foram obtidos com a utilização de até 100 de fósforo. A utilização de doses de 0 e 50 kg de nitrogênio proporcionou decréscimo no rendimento com o aumento das doses de fósforo. Por outro lado, avaliando-se os níveis de P₂O₅ aplicados dentro das doses de nitrogênio, verifica-se também que aumentos no rendimento foram obtidos com a utilização de zero a 100 kg de P₂O₅. A dose 150 kg de P₂O₅ não proporcionou aumento no rendimento em função das doses de nitrogênio aplicadas. Resultados similares foram obtidos por Leite et al. (2007), que utilizando o híbrido de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] variedade BR-700 observaram interação das doses de P com as doses de N, influenciando significativamente o crescimento e a produção do sorgo

forrageiro. Nas doses de 100 e 140 kg ha⁻¹ de nitrogênio combinada com a dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foram obtidas as maiores produções de massa seca e massa verde da parte aérea, respectivamente.

Tabela 3 Resultados médios de rendimento de massa verde (kg ha⁻¹) obtidos no ensaio doses de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P ₂ O ₅				Médias
		0	50	100	150	
Doses de N	0	41625 (Aa)	40500 (Aa)	34000 (Bc)	37750 (Ab)	38468 b
	50	42500 (Aa)	40625 (Aa)	40625 (Aa)	36850 (Ab)	40150 a
	100	28125 (Bd)	31875 (Bc)	40000 (Aa)	35833 (Ab)	33958 c
	150	25250 (Cd)	38500 (Aa)	32158 (Bc)	35250 (Ab)	32789 d
Médias		34375 c	37875 a	36695 b	36420 b	
Médias Consórcio		36341 a				
Médias monocultivo		28116 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.

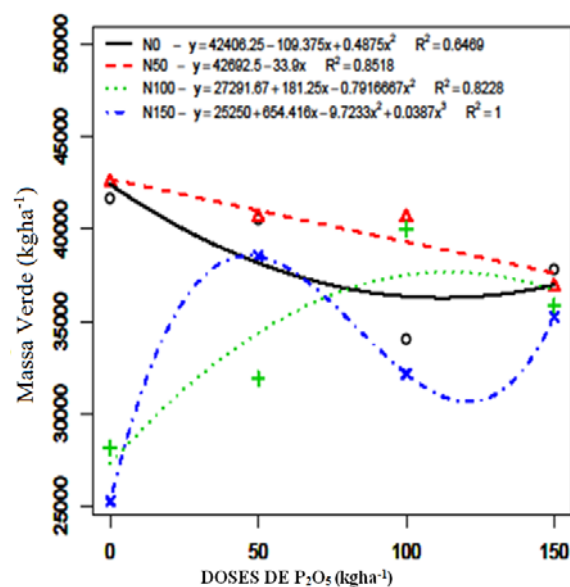


Gráfico 1 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

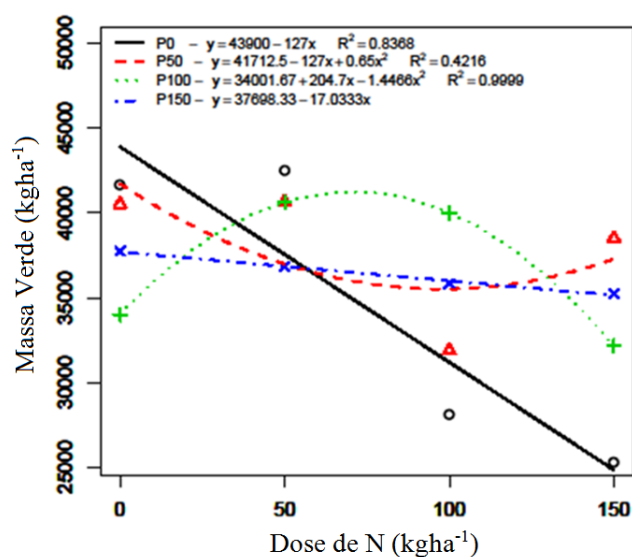


Gráfico 2 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada - UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo verifica-se que o teste F da análise de variância foi significativo para esse fator, indicando que o sorgo consorciado apresentou 29,25% (8225 kg ha^{-1}) a mais de rendimento de massa verde quando comparado ao monocultivo (Tabela 3). Resultados similares a esses foram obtidos por Rezende (1995), Santos et al. (2009) 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.

3.2 Rendimento de matéria seca

O resultado da análise de variância para rendimento de matéria seca da cultura do sorgo encontra-se na Tabela 2. Foram encontradas diferenças significativas para todos os tratamentos testados, interação e consórcio x monocultivo.

Os níveis de fósforo testados alteraram significativamente o rendimento de matéria seca apresentando variação de 13484 a 15118 kg ha^{-1} (Tabela 4). Esses resultados estão dentro do que é comumente observado na literatura (FLARESSO; GROSS; ALMEIDA, 2000; REZENDE et al., 2001; RODRIGUES FILHO et al., 2006; SILVA et al., 2004; VASCONCELOS, 2004), que apresentaram variação de $8,8 \text{ t ha}^{-1}$ a $27,4 \text{ t ha}^{-1}$. Leite et al. (2007), trabalhando nos atributos agronômicos do sorgo forrageiro em latossolos da Amazônia em função da adubação fosfatada, nitrogenada e calagem, também observou que a produção de matéria seca do sorgo foi influenciada

significativamente pela interação das doses de N e de P_2O_5 , onde houve variação de 9320 a 10524 kg ha⁻¹.

A aplicação de 100 kg ha⁻¹ de P_2O_5 apresentou um aumento no rendimento de 10,00% em relação à testemunha e diferiu estatisticamente dos demais níveis aplicados (Tabela 4). Esses resultados concordam com os obtidos por Leão (2006), que trabalhando com adubação fosfatada e estresse hídrico em qualidade de forragem do sorgo e da gliricídia constatou um aumento quadrático na matéria seca do sorgo com o aumento das doses de fósforo.

Resultados diferentes foram obtidos com a utilização de N em cobertura, não havendo diferença entre a testemunha e a dose de 50 kg de nitrogênio. A utilização da dose de 50 kg de N mostrou rendimento de 14642 kg ha⁻¹ proporcionando um aumento de 1,89%, apesar de não significativo em relação ao tratamento testemunha. Oliveira et al. (2005), estudando as características agrônômicas de cultivares de sorgo utilizando três doses de N, observou que a produção de matéria seca por hectare não diferiu entre as cultivares independente das doses testadas (50, 75 e 100 kg ha⁻¹), variando de 13000 a 18000 kg ha⁻¹.

A interação entre os nutrientes aplicados fósforo x nitrogênio foi significativa indicando a importância entre esses fatores de produção, conforme indica a Tabela 4 e os Gráficos 3 e 4. Avaliando-se os níveis de nitrogênio aplicados dentro das doses de fósforo, verifica-se que aumentos no rendimento da matéria seca foram obtidos com a utilização de 50 kg ha⁻¹ de N, porém, não diferiu da dose 0. Por outro lado, avaliando-se os níveis de P_2O_5 aplicados dentro das doses de N, verifica-se que os aumentos no rendimento foram obtidos com a utilização de 0 a 50 kg de P_2O_5 . Com a utilização da dose 0 de fósforo não se verificou diferença significativa das doses zero a 100 de nitrogênio. Com a utilização de 100 kg de fósforo não se verificou diferenças significativas entre os níveis de nitrogênio aplicados e com 150 kg de fósforo não é necessário

adubar com nitrogênio obtendo-se maior produtividade com 0 de nitrogênio (Tabela 4 e Gráficos 3 e 4). Resultados similares foram verificados por Leite et al. (2007) que utilizando o híbrido de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] variedade BR-700 observaram que a interação das doses de fósforo com as doses de nitrogênio, alteraram significativamente o crescimento e a produção do sorgo forrageiro. Nas doses de 100 e 140 kg ha⁻¹ de N combinada com a dose de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foram obtidas as maiores produções de massa seca e massa verde da parte aérea.

Tabela 4 Resultado médio de rendimentos de matéria seca (kg ha⁻¹) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P ₂ O ₅				
		0	50	100	150	médias
Doses de N	0	15589 (Aa)	11948 (Cb)	14605 (Aa)	15337 (Aa)	14369 a
	50	14919 (Aa)	16419 (Aa)	14900 (Aa)	12333 (Bb)	14642 a
	100	14932 (Aa)	11905 (Cb)	14740 (Aa)	13496 (Ba)	13768 b
	150	9533 (Bc)	13841 (Bb)	16230 (Aa)	12772 (Bb)	13094 b
Médias		13743 b	13528 b	15118 a	13484 b	
Médias Consórcio		13968 a				
Médias Monocultivo Sorgo		12554 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.

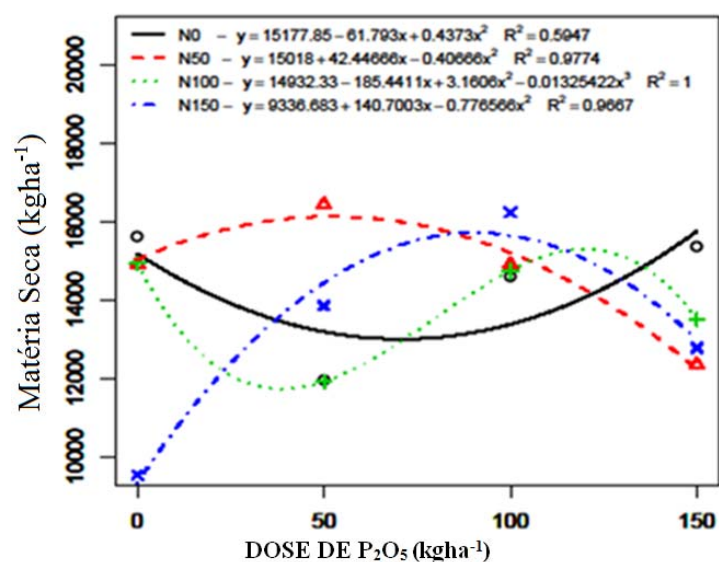


Gráfico 3 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de matéria seca obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

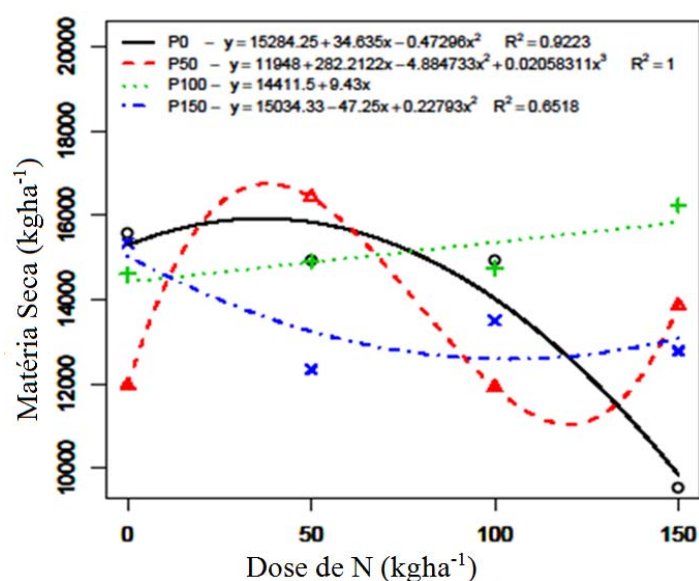


Gráfico 4 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de matéria seca obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo verifica-se que o teste F da análise de variância foi significativo para essa fonte de variação, indicando que o sorgo consorciado apresentou maior rendimento de matéria seca em relação ao monocultivo (Tabela 4). Da mesma maneira que ocorreu com o rendimento forrageiro de massa verde, o rendimento de matéria seca do sorgo (13968 kg ha^{-1}) no sistema consorciado superou o monocultivo (12554 kg ha^{-1}) em 11,27%, indicando que o rendimento de matéria seca do sorgo não é alterado pela presença da soja na entrelinha de semeio. Resultados também promissores foram obtidos por outros pesquisadores (SANTOS et al., 2009; SILVA, 1998), que também constataram aumentos no rendimento em favor do consórcio.

3.3 Rendimento de proteína bruta

O resultado da análise de variância para rendimento de proteína bruta da cultura do sorgo encontra-se na Tabela 2. Verifica-se que houve diferenças significativas para os tratamentos testados, interação e não houve significância para consórcio x monocultivo.

Os níveis de fósforo utilizados alteraram significativamente o rendimento de proteína bruta, havendo variação de 672 a 961 kg ha^{-1} (Tabela 5). Esses resultados são expressivos quando comparados aos obtidos por Alcântara (2010) e Santos (2006) que em trabalhos semelhantes na região obtiveram rendimentos médios de 975 e 855 kg ha^{-1} respectivamente.

Resultados obtidos com a utilização de nitrogênio em cobertura mostram que, a não utilização de nitrogênio, isto é, a dose 0 kg ha^{-1} de N, evidenciou rendimento de 928 kg ha^{-1} e não diferiu estatisticamente da dose de 50 kg ha^{-1} . Resultados concordantes a esses foram obtidos por Neres et al. (2003) que não observaram diferenças nos teores de proteína bruta do sorgo em consórcio com

milheto e capim pé-de-galinha, quando utilizada diferentes doses de N (0,20,40 e 60 kg ha⁻¹).

A interação entre os nutrientes aplicados fósforo x nitrogênio foi significativa indicando a importância entre esses fatores de produção, conforme indica a Tabela 5 e os gráficos, 5 e 6. Avaliando-se os níveis de nitrogênio aplicados dentro das doses de fósforo, verifica-se que aumentos no rendimento de proteína bruta foram obtidos com as doses de 0 a 100 kg de nitrogênio. Com a dose 0 e 50 kg de nitrogênio verificou-se aumentos no rendimento de proteína com 0 e 100 kg de fósforo. Por outro lado, com a utilização de 100 kg de nitrogênio, maior rendimento foi obtido na ausência de adubação fosfatada, tornando-se dispensável. Analisando os níveis de fósforo aplicados dentro das doses de nitrogênio, verificou-se comportamento semelhante no rendimento de proteína com a utilização da dose 0 e 100 kg de P₂O₅, mantendo-se os valores mais elevados com a utilização de 0 a 100 e 0 a 50 kg de nitrogênio respectivamente. Com a utilização de 0 e 150 kg de fósforo não foram observadas diferenças significativas em função dos níveis de nitrogênio aplicados.

Tabela 5 Resultados médios dos rendimentos de proteína bruta (kg ha⁻¹) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P ₂ O ₅				
		0	50	100	150	médias
Doses de N	0	1038 (Aa)	763 (Ab)	1080 (Aa)	832 (Ab)	928 a
	50	1189 (Aa)	820 (Ab)	1156 (Aa)	509 (Ac)	919 a
	100	1054 (Aa)	656 (Ab)	670 (Bb)	655 (Ab)	759 b
	150	563 (Ba)	652 (Aa)	813 (Ba)	691 (Aa)	680 b
Médias		961 a	723 b	930 a	672 b	
Médias Consórcio		821 a				
Médias Monocultivo Sorgo		831 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.

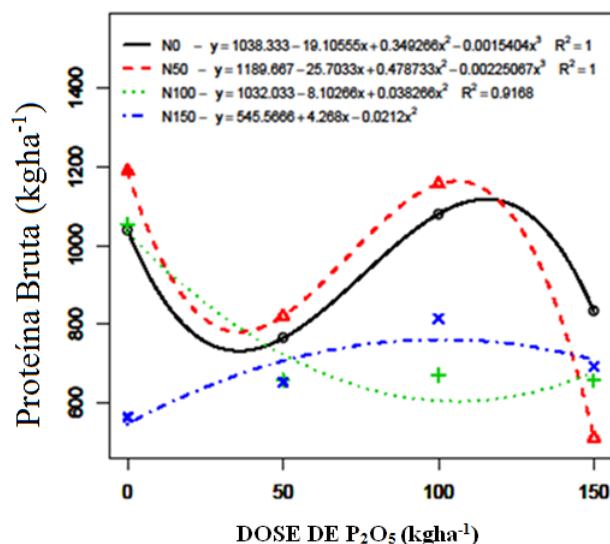


Gráfico 5 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de proteína bruta obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga - MG 2010/2011 e 2011/2012

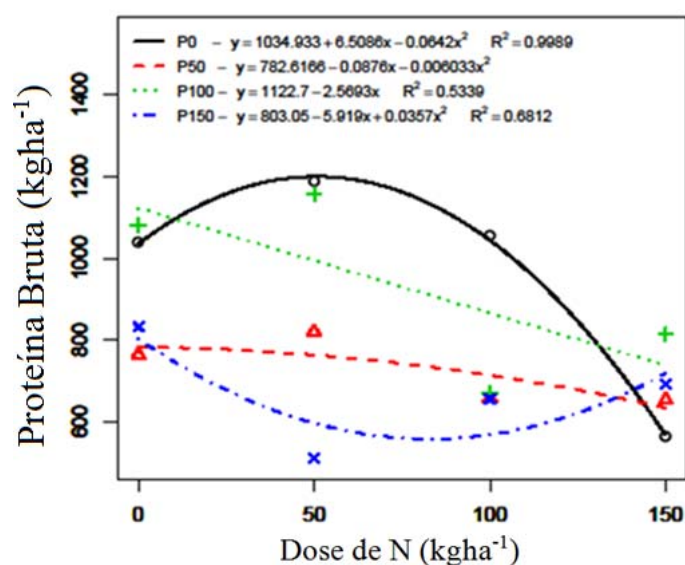


Gráfico 6 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de proteína bruta obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo verifica-se que o teste F da análise de variância, não foi significativo para esse fator, com valores de 821 e 831 kg ha⁻¹ para consórcio e monocultivo, respectivamente. Esses resultados podem ter ocorridos em função da baixa eficiência de resposta da adubação nitrogenada no sorgo, haja vista a ocorrência não significativa das doses 0 e 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 5).

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2006) que encontrou rendimentos de proteína bruta não significativos para o sistema consorciado e monocultivo. Segundo Keplin (1992), uma silagem de boa qualidade apresenta teor de proteína bruta na faixa de 7,1% a 8,0%. Flaresso, Gross e Almeida (2000) encontraram teores de proteína bruta para o sorgo variando entre 6,3% e 7,7%. De maneira geral, os valores de rendimento de proteína bruta observados nesse trabalho para a cultura do sorgo, isoladamente são considerados normais para a cultura dentro do padrão regional, sendo necessária para a alimentação de bovinos de leite uma suplementação com outras fontes.

3.4 Rendimento de Fósforo

O resultado da análise de variância para os rendimentos de fósforo na cultura do sorgo encontra-se na Tabela 2. Verifica-se que houve diferenças significativas para os tratamentos testados, interação e não houve significância para consórcio x monocultivo.

Os níveis de fósforo testados alteraram significativamente o rendimento do fósforo ocorrendo uma variação de 11.28 a 16.50 kg ha⁻¹. A aplicação de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apresentou um aumento no rendimento de 18,87% (2,62 kg ha⁻¹) (Tabela 6) em relação à testemunha e diferiu dos demais valores. Esses resultados concordam com os obtidos por Corrêa, Mauad e Rosolem (2004), que

trabalhando com adubação fosfatada e cobertura vegetal, constataram maiores teores de fósforo na planta de sorgo-de-guiné até a dose de 100 kg ha⁻¹ de fósforo. Resultados similares foram obtidos por outros pesquisadores que evidenciaram respostas positivas de altos níveis de fósforo em gramíneas forrageiras (HOFFMANN et al., 1996).

Em relação à utilização de nitrogênio em cobertura, a utilização da dose de 50 kg de nitrogênio mostrou rendimento de 14.5 kg ha⁻¹ proporcionando um aumento de 0,60 % em relação ao tratamento testemunha, embora não significativo. Rodrigues Filho et al. (2006), estudando em quatro híbridos de sorgo forrageiro o efeito de três doses de nitrogênio, concluíram que houve diferença entre os híbridos testados com as dosagens de 50, 75 e 100 kg/ha, porém, em apenas dois híbridos, cujas médias foram 0,45% e 0,54%.

A interação entre os nutrientes aplicados fósforo x nitrogênio foi significativa indicando a importância entre esses fatores de produção, conforme indica a Tabela 6 e os gráficos 7 e 8. Avaliando-se os níveis de nitrogênio aplicados dentro das doses de fósforo, verifica-se que com a utilização de zero (0) de nitrogênio maior rendimento foi obtido com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Por outro lado, com 50 kg de nitrogênio maiores rendimentos foram obtidos com a dose zero (0) e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Considerando os níveis de P₂O₅ aplicados dentro das doses de nitrogênio, verifica-se que aumentos no rendimento foram obtidos com a utilização da dose zero (0) e 100 de P₂O₅, no nível de 50 kg de nitrogênio. Observando esses valores, verifica-se que a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ favorecem o aumento do rendimento de fósforo constituindo uma maneira mais racional para a utilização desses níveis propostos no enriquecimento da silagem a ser produzida.

Tabela 6 Resultados médios dos rendimentos de fósforo (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P_2O_5				
		0	50	100	150	Médias
Doses de N	0	11.96 (Cb)	11.9 (Ab)	18.96 (Aa)	14.86 (Ab)	14.42 a
	50	19.63 (Aa)	11.6 (Ab)	17.83 (Aa)	8.96 (Bb)	14.50 a
	100	14.96 (Ba)	11.10(Aa)	11.4 (Ba)	13.86 (Aa)	12.83 b
	150	8.96 (Cb)	10.53(Ab)	17.8 (Aa)	11.83 (Bb)	12.28 b
Médias		13.88 b	11.28 c	16.50 a	12.38 c	
Médias consorcio		13.5 a				
Médias monocultivo		15.2 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.

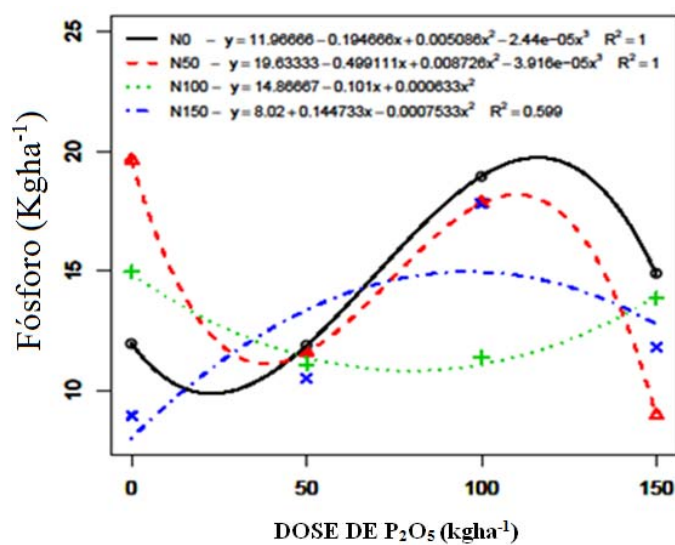


Gráfico 7 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

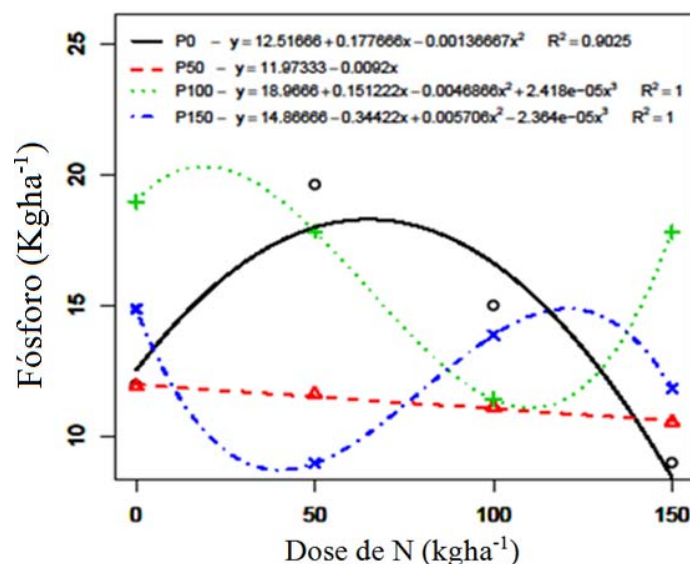


Gráfico 8 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo verifica-se que o teste F da análise de variância, não foi significativo para esse fator, indicando que o sorgo consorciado não apresentou diferenças estatísticas em relação ao monocultivo (Tabela 6). Levando-se em conta que no consórcio foi utilizado o resultado médio dos níveis (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅) era de se esperar aumentos no rendimento em relação ao monocultivo. Por outro lado, observando a Tabela 6, verifica-se que os níveis de (0, 50 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅) apresentam valores baixos, diminuindo assim a média final do valor consorciado, quando comparado ao monocultivo que se beneficiou de uma aplicação única de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Resultados de outros pesquisadores na mesma região verificaram resultados mais elevados. Santos et al. (2009) 39.49 e Alcântara (2010) com 21.7 kg ha⁻¹.

De acordo com as recomendações do National Research Council - NRC (1996), para gado de corte e em lactação a exigência em P é da ordem de 11 a 26 g dia⁻¹. Levando em conta os valores observados no presente estudo 15.2 kg ha⁻¹ esse seria suficiente pra manutenção dos animais no período de 1381 e 584 dias para gado de corte e lactação, sendo considerado satisfatório para finalidade proposta e dependente do tipo de animais.

3.5 Rendimento de cálcio

O resultado da análise de variância para os rendimentos de cálcio na cultura do sorgo encontra-se na Tabela 2. Verifica-se que houve diferenças significativas para os tratamentos testados, interação e não houve significância para consórcio x monocultivo.

Os níveis de fósforo testados alteraram significativamente o rendimento do cálcio, ocorrendo uma variação de 97.91 a 133.91 kg ha⁻¹ (Tabela 7). Esses resultados são satisfatórios quando comparados com Santos (2006), que obteve uma variação de 43.90 a 61.89 kg ha⁻¹ no estudo do consórcio sorgo-soja em diferentes sistemas de cortes, espaçamentos e densidades. Foram também superiores em relação aos obtidos por Alcântara (2010) que estudando o consórcio sorgo-soja em diferentes épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de corte, verificou-se uma variação de 61.26 a 74.50 kg ha⁻¹. A aplicação de 100 kg de P₂O₅ apresentou um aumento no rendimento de 16,97% (19.43 kg ha⁻¹) em relação à testemunha e diferiu das demais doses. Resultados similares foram verificados por Leão (2006), cujos resultados obtidos para acúmulo de cálcio na parte aérea das espécies estudadas em função das doses crescentes de fósforo, foram altamente significativos. Trabalhando com adubação em aveia-preta Nakagawa et al. (2003) observaram que o acúmulo de cálcio na parte aérea apresentou maior incremento nas maiores doses de fósforo.

Quanto à utilização de nitrogênio em cobertura. A utilização da dose de 50 kg de nitrogênio mostrou rendimento de 133.32 kg/ha proporcionando um aumento de 5,53% em relação ao tratamento testemunha embora não significativo. Rodrigues Filho et al. (2006), trabalhando com quatro híbridos de sorgo forrageiro submetidos a três doses de nitrogênio, constataram que houve significância para as dosagens de 75 e 100 kg ha⁻¹ proporcionando aumentos no rendimento.

A interação entre os nutrientes aplicados fósforo x nitrogênio foi significativa indicando a importância entre esses fatores de produção (Tabela 7 e Gráficos 9 e 10). Avaliando-se os níveis de nitrogênio aplicados dentro das doses de fósforo, constata-se que utilizando a dose zero (0) de nitrogênio, maior rendimento de cálcio foi obtido com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Com a utilização da dose 50 de nitrogênio não ocorreu diferenças no acúmulo de cálcio com 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Avaliando-se os níveis de P₂O₅ aplicados dentro das doses de nitrogênio, verifica-se que na dose 0, 50 e 100 kg de fósforo maiores rendimentos de cálcio foram obtidos com as doses 0 e 50 kg de nitrogênio.

Tabela 7 Resultados médios dos rendimentos de cálcio (kg ha⁻¹) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro do sorgo consorciado e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P₂O₅				Médias
		0	50	100	150	
Doses de N	0	126.70(Bb)	89.00(Bc)	167.00(Aa)	122.65(Ab)	126.33a
	50	156.60(Aa)	137.00(Aa)	157.66(Aa)	82.00(Bb)	133.32a
	100	109.33(Ba)	92.00(Ba)	100.33(Ba)	90.67(Ba)	98.08 b
	150	65.30(Cb)	99.70(Ba)	110.68(Ba)	96.33(Ba)	93.00 b
Médias		114.48 b	104.42 b	133.91 a	97.91 b	
Médias Consórcio			112.68 a			
Médias Monocultivo Sorgo			103.66 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.

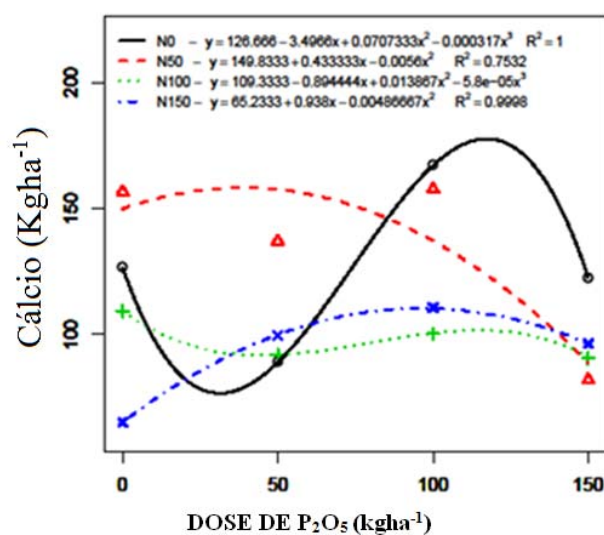


Gráfico 9 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

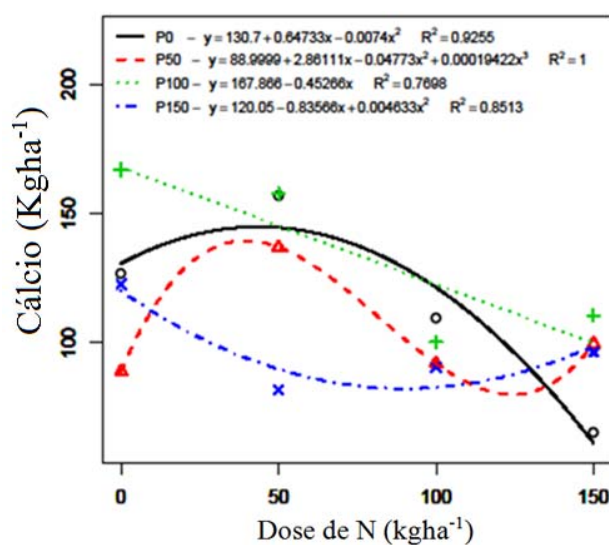


Gráfico 10 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo verifica-se que o teste F da análise de variância, não foi significativo para esse fator, indicando diferenças não significativas entre o sorgo consorciado e o monocultivo, embora o consórcio tenha apresentado 8,70% ($9,02 \text{ kg ha}^{-1}$) de aumento. Resultados diferentes a esses foram encontrados por Alcântara (2010), que estudando o acúmulo de cálcio obtido no consórcio sorgo-soja em diferentes épocas de semeadura, cultivares de soja e sistemas de cortes, obteve médias de ($50,05 \text{ kg ha}^{-1}$) para o monocultivo e ($66,54 \text{ kg ha}^{-1}$) para o consórcio, uma variação de 32,94%. Os valores médios de cálcio obtidos neste trabalho são suficientes para atender à grande maioria das categorias de gado de corte e de leite, cujas exigências são da ordem de 19 a 58 g dia^{-1} , conforme relata a NCR, sendo suficiente para atender a demanda de 20 animais por um período de 294 a 96 dias, respectivamente.

4 CONCLUSÕES

- Os níveis de nitrogênio e fósforo utilizados alteram o rendimento forrageiro, proteína, fósforo e cálcio.
- Recomenda-se a combinação de 50 kg de nitrogênio e 100 kg de fósforo como os níveis mais favoráveis para obtenção de rendimentos mais elevados.
- O sistema consorciado supera o monocultivo evidenciando maior rendimento forrageiro. O rendimento de proteína bruta, cálcio e fósforo não apresentaram diferenças significativas nos dois sistemas empregados.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, H. P. de. **Consórcio sorgo-soja: efeito de épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e de sistemas de cortes na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo**. 2010. 171 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- ALCÂNTARA, H. P. de et al. Rendimento e composição química da forragem de sorgo em diferentes épocas de semeadura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 728-734, jul./ago. 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Raleigh, 1990. v. 1, 684 p.
- BENÍCIO, L. P. F. et al. Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 2, p. 55-60, jun. 2011.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1231-1237, dez. 2004.
- CORTE, E. **Sistemas de corte no rendimento forrageiro do consórcio sorgosoja**. 2001. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil**. Londrina: EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2006. 220 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

EVANGELISTA, A. R. et al. Composição bromatológica de silagem de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr. 2005.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

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

GRIS, C. F. et al. Épocas de corte e cultivares na composição mineral de feno de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 413-419, mar./abr. 2008.

HOFFMAN, M. L. et al. Separating the effects of sorghum (*Sorghum bicolor*) and rye (*Secale cereale*) root and shoot residues on weed development. **Weed Science**, Champaign, v. 44, p. 402-407, 1996.

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.

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

LEÃO, D. A. S. **Estresse hídrico e adubação fosfatada no desenvolvimento inicial e na qualidade da forragem da gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)**. 2006. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006.

LEITE, A. R. P. et al. Produção de massa verde e altura de plantas de sorgo em função de diferentes níveis de nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 17., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

MIRANDA, G. A. et al. **Utilização de um simulador de erosão como ferramenta de educação ambiental.** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2010. 36 p. (Documentos, 116).

NAKAGAWA, J. et al. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 73-80, 2003.

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

NERES, M. A. et al. **Produção e composição bromatológica do capim pé-de-galinha [*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.], sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e milheto (*Pennisetum glaucum* L.) sob níveis de nitrogênio.** Campinas: EMBRAPA Informática Agropecuária, 2003. 9 p.

OLIVEIRA, R. de P. et al. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 45-53, 2005.

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

REZENDE, P. M. de et al. 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.

_____. Selection of soybean cultivars [*Glycine max* (L.) Merrill] as summer crops for Southern Minas Gerais State. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. p. 309.

RODRIGUES FILHO, O. et al. 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.

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

SANTOS, J. P. et al. Consórcio sorgo-soja XIII: efeito de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 397-404, mar./abr. 2009.

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

SILVA, A. G. de et al. 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.

TOMICH, T. R. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

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

YASSIN, N.; MORAIS, A. R. de; MUNIZ, J. A. Análise de variância em um experimento fatorial de dois fatores com tratamentos adicionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, 2002. Número especial.

CAPÍTULO 3

CONSÓRCIO SORGO-SOJA. DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO NO RENDIMENTO DA FORRAGEM, PROTEÍNA BRUTA E DE NUTRIENTES NAS CULTURAS CONSORCIADAS

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a composição e o rendimento da forragem nas culturas consorciadas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.Moench) e soja {*Glycine Max* (L.)Merrill} e, individualmente, no monocultivo em função das diferentes doses de N e P, visando determinar a dose adequada dos nutrientes testados na produção de forragem em condição de consórcio. A pesquisa foi conduzida na fazenda Milanez, no município de Itutinga-MG durante os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4+2. Utilizou-se 4 doses de N (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) no sorgo aplicado quando as plantas atingirem de 30 a 40 cm de altura e 4 doses de P₂O₅ (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) aplicados no sulco de plantio do sorgo, mais dois tratamentos adicionais de sorgo e soja em monocultivo. As plantas de sorgo e soja foram cortadas rente ao solo no estágio de grão farináceo e R5 respectivamente. Os níveis de nitrogênio e fósforo aplicados alteraram significativamente o rendimento forrageiro, proteína bruta e dos nutrientes fósforo e cálcio. As doses de até 50 kg de nitrogênio e 100 kg de fósforo são as mais indicadas para o sistema utilizado. O sistema consorciado de maneira geral supera o monocultivo mostrando maior rendimento forrageiro e forragem mais rica em proteína e cálcio.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the composition and yield of forage crops intercropped with sorghum (*Sorghum bicolor* L.Moench) and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), and individually in monoculture depending on the different doses of N and P, to determine the proper dosage of nutrients tested in forage production on condition of consortium and monoculture. The research was conducted in Milanez farm in the municipality of Itutinga-MG during the years 2010/11 and 2011/12. The experimental design was a randomized complete block design with three replications, with treatments arranged in a 4x4 factorial +2. We used four N rates (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) applied to sorghum in coverage, after cutting the plants intercropped and 4 doses of P₂O₅ (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹) applied in the furrow of the two cultures. The sorghum and soybeans were cut close to the ground in the dough stage and R5 respectively. The levels of nitrogen and phosphorus significantly altered the forage yield and nutrient addition, the system of intercropping generally outperformed the monoculture showing higher forage yield and forage richer in protein and nutrients.

1 INTRODUÇÃO

No atual mercado agropecuário, a competitividade encontra-se cada vez mais acirrada e os custos de produção mais elevados têm levado os agropecuaristas a buscarem formas mais eficientes e seguras de produção. Diante disso, uma forma eficiente de diminuir os custos de produção da pecuária de leite é diminuir os gastos com a alimentação.

O consórcio de plantas forrageiras é uma técnica realizada há alguns anos e consiste na prática de cultivo de duas ou mais culturas na mesma área visando aumentar a produtividade e a qualidade do produto obtido. Os sistemas consorciados são promissores na agricultura moderna visando ao aumento da eficiência de uso dos recursos naturais, amenização dos efeitos deletérios ao meio ambiente e aumento da lucratividade dos produtores (ALCÂNTARA, 2010; GHOSH et al., 2009; MACHADO, 2009; SANTOS, 2006).

Em regiões onde há uma intensa atividade da pecuária leiteira, como é o caso do Sul de Minas Gerais, o consórcio milho (*Zea mays*) – soja (*Glycine Max*) é um dos mais utilizados, pois a presença da gramínea é marcante. Dessa forma, o agropecuarista deve buscar e adotar novas técnicas de produção que venham a produzir um alimento mais econômico, sem perda de qualidade. A crescente procura por milho para 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 parecido ao do milho. Nessa atual conjuntura, a produção de forragem, a partir de sorgo e soja, na própria fazenda, tem se destacado como uma alternativa para a produção de concentrados proteicos a custos menores.

A utilização do sorgo na produção de forragem tem assumido um crescente e importante papel nos últimos anos no Brasil e no mundo, destacando-se como uma espécie resistente a fatores ambientais adversos, tal como o estresse hídrico (MIRANDA et al., 2010), proporcionando elevadas produções de massa seca por área, bom padrão de fermentação e alto valor nutritivo das silagens produzidas. Essa gramínea proporciona silagem a baixos custos de produção, com a possibilidade de uso da rebrota da planta, devido sua capacidade de conservar ativo seu sistema radicular. Tomich et al. (2004) observaram altas taxas de rebrota, próximas ou superiores a 90%, para 12 híbridos de sorgo avaliados para corte.

O manejo do corte visando ao aproveitamento da rebrota da planta de sorgo influencia significativamente a produção de massa na rebrota, fazendo-se necessário o estudo das melhores alternativas de manejo para maximização da produtividade (ALCÂNTARA, 2010; SANTOS, 2006). Em um sistema consorciado sorgo - soja, o corte rente ao solo, proporciona um maior rendimento de massa verde, matéria seca e proteína bruta, além disso, observou-se também um melhor rendimento forrageiro e de proteína bruta com a precocidade da semeadura (ALCÂNTARA et al., 2011).

Considerando que o sistema de consórcio é uma excelente opção para que o produtor possa atenuar seus custos, sem afetar a qualidade de seu produto, conduziu-se esse trabalho com o objetivo de avaliar no consórcio sorgo-soja, doses de nitrogênio e fósforo no rendimento da forragem das culturas consorciadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Fazenda Milanez no município de Itutinga-MG durante os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12. A propriedade, situa-se no Sul do Estado, na microrregião alto rio grande a uma altitude média de 960 m, latitude 21° 17" Sul e longitude de 44° 40" Oeste. O clima é do tipo Cwb (subtropical moderado úmido), segundo classificação de Köppen, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A precipitação anual média é de 1417 mm, com temperaturas máximas e mínimas de 22,6° e 15,8° C, respectivamente. Os dados climatológicos dos dois anos estão nos gráficos 1 e 2 e os dados de análise química do solo está na tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4+2. Utilizaram-se 4 doses de N (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) aplicado em cobertura no sorgo com altura das plantas entre 30 a 40 cm e 4 doses de P₂O₅ (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) aplicados no sulco de plantio, mais um tratamento adicional de sorgo e soja em monocultivo. Os materiais utilizados foram para o sorgo o híbrido Volumax e para a soja a cultivar Conquista de boa adaptação e capacidade de rebrota na região.

Os experimentos foram instalados em 06/11/2010 e 08/11/2011 com semeadura simultânea das duas culturas. As parcelas de sorgo tanto no consórcio como no monocultivo foram constituídas por três linhas com 10,0 m de comprimento, espaçadas de 80 cm com densidade de 8 plantas por metro, sendo considerada como área útil apenas à fileira central.

Na soja, foi utilizada densidade de 15 plantas por metro linear 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, tanto para o sorgo como a soja, deixando-se as densidades relatadas anteriormente, tanto no monocultivo como no consórcio. Para a cultura da soja a adubação seguiu as recomendações feitas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999), tanto no consórcio, como monocultivo utilizando 400 kg / ha da fórmula 02-30-16. No caso do sorgo consorciado foi utilizado no plantio 20 kg de N e 90 kg de K₂O e as adubações de N em cobertura foram realizadas quando as plantas atingiram 30 a 40 cm de altura e o fósforo aplicado no sulco de plantio de acordo com os tratamentos propostos. No monocultivo do sorgo foi utilizado tratamento convencional com 20 kg de N, 100 kg de P₂ O₅ e 90 kg de K₂O no plantio, em cobertura foi utilizado 100 kg de N.

As plantas consorciadas (sorgo e soja) foram cortadas isoladamente rente ao solo, sendo o corte realizado no estágio de grãos farináceos do sorgo e no estágio R5 para a soja. No monocultivo, as plantas de sorgo e soja foram cortadas da mesma maneira citadas acima, obedecendo às épocas apropriadas de cada cultura, citados acima. No caso da soja, nesse sistema foi empregado o espaçamento de 50 cm e 15 plantas por metro linear.

Antes da semeadura, foi realizada a inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum*, na proporção de 150 g de inoculante para 50 kg de semente, correspondendo a 1.200.000 bactérias por semente. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme necessidade das culturas envolvidas. O corte das plantas de sorgo e soja foi realizado simultaneamente, nas épocas já relatadas anteriormente, utilizando-se roçadora costal motorizada.

Tabela 1 Resultados das análises químicas da amostra do solo coletada na profundidade de 0-20cm, na área experimental. UFLA, Lavras-MG 2010

Parâmetro	Unidade	Resultados
pH em H ₂ O	(1:2,5)	5,2(acidez média)
P (Merihlich 1)	mg dm ⁻³	1,8 (muito baixo)
K	mg dm ⁻³	96,0 (bom)
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	1,6 (médio)
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	0,5 (baixo)
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,2 (muito baixo)
H + Al	cmol _c dm ⁻³	3,9 (médio)
Soma de bases	cmol _c dm ⁻³	2,1 (médio)
CTC efetiva	cmol _c dm ⁻³	2,2 (médio)
CTC a pH 7,0 (T)	cmol _c dm ⁻³	6,0 (médio)
Saturação por bases (V)	%	51,0 (baixo)
Saturação por Al ³⁺	%	12,0 (muito baixo)
MO	g kg ⁻¹	38,0 (bom)
P-rem	mg L ⁻¹	12,0
S	mg dm ⁻³	14,5 (muito bom)
Zn	mg dm ⁻³	0,6 (baixo)
Fe	mg dm ⁻³	33,1 (bom)
Mn	mg dm ⁻³	5,0 (baixo)
Cu	mg dm ⁻³	1,6 (bom)
B	mg dm ⁻³	0,3 (médio)
Areia	g kg ⁻¹	310
Silte	g kg ⁻¹	290
Argila	g kg ⁻¹	400

* Análises realizadas no Laboratório de fertilidade de solos do Departamento de Ciências do Solo da UFLA, Lavras, MG.

2.1 Características avaliadas

Rendimento de massa verde e matéria seca

Inicialmente procedeu-se a pesagem de todas as plantas da fileira útil com balança de carga máxima de 50 kg, o peso resultante foi convertido em kg ha⁻¹, obtendo-se a massa verde. Posteriormente, foram retiradas amostras das

plantas de cada parcela, que foram trituradas e homogeneizadas. Desse material, foi retirada uma sub-amostra de 200 gr e pesada em balança de precisão para a determinação da matéria seca, que foi realizada, utilizando-se estufa de circulação forçada à temperatura de 65 °C até atingir peso constante. Determinado o valor da matéria seca foi feita a conversão para kg ha⁻¹ (ALCÂNTARA et al., 2011).

Rendimento de Proteína bruta

A determinação de proteína bruta foi realizada a partir do material retirado para a determinação da matéria seca. Para isso, após a pesagem, o material foi moído em um moinho tipo Willey, com peneiras de 1,0 mm de bitola, guardado em recipiente hermeticamente fechado e devidamente identificados, sendo posteriormente enviados ao laboratório de Análise foliar da Universidade Federal de Lavras. O rendimento de proteína bruta foi calculado a partir do teor de nitrogênio, que foi determinado utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjeldahl, de acordo com as técnicas da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (1990) e os resultados convertidos para kg ha⁻¹.

Rendimento de P e Ca

A quantificação dos minerais foi realizada por meio de digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados no extrato por calorimetria para fósforo e espectrometria de absorção atômica para cálcio, de acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Posteriormente, os valores obtidos foram transformados para kg ha⁻¹.

2.2 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas para as características citadas anteriormente para o sorgo e soja consorciado e em monocultivo. Foi analisado o rendimento de massa verde total, obtido através da soma de massa verde obtida do sorgo + soja. A matéria seca, proteína bruta, P e Ca também foram analisados seguindo este mesmo raciocínio. 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.

Inicialmente foram realizadas análises de variâncias, análise conjunta dos dois anos tanto em monocultivo, como em consórcio. Posteriormente, foram realizadas análises combinadas (consórcio + monocultivo), utilizando-se o Software Sistema de análise de variância (SISVAR®) (FERREIRA, 2000), para as características citadas anteriormente para a cultura do sorgo e soja consorciados e em monocultivo de acordo com o esquema de análise de variância, adaptada de Yassin, Morais e Muniz (2002). As médias foram comparadas utilizando-se teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio das culturas consorciadas é apresentado na Tabela 2. Os coeficientes de variação encontrados estão baixos e dentro do padrão para esse tipo de pesquisa, indicando precisão satisfatória para os dados.

Tabela 2 Resumo da análise de variância para os rendimentos de massa verde, matéria seca, proteína bruta (kg ha⁻¹), P e Ca do consórcio sorgo-soja obtido no ensaio doses de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo. UFLA, Itutinga/MG, anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Quadrados médios						
FV	GL	MV	MS	PB	P	Ca
Bloco	2	6062173	322090.4	59093.6	15.72	1819.30
P	3	24104076**	5793207.4**	256085.1**	56.57**	2583.30**
N	3	153567590**	7638840.3**	220065.7**	22.07**	4877.91**
P*N	9	66229992**	13986522.4**	110521.9**	34.98**	2276.48**
Cons *Mon	1	259022925**	16615816.8**	80186.2**	0.04	2002.60**
Resíduo	32	1684767	1018149.8	17746.6	5.97	246.84
C.V %		3,44	6,76	13,32	15,97	12,05

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

3.1 Rendimento de Massa Verde

Verifica-se que todos os tratamentos testados, interação e consórcio x monocultivo foram significativo. Os níveis de N e P alteraram significativamente o rendimento de massa verde apresentando uma variação de 34061 a 41545 e 35735 a 38994, com aumento em relação à testemunha de 21,97 e 9,12%, respectivamente (Tabela 3). Em relação aos níveis de fósforo

aplicados, verifica-se que a aplicação de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não apresentaram diferenças entre si, mas diferiram do tratamento testemunha. Comparando-se as médias dos tratamentos adubados 38347 kg ha⁻¹ com a testemunha, verifica-se aumento de 7,31% (2612 kg ha⁻¹). No caso do nitrogênio observa-se que a aplicação de 50 kg de nitrogênio proporcionou aumento de 4,22% (1686 kg ha⁻¹). Nos níveis mais elevados houve decréscimo no rendimento (Tabela 3). Observando a média geral do ensaio 37694 kg ha⁻¹ pode-se verificar que a mesma encontra-se acima da média de outros trabalhos relacionados na região com essa linha de pesquisa (ALCÂNTARA, 2010; LEITE et al., 2007; SANTOS, 2006).

Em relação à interação N x P estudando o comportamento do fósforo, verifica-se que com a dose zero de fósforo dentro dos níveis de nitrogênio, observa-se uma queda acentuada nos rendimentos a medida que se aumenta a dose, obtendo-se a menor média 35735 kg ha⁻¹ (Tabela 3 e gráfico 3). Com a utilização de 50 e 100 kg ha⁻¹ de fósforo os níveis de nitrogênio aplicados apresentam maior média de 38994 e 38398 kg ha⁻¹ e com 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ as respostas ao nitrogênio não apresentam significância. Por outro lado, em relação à aplicação de 50 kg de nitrogênio, verifica-se maior valor médio 41545 kg ha⁻¹ de massa verde, o que comprova a eficácia desta dose em relação aos níveis de fósforo aplicados não ocorrendo diferenças significativas de 0 a 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 3 e Gráficos 1 e 2). É importante ressaltar que as médias mais elevadas são obtidas com a dose de 50 kg de nitrogênio e 0 a 100 kg de P₂O₅, o que nos leva a crer ser esses os níveis máximos recomendados para esse sistema (Tabela 3 e Gráficos 1 e 2). Leite et al. (2007) verificaram que a interação das doses de fósforo com nitrogênio alteraram significativamente o rendimento do sorgo forrageiro. A combinação das doses 140 de nitrogênio e 150 de fósforo foram responsáveis pelos maiores rendimentos obtidos.

Tabela 3 Resultados médios de rendimentos de massa verde (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P_2O_5				
		0	50	100	150	médias
Doses de N	0	43125(Aa)	41312(Aa)	35873(Bc)	39125(Ab)	39859 b
	50	44166(Aa)	41791(Aa)	42250(Aa)	37975(Ab)	41545 a
	100	29458(Bd)	33375(Bc)	41250(Aa)	37166(Ab)	35312 c
	150	26191(Cc)	39500(Aa)	34220(Bb)	36333(Ab)	34061 d
Médias		35735 b	38994 a	38398 a	37649 a	
Médias Consórcio		37694 a				
Médias Monocultivo Sorgo		28116 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.

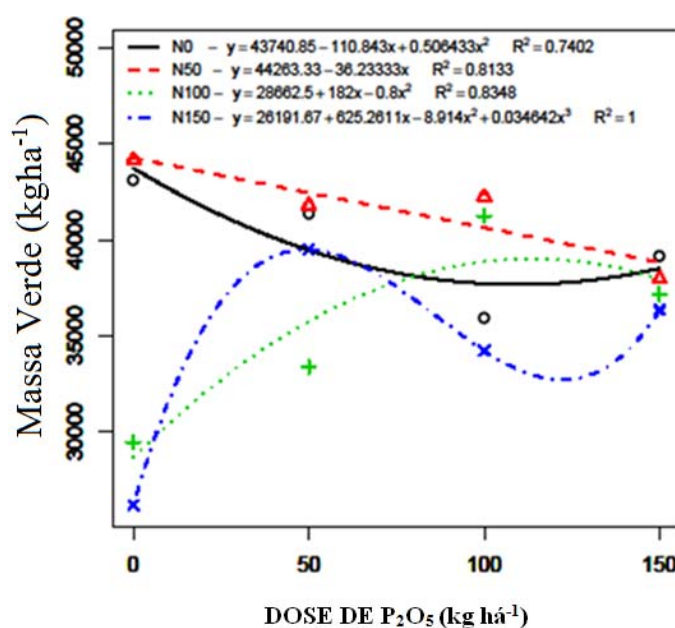


Gráfico 1 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

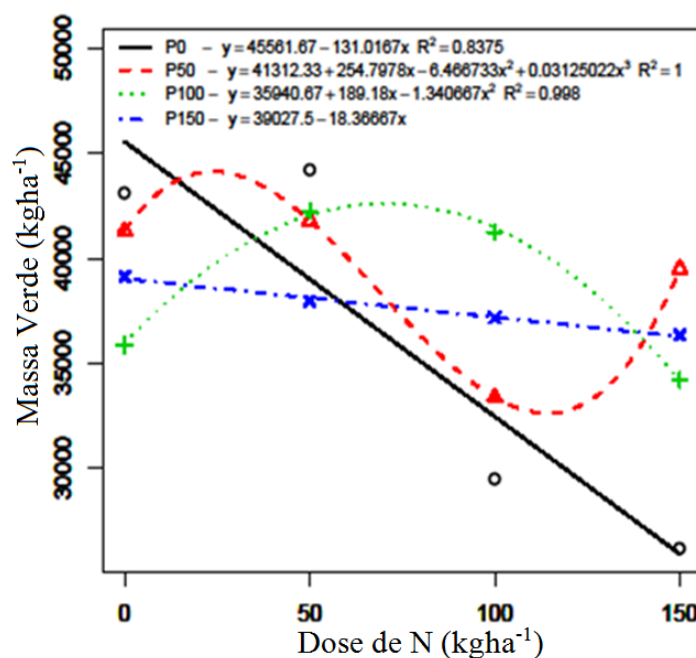


Gráfico 2 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo verifica-se que o consórcio apresentou rendimento superior ao monocultivo em 34,07% (9578 kg ha^{-1}) esses resultados eram até certo ponto esperados, pois no consórcio além dos tratamentos N e P utilizado foi acrescentado o somatório (sorgo+ soja). Esses resultados evidenciam que a presença da soja na entrelinha do sorgo, ao contrário do que muitos pensam, não compete com a gramínea. Resultados semelhantes foram obtidos por Alcântara (2010), Oliveira (1989), Rezende (1995) e Silva (1998), que também constataram aumento do consórcio sobre o monocultivo.

3.2 Rendimento de matéria seca

A semelhança do que ocorreu com a massa verde, a matéria seca também foi alterada significativamente pelos tratamentos e interação consórcio x monocultivo (Tabela 2).

Os níveis de N e P alteraram significativamente esse rendimento apresentando variação de 13892 a 15711 e 14501 a 16005 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores que também constataram aumentos no rendimento em função da aplicação de N e P. Em relação à adubação nitrogenada verifica-se que as doses 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ não proporcionaram diferenças significativas no rendimento. Por outro lado, a dose de 100 kg ha⁻¹ de fósforo proporcionou aumento em relação à testemunha no rendimento de 8,15% (1207 kg ha⁻¹) diferindo significativamente das demais doses (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Bressan et al. (2001), Cândido et al. (2002) e Gontijo Neto et al. (2002). Observando a média geral do ensaio 14979 kg ha⁻¹ constata-se que a mesma encontra-se acima da média de outros trabalhos realizados na região, Alcântara (2010), Leite et al. (2007) e Santos (2006), que também trabalharam com esse sistema de consórcio.

Levando em conta a interação N x P e verificando comportamento do nitrogênio dentro dos níveis de fósforo, constata-se que com a aplicação de 50 kg de nitrogênio não foram observadas variações significativas nas doses de P₂O₅, de zero (0) a 100 kg ha⁻¹, embora o maior valor 17439 kg ha⁻¹ tenha sido obtido com 50 kg de P₂O₅. Considerando dessa vez o efeito dos níveis de fósforo em relação ao nitrogênio, verifica-se que na ausência de adubação fosfatada não ocorreu diferenças significativas nos níveis de nitrogênio de zero (0) a 100 kg ha⁻¹. Por outro lado, com a utilização de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ocorreu aumento significativo com a utilização de 50 kg de nitrogênio, obtendo-se o maior valor

17439 kg ha⁻¹ de matéria seca, o que leva a acreditar ser a melhor combinação para o sistema empregado (Tabela 4 e Gráficos 3 e 4).

Tabela 4 Resultados médios dos rendimentos de matéria seca (kg ha⁻¹) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

Doses de P ₂ O ₅						
		0	50	100	150	Médias
Doses de N	0	16611(Aa)	12875(Cb)	15600(Aa)	16555(Aa)	15410 a
	50	16364(Aa)	17439(Aa)	15579(Aa)	13463(Bb)	15711a
	100	16067(Aa)	13174(Cb)	15919(Aa)	14458(Bb)	14904a
	150	10150(Bc)	14965(Bb)	16924(Aa)	13529(Bb)	13892b
Médias		14798 b	14613 b	16005 a	14501 b	
Médias Consórcio			14979 a			
Médias Monocultivo Sorgo			12554 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.

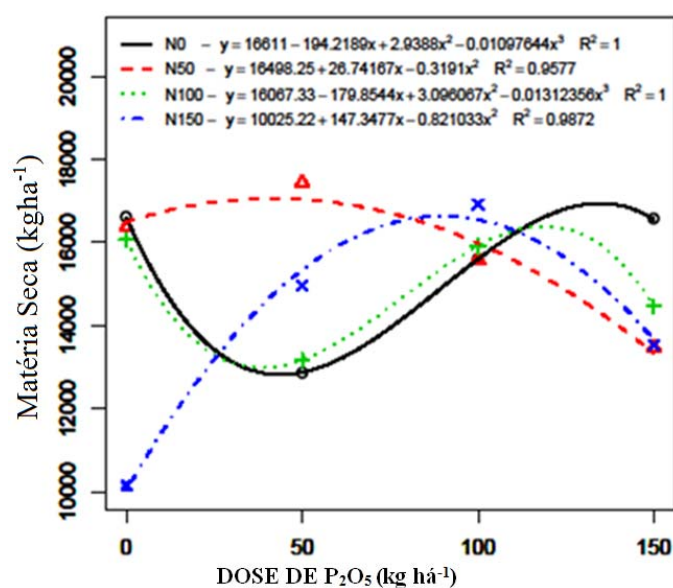


Gráfico 3 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de matéria seca obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada.UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

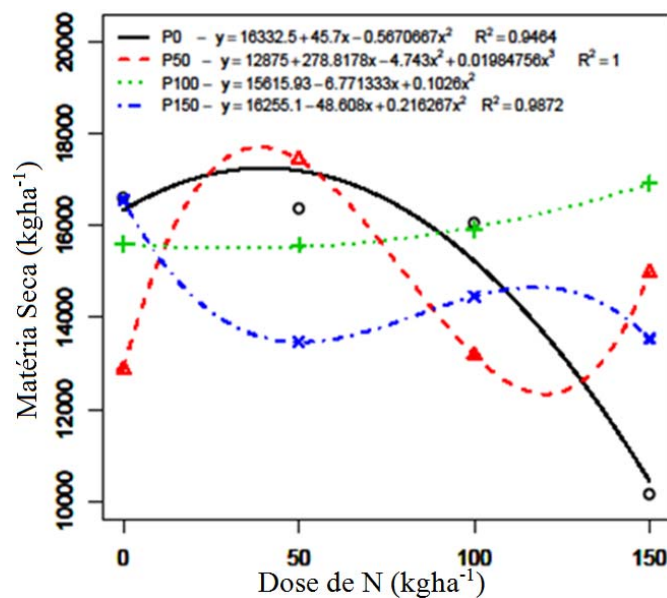


Gráfico 4 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo, a matéria seca apresentou resultados semelhantes ao da massa verde proporcionando um aumento de 19,37% (2425 kg ha^{-1}) em favor do consórcio. Resultados esses que também foram observados por Silva (1998), que verificou um acréscimo de 2,8%, Santos (2006) 12,8% e Corte (2001), que trabalhando com consórcio sorgo-soja na entrelinha, verificou que, em média, os sistemas consorciados superaram o monocultivo em 56,7%.

3.3 Rendimento de Proteína Bruta

Os tratamentos testados alteraram significativamente essa característica, o mesmo ocorrendo com a interação (N x P) e o consórcio x monocultivo (Tabela 2).

Os níveis de N e P aplicados apresentaram uma variação de 817 a 1103 e 857 a 1160 kg ha⁻¹ (Tabela 5) de proteína bruta. Resultados semelhantes foram observados por outros pesquisadores que também constataram aumentos no rendimento com adição desses nutrientes. Coutinho et al. (1986), Leão (2006) e Rodrigues Filho et al. (2006). De acordo com a média geral do consórcio 999 kg ha⁻¹, esses resultados são considerados satisfatórios quando comparados aos obtidos por outros pesquisadores na região, Alcântara (2010) e Santos (2006), que utilizando épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e sistemas de corte obtiveram resultados semelhantes.

Em relação à interação N x P, verifica-se efeito significativo para várias situações exceto na dose 50 kg de fósforo dentro de nitrogênio. Nas demais doses (0, 100 e 150 kg de P) observou-se que com 0 de fósforo, as doses de nitrogênio 0, 50 e 100 apresentaram mesmo comportamento. Na dose 100 de fósforo as doses 0 e 50 de nitrogênio não diferiram entre si e com 150 kg de fósforo não é necessária aplicação de nitrogênio. Resultados semelhantes ocorreram quando utilizaram a dose de 150 kg de nitrogênio em relação às doses de fósforo, não sendo obtidas diferenças significativas, podendo-se concluir que as doses de nitrogênio e fósforo na ordem de 150 kg não apresentam respostas significativas nessa característica para consórcio sorgo-soja. Resultados mais promissores para obtenção de níveis mais elevados de proteína podem ser observados nas doses de 50 de nitrogênio e 100 de fósforo (Tabela 5 e Gráficos 5 e 6).

Tabela 5 Resultados médios dos rendimentos de proteína bruta (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P_2O_5				
		0	50	100	150	Médias
Doses de N	0	1226(Aa)	898(Ab)	1240(Aa)	1044(Ab)	1102 a
	50	1462(Aa)	1003(Ab)	1260(Aa)	690(Bc)	1103 a
	100	1287(Aa)	859(Ab)	881(Bb)	873(Bb)	975 b
	150	665(Ba)	825(Aa)	959(Ba)	822(Ba)	817 c
Médias		1160 a	896 b	1085 a	857 b	
Médias Consórcio		999 a				
Médias Monocultivo		831 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.

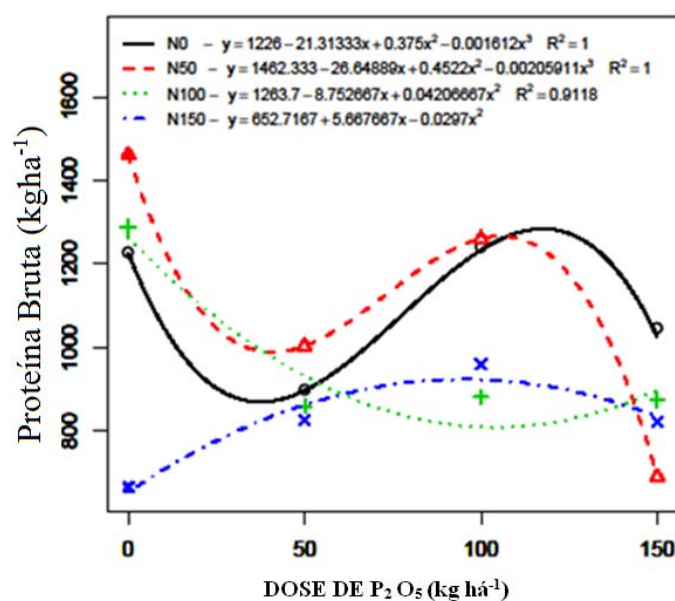


Gráfico 5 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de proteína bruta obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

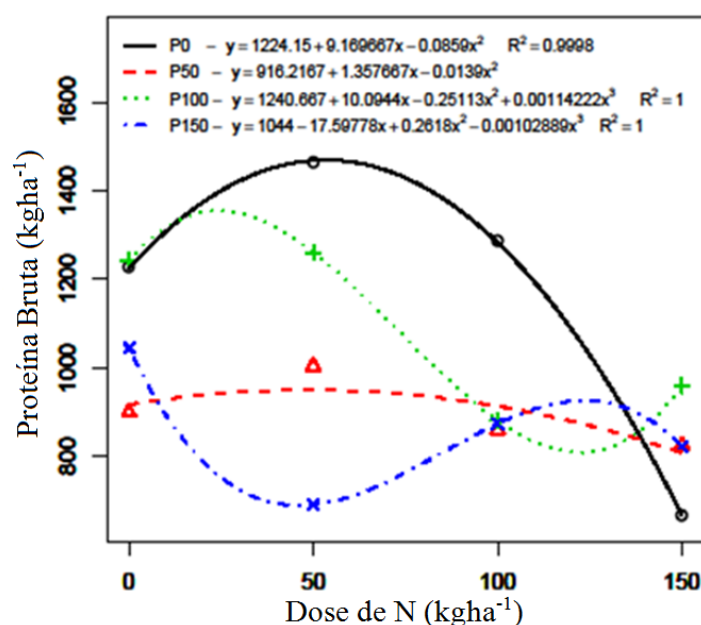


Gráfico 6 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de massa verde obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo, aumentos significativos foram observados com o consórcio que superou o monocultivo em 20,21% (168 kg ha⁻¹). Esses resultados eram de certo esperados, pois para obtenção dessa média levou-se em conta os níveis de nitrogênio e fósforo utilizados mais o somatório de proteína obtida com a soja. Resultados semelhantes foram obtidos por Rezende et al. (2005) e Silva et al. (2003, 2004) que na mesma região também observaram acréscimos significativos no rendimento de proteína bruta em favor do consórcio (Tabela 5).

Os resultados obtidos no presente trabalho destacam a importância do consórcio com leguminosas, pois acredita-se seja grande a contribuição da soja nesse sistema principalmente na adição de proteína melhorando o seu valor nutritivo.

3.4 Rendimento de fósforo

Essa característica foi alterada significativamente em função dos tratamentos testados (N e P) e também a interação, o mesmo não ocorrendo com o contraste consórcio x monocultivo (Tabela 2). Os níveis de N e P aplicados apresentaram uma variação de 13.55 a 16.53 e de 13.15 a 18.15 kg ha⁻¹ (Tabela 6). Em relação aos níveis de nitrogênio aplicados, verifica-se que não ocorreu diferenças significativas entre a dose 0 e 50 kg. Por outro lado, o fósforo foi significativamente alterado com a dose 100 kg ha⁻¹ que proporcionou um aumento de 15,75% (2,47 kg ha⁻¹) em relação à testemunha. Resultados semelhantes foram observados por vários pesquisadores que também constataram aumentos no rendimento em função desses nutrientes (CORDEIRO et al., 1986; CORRÊA; MAUAD; ROSOLEM, 2004; COUTINHO et al., 1986; LEITE et al., 2007; RODRIGUES FILHO et al., 2006).

De acordo com a média geral obtida no consórcio 15.28 kg ha⁻¹ de fósforo, esses resultados podem ser considerados satisfatórios quando comparados aos obtidos por outros pesquisadores que nessa mesma região trabalhando com épocas de semeadura, sistemas de corte e cultivares de soja, constataram valores semelhantes aos obtidos no presente trabalho (ALCÂNTARA, 2010).

No caso da interação N x P, observando o comportamento da dose zero (0) de nitrogênio dentro dos níveis de fósforo, verifica-se que o máximo de fósforo é obtido com a dose de 116 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Gráfico 7). No entanto, observando o teste de médias da Tabela 6, nota-se que as doses de fósforo zero (0), 50 e 150 não apresentam diferenças significativas (Tabela 6). Por outro lado, utilizando-se a dose 100 de fósforo, verifica-se que os maiores rendimentos de fósforo são obtidos quando a dose de nitrogênio é 13 kg ha⁻¹ (Gráfico 8). Aumentos no rendimento de fósforo em função da aplicação desse elemento

também já foram constatados por outros pesquisadores (CORDEIRO et al., 1986; CORRÊA; MAUAD; ROSOLEM, 2004; COUTINHO et al., 1986; LEITE et al., 2007; RODRIGUES FILHO et al., 2006).

Em relação ao contraste consórcio x monocultivo, verifica-se que não ocorreram diferenças significativas entre esses dois sistemas, embora no sistema de consórcio tenha-se obtido maior rendimento (Tabela 6). Levando em conta que na média do consórcio foi utilizado o resultado médio dos níveis (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅) eram de se esperar aumentos no rendimento em relação ao monocultivo. Por outro lado, observando a Tabela 6, verifica-se que os níveis de (0, 50 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅) apresentam valores baixos, diminuindo assim a média final do valor consorciado, quando comparado ao monocultivo que se beneficiou de uma aplicação única de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Resultados de Alcântara (2010) observaram valores mais elevados (21.7 kg ha⁻¹) para o consórcio.

Os valores médios de fósforo obtido no ensaio 15.28 kg ha⁻¹ são suficientes para atender a grande maioria das categorias de gado de corte e de leite cuja exigência é da ordem de 11 a 26 g/dia, conforme recomendação da National Research Council - NRC (1996). Nessa situação o total de fósforo produzido no ensaio 15,28 kg seria suficiente para suprir um animal de 1389 a 587 dias, respectivamente. Levando em conta um rebanho de 50 cabeças para corte esse valor seria suficiente para 28 dias, tornando-se necessário a produção de um volume maior de silagem para atender essa demanda.

Tabela 6 Resultados médios dos rendimentos de fósforo (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

Doses de P ₂ O ₅						
		0	50	100	150	Médias
Doses de N	0	14.01(Cb)	14.11(Ab)	21.06(Aa)	16.96(Ab)	16.53 a
	50	21.55(Aa)	13.44(Ab)	18.85(Aa)	10.91(Bb)	16.18a
	100	17.24(Ba)	12.95(Aa)	13.63(Ba)	15.76(Aa)	14.89b
	150	9.95(Db)	12.12(Ab)	19.07(Aa)	13.08(Bb)	13.55b
Médias		15.68 b	13.15 c	18.15 a	14.17 c	
Médias Consórcio			15.28 a			
Médias Monocultivo Sorgo			15.16 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.

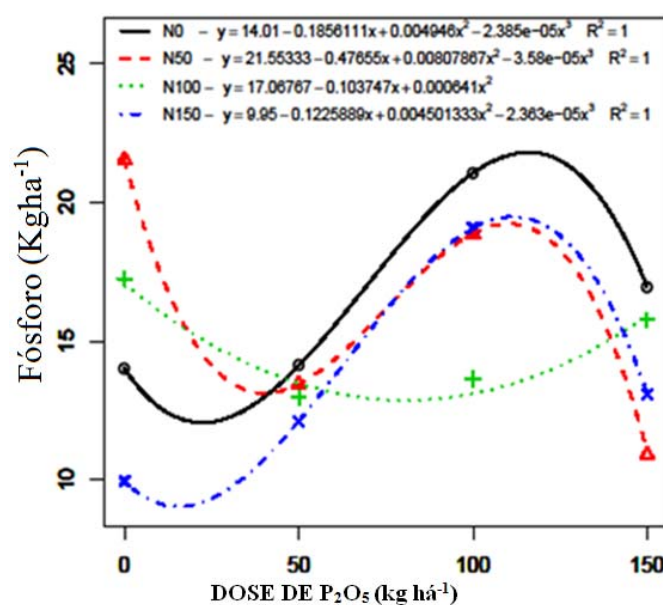


Gráfico 7 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

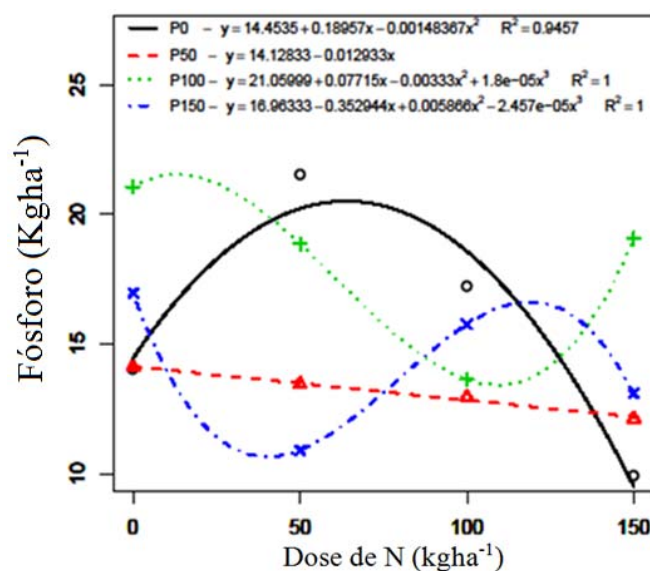


Gráfico 8 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de fósforo obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

3.5 Rendimento de cálcio

Essa característica foi alterada significativamente em função dos tratamentos testados, a interação e o contraste consórcio x monocultivo (Tabela 2).

Os rendimentos encontrados apresentaram uma variação de 107.28 a 150.37 e 115.07 a 137.27 kg ha⁻¹ para N e P respectivamente. A média geral observada para consórcio 130.30 kg ha⁻¹ é altamente relevante quando comparada aos trabalhos observados por Alcântara (2010) e Santos (2006), que nessa mesma região observaram valores de 52.82 e 66.54 kg ha⁻¹ para o monocultivo e consórcio.

Em relação à interação N x P, verificando o comportamento dos níveis de nitrogênio dentro do fósforo, verifica-se que com zero de nitrogênio o maior

rendimento foi obtido com 100 kg de fósforo, à medida que se adicionou 50 kg de nitrogênio o maior rendimento de cálcio foi obtido com zero de fósforo. Com a aplicação mais elevada de nitrogênio 100 kg não se observou diferenças significativas com aplicação de fósforo. Mediante esse estudo verifica-se que com a aplicação de zero e 100 kg de fósforo e zero a 50 kg de nitrogênio, obtém-se os resultados mais promissores para o aumento do conteúdo de cálcio (Tabela 7 e Gráficos 9 e 10). Por outro lado, estudando-se o comportamento das doses de fósforo dentro dos níveis de nitrogênio verifica-se que a utilização da dose zero a 100 kg de fósforo o maior rendimento de cálcio foi obtido com a dose de 50 kg de nitrogênio. Resultados similares foram obtidos por outros pesquisadores, como, Leão (2006), Nakagawa et al. (2003) e Rodrigues Filho et al. (2006), que também obtiveram resultados promissores com a utilização de nitrogênio e fósforo no aumento do acúmulo de cálcio.

Resultados semelhantes foram observados com o contraste consórcio x monocultivo. O maior rendimento de cálcio foi obtido com o sistema consorciado, que apresentou vantagem de 25,68% (26.63 kg ha^{-1}) em relação ao monocultivo (Tabela 7). Esses resultados concordam com os observados por Alcântara et al. (2010) e Leão (2006) que nessa mesma região observaram valores semelhantes. Esses resultados evidenciam, mais uma vez a importância do consórcio sorgo – soja na produção de alimento de melhor qualidade.

Os valores médios observados no consórcio $130.30 \text{ kg ha}^{-1}$ são suficientes para atender à grande maioria das categorias de gado de corte e de leite, cujas exigências são da ordem de 19 a 58 g dia^{-1} . Conforme relata a NCR, sendo suficiente para atender a demanda de 20 animais por um período de 342 a 112 dias, respectivamente.

Tabela 7 Resultados médios dos rendimentos de cálcio (kg ha^{-1}) obtidos no ensaio dose de nitrogênio e fósforo no rendimento forrageiro das culturas consorciadas e em monocultivo, UFLA, Itutinga – MG, anos agrícolas 2010/2011 e 2011/2012

		Doses de P_2O_5			
		0	50	100	150
Doses de N	0	145.80(Bb)	102.30(Bc)	183.87(Aa)	142.64(Ab)
	50	188.93(Aa)	148.76(Ab)	166.84(Ab)	96.95(Bc)
	100	135.17(Ba)	118.56(Ba)	116.81(Ba)	108.96(Ba)
	150	79.19(Cb)	116.55(Ba)	121.65(Ba)	111.75(Ba)
Médias		137.27 a	121.54 b	147.29 a	115.07 b
Médias Consórcio		130.30 a			
Médias Monocultivo Sorgo		103.66 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.

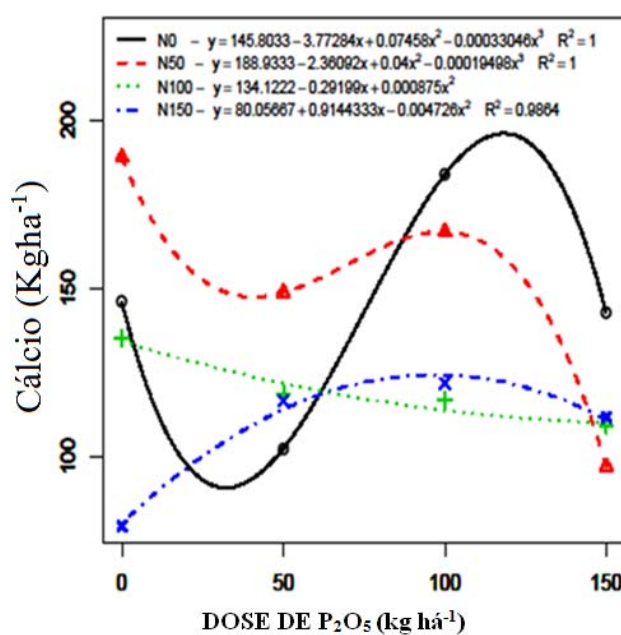


Gráfico 9 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de nitrogênio em função da adubação fosfatada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

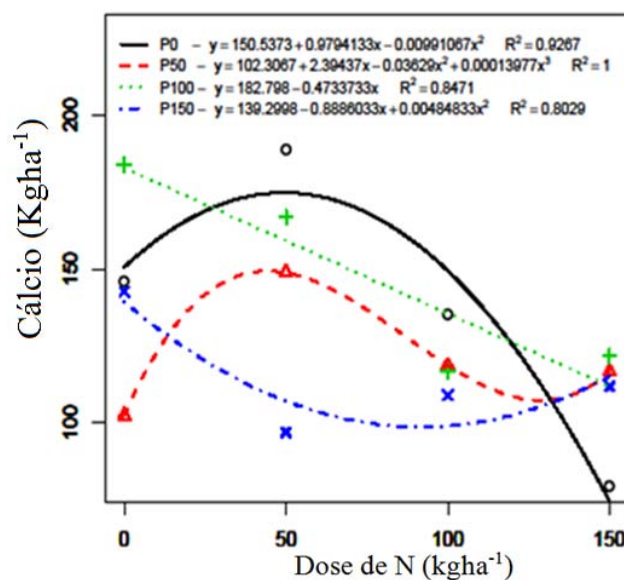


Gráfico 10 Representação gráfica e equação de regressão para rendimento médio de cálcio obtidos com níveis de fósforo em função da adubação nitrogenada. UFLA, Itutinga-MG 2010/2011 e 2011/2012

4 CONCLUSÕES

- Os níveis de nitrogênio e fósforo aplicados alteram significativamente o rendimento forrageiro, proteína bruta e dos nutrientes fósforo e cálcio.
- As doses de até 50 kg de nitrogênio e 100 kg de fósforo são mais indicadas para o sistema utilizado.
- O sistema consorciado supera o monocultivo mostrando maior rendimento forrageiro e forragem mais rica em proteína e cálcio.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, H. P. de. **Consórcio sorgo-soja: efeito de épocas de semeadura do sorgo, cultivares de soja e de sistemas de cortes na produção de forragem das culturas consorciadas na entrelinha e em monocultivo**. 2010. 171 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- ALCÂNTARA, H. P. de et al. Rendimento e composição química da forragem de sorgo em diferentes épocas de semeadura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 728-734, jul./ago. 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Raleigh, 1990. v. 1, 684 p.
- BRESSAN, W. et al. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 315-323, fev. 2001.
- CÂNDIDO, M. J. D. et al. Valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob doses crescentes de adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 20-29, jan./fev. 2002.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- CORDEIRO, D. S. et al. Efeito de doses de nitrogênio no índice de colheita de três híbridos comerciais de sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., 1986, Maceió. **Anais...** Maceió: EMBRAPA, 1986. p. 115-118.
- CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1231-1237, dez. 2004.
- CORTE, E. **Sistemas de corte no rendimento forrageiro do consórcio sorgosoja**. 2001. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

COUTINHO, E. L. M. et al. Efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produção de matéria seca do sorgo forrageiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., 1986, Maceió. **Anais...** Maceió: EMBRAPA, 1986. p. 111-114.

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

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows, versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

GHOSH, P. K. et al. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 43-50, Mar. 2009.

GONTIJO NETO, M. M. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in Vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 1640-1647, jul./ago. 2002.

LEÃO, D. A. S. **Estresse hídrico e adubação fosfatada no desenvolvimento inicial e na qualidade da forragem da gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)**. 2006. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006.

LEITE, A. R. P. et al. Produção de massa verde e altura de plantas de sorgo em função de diferentes níveis de nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 17., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado**

nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MIRANDA, G. A. et al. **Utilização de um simulador de erosão como ferramenta de educação ambiental.** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2010. 36 p. (Documentos, 116).

NAKAGAWA, J. et al. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 73-80, 2003.

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

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 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1989.

REZENDE, M. R. et al. Consórcio sorgo-soja XII: rendimento de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo consorciados na entrelinha, em dois sistemas de corte. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 59-71, jan./fev. 2005.

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

REZENDE, P. M. de et al. Adubação foliar I: épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, nov./dez. 2005.

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

RODRIGUES FILHO, O. et al. 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.

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

Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

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

SILVA, A. G. et al. 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.

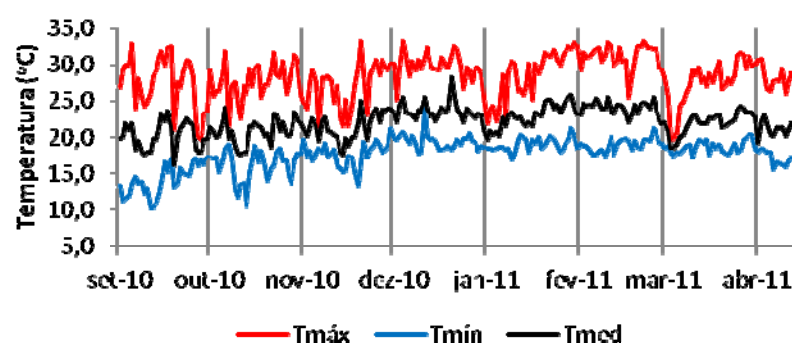
_____. Consórcio sorgo-soja X: seleção de híbridos de sorgo e cultivares de soja para produção de forragem. **Revista Brasileira de Agrociência**, Campo Grande, v. 10, n. 2, p. 179-184, abr./jun. 2004.

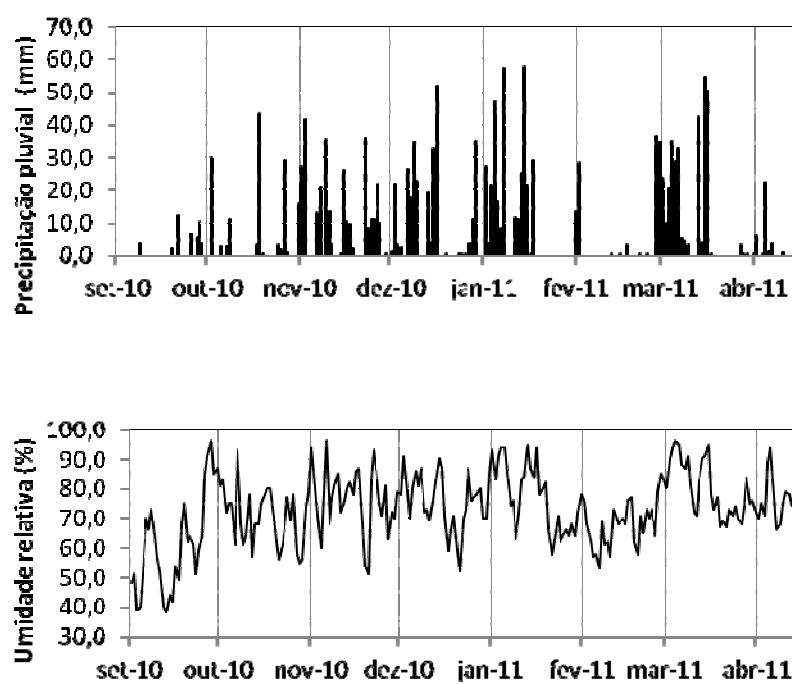
TOMICH, T. R. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

YASSIN, N.; MORAIS, A. R. de; MUNIZ, J. A. Análise de variância em um experimento fatorial de dois fatores com tratamentos adicionais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1541-1547, 2002. Número Especial.

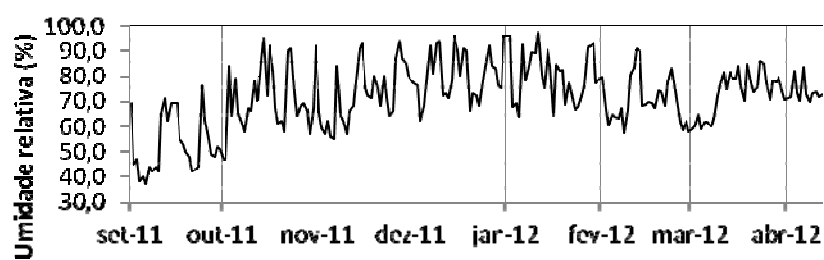
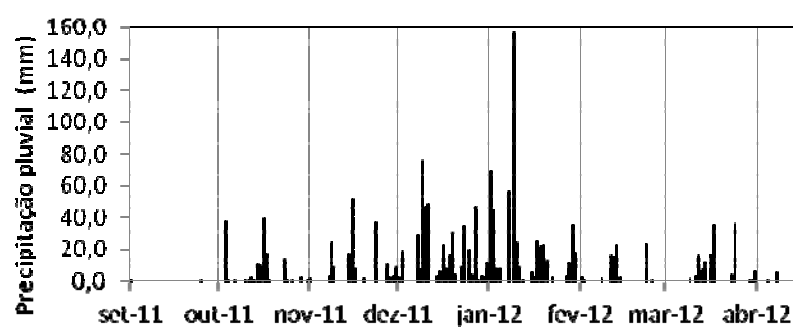
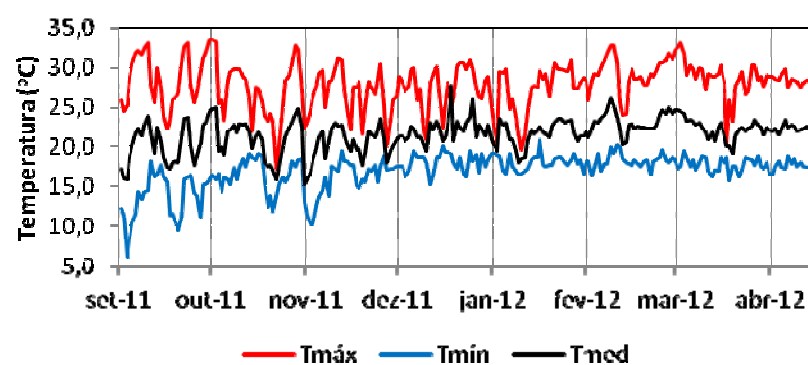
ANEXOS

ANEXO A - Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar o período de setembro de 2010 a abril de 2011 (dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA)

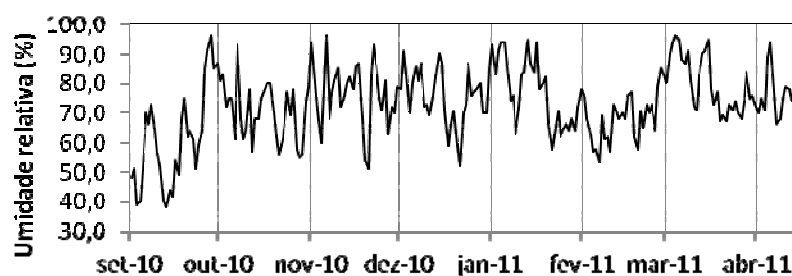
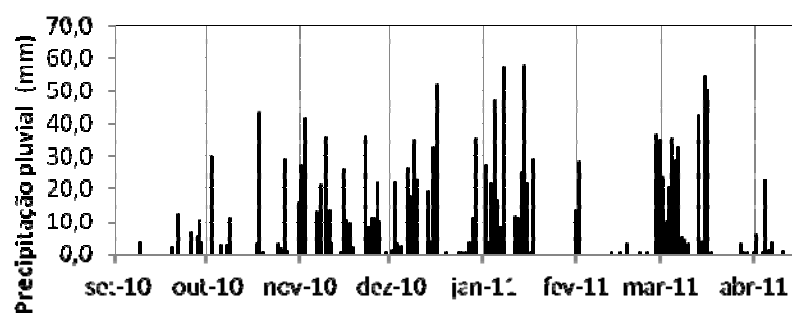
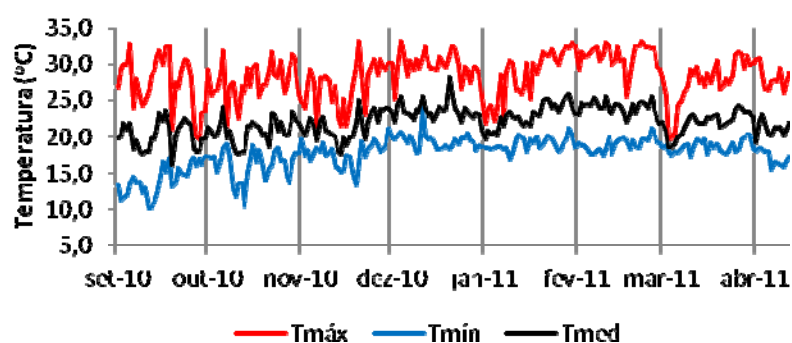




ANEXO B - Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar o período de setembro de 2010 a abril de 2011 (dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA)



ANEXO C - Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar o período de setembro de 2010 a abril de 2011 (dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFPA)



ANEXO D - Representação gráfica da temperatura média diária, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar o período de setembro de 2010 a abril de 2011 (dados coletados pela Estação Climatológica Principal de Lavras, MG e fornecidos pelo setor de Agroclimatologia do Departamento de Engenharia da UFLA)

