

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

FERNANDO CAPPELLESSO

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum
bicolor*) SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2011

FERNANDO CAPPELLESSO

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum
bicolor*) SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,
apresentado ao curso de Bacharelado em
Zootecnia, da Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, câmpus Dois Vizinhos, como
requisito parcial para obtenção do Título de
ZOOTECNISTA.

Orientador: Dr. Paulo Sergio Pavinato

DOIS VIZINHOS
2011



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curso de Bacharelado em Zootecnia
Câmpus Dois Vizinhos



**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum
bicolor*) SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Autor: Fernando Cappellesso

Orientador: Prof. Dr. Paulo S. Pavinato

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADO em 09 de dezembro de 2011.

Prof. Dr. Luiz Fernando G. de Menezes

Prof. Dr. Prof^ª. Dr^ª. Magali Floriano da
Silveira

Prof. Dr. Paulo S. Pavinato
(Orientador)

RESUMO

CAPPELLESSO, Fernando. Produção e qualidade do sorgo forrageiro (*Sorghum Bicolor*) sob adubação fosfatada. 2011, 26 f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2011.

O objetivo deste trabalho foi analisar a produção e qualidade do sorgo forrageiro sob pastejo simulado, com diferentes doses de fósforo na semeadura. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Dois Vizinhos, durante o período de verão de 2010/2011. O delineamento experimental foi de blocos completamente casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram compostos da cultura do sorgo cultivar jumbo, testando doses de: 0, 50, 100, 150 e 200 kg de P_2O_5 ha^{-1} sendo essas doses distribuídas na semeadura. A coleta do material forrageiro produzido foi realizada simulando o pastejo dos animais. Para determinação das características bromatológicas, o material coletado foi separado estruturalmente (folha, colmo), secado em estufa e moído em moinho para posterior determinação em laboratório. Os seguintes parâmetros foram avaliados: Produção de massa verde (MV), Produção e teor de massa seca (MS), teor de proteína bruta (PB), teor fibra em detergente neutro (FDN) e acúmulo de N, P e K pela parte aérea da planta. Não se encontrou melhor dose de fósforo, porém novos experimentos deverão ser desenvolvidos com avaliação de doses superiores de fósforo para se determinar a melhor dose.

Palavras-chave: acúmulo de N, análises bromatológicas, fósforo, matéria seca, matéria verde

ABSTRACT

CAPPELLESSO, Fernando. Production and quality of forage sorghum (*sorghum bicolor*) under phosphorus fertilization. 2011, 26 f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2011.

The objective of this study was to analyze the production and quality of forage sorghum under simulated grazing, with different levels of phosphorus at sowing. The work was conducted in an experimental Federal Technological University of Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos, during the summer of 2010/2011. The experimental design was completely randomized block with three replications. The treatments consisted of sorghum cultivar Jumbo, testing doses of 0, 50, 100, 150 and 200 kg P₂O₅ ha⁻¹ and these doses distributed in the seeding. The collection of material was performed by simulating forage production of grazing animals. To determine the characteristics bromatológicas, the collected material was separated structurally (leaf, stem), dried in an oven and ground in a mill for later laboratory determination. The following parameters were evaluated: Production of green mass (MV), Production and content of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber content (NDF) and accumulation of N, P and K by the party of the plant. There was no best dose of phosphorus, but new experiments should be developed with the evaluation of higher doses of phosphorus to determine the best dose.

Key-words: accumulation of N, chemical analysis, phosphorus, dry matter, matter green

SUMÁRIO

1.0	Introdução.....	.04
2.0	Revisão de Literatura.....	.05
2.1	Pastagens anuais de verão.....	.05
2.2	Uso do sorgo forrageiro.....	.07
2.3	Adubação fosfatada.....	.08
3.0	Material e Métodos.....	.09
4.0	Resultados e discussão.....	.12
5.0	Conclusão.....	.19
6.0	Literatura Citada.....	.20

1.0 INTRODUÇÃO

Visando aumentar a produtividade da pecuária, o uso de pastagens cultivadas de verão apresenta-se como uma alternativa estratégica à sustentabilidade e eficiência de uso da terra para criações de bovinos a pasto, isso em função do crescente processo de verticalização da atividade pecuária brasileira, com uso de mais tecnologia e aumento significativo de produtividade.

A pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*), em valores médios, produz menores quantidades de proteína comparada ao milheto, porém com maiores quantidades de massa, o que possibilita atingir melhores índices produtivos do rebanho. A produção e a qualidade da pastagem de sorgo é resultado do manejo ao qual está submetido, sendo também influenciado por fatores climáticos e pelo estágio de desenvolvimento das plantas. Em trabalho realizado por Oliveira et al. (2009), com adubação química de 350 kg ha⁻¹ de NPK da fórmula 06-28-08, os autores observaram que o sorgo apresentou valores médios de MS entre 21,1% a 28,7%, teores de PB foram entre 6,4% e 7,5%, os CHOs variaram de 17 a 19% e os teores de FDN variaram de 59 à 62%. Além destes, a produção também pode ser influenciada pelo potencial genético da cultura, qualidade da semente, época de semeadura, população de plantas, preparo e correção do solo, controle de plantas infestantes, pragas, doenças e principalmente pelo nível de fertilidade do solo (Alves Filho et al., 2003).

O fósforo é o nutriente mais limitante da produtividade de biomassa em solos tropicais, sendo importante para divisão celular, diretamente relacionado com o acúmulo de matéria seca, fotossíntese, formação de açúcares e amidos, também influenciando na absorção e no metabolismo de vários outros nutrientes, especialmente o nitrogênio (Novais & Smith, 1999). O fósforo aumenta a eficiência do nitrogênio absorvido, o qual se une às cadeias carbonadas incrementando, assim, a formação de novos tecidos, conseqüentemente, elevando o índice de área foliar e a longevidade das folhas fotossinteticamente ativas, as quais, sob condições ambientais favoráveis, elevam a eficiência do uso da radiação solar, aumentando, portanto, o acúmulo de matéria seca (Taiz & Zeiger, 2004).

Dessa forma, para se ter forragem adequada aos animais em pastejo, é necessário manejar as espécies forrageiras com o emprego de doses e fontes de adubos e forma conveniente de proceder à adubação. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar doses de fósforo na semeadura, para encontrar melhor produção e qualidade do sorgo forrageiro sob pastejo simulado.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pastagens anuais de verão

A pecuária na região sul do Brasil tem produção e diversidade de forragens durante todo o ano. Destaca-se os períodos de outono/inverno, com gramíneas hibernais que produzem menos volume de massa verde, porém uma melhor qualidade, e os períodos de primavera/verão, com gramíneas perenes e anuais, com altas produções de massa verde, mas com qualidade inferior as gramíneas hibernais, tornando-se um setor altamente produtivo (Martins, 2005; Olivo et al., 2009).

Segundo Assis (1997), quando se tem por base alimentar as pastagens, o sistema de produção de leite intensivo no Brasil pode se tornar altamente competitivo e viável, devido ao baixo custo de produção, sendo que as pastagens, na grande maioria das vezes são o volumoso de maior custo.

No entanto, segundo Fontaneli (2005) para obter uma pastagem de verão com elevada produção de massa verde e qualidade são necessários alguns procedimentos agrônômicos, como a escolha da área, escolha da espécie que se adapte às condições da região, correção de acidez e fertilidade do solo, sementes de boa qualidade, controle de plantas daninhas e excelente manejo, para posteriormente, poder transformar a forragem produzida em produto de origem animal.

No Brasil, as principais pastagens utilizadas para alimentação dos bovinos leiteiros e de corte são as gramíneas tropicais, devido ao seu rápido crescimento em condições favoráveis de temperatura e umidade no solo, concentrando mais de 70% da produção de matéria seca durante a primavera/verão (Santos, 2002).

Para que a produção de leite a pasto e a pecuária de corte tenham bom desempenho e consigam produzir o ano todo, é necessário fazer manejo adequado de pastejo e um planejamento forrageiro (Assis, 1997). Com isso, o uso de pastagens anuais cultivadas visa reduzir o efeito da luminosidade e temperatura na produtividade e na qualidade das pastagens em regiões subtropicais, aumentando a eficiência e a sustentabilidade produtiva e econômica (Tomich et al., 2006).

Com o intuito de assegurar o desenvolvimento sustentável e competitivo da pecuária leiteira e de corte, novas demandas e avanços tecnológicos estão surgindo. Essas cobranças fazem

com que haja novas mudanças no conceito de intensificação dos sistemas de produção, iniciando pela utilização de novas espécies forrageiras melhoradas e do consórcio das forrageiras com leguminosas e outras forrageiras (Skonieski et al., 2011).

De acordo com Silva & Nascimento Junior (2006), a intensificação de um sistema significa obter maior rendimento possível por unidade de produção. Porém, a intensificação do sistema de produção não é obtida somente com aumento de produtividade via uso de fertilizantes, irrigação, consórcio de gramíneas e leguminosas, utilização de novas forrageiras e suplementos, mas sim por meio de adequação do processo produtivo, com o objetivo de aumentar a eficiência produtiva.

Quando se tem como base alimentar para os bovinos as pastagens, os períodos críticos ocorrem no final de inverno, início da primavera e no final de verão e início do outono, quando as pastagens de inverno e verão estão no final de seus ciclos, respectivamente. Esses períodos não têm como ser evitados, porém podem ser amenizado com uso de pastagens anuais de ciclos diferenciados e através da utilização de silagem (Zago, 1997).

Nas regiões do Brasil onde as temperaturas são mais elevadas e constantes durante o ano todo, algumas gramíneas anuais como sorgo e o capim - Sudão estão sendo utilizadas para a alimentação dos bovinos, por serem cultivares com elevada produção de massa verde, resistem bem a altas temperaturas, e conseqüentemente, atendem à demanda por volumoso quando a disponibilidade de forragem no campo é baixa, melhorando a eficiência produtiva do rebanho (Rodrigues, 2000).

Corrêa & Freitas (1997) aplicaram doses de P_2O_5 de 0, 50, 100, 200, 400, e 800 kg ha⁻¹, e encontraram variações positivas na produção de massa seca e no fósforo extraído pelas plantas, em função das quantidades aplicadas. Meirelles et al. (1992), estudando doses de fósforo de 0, 45, 75, 100, 200, e 400 kg ha⁻¹ no capim-colonião, observaram que o número de perfilhos e a produção de massa seca aumentaram significativamente com o incremento das doses de fósforo.

As pastagens de verão são utilizadas para aperfeiçoar o desempenho animal e com isso obter maior eficiência do sistema produtivo. O sorgo forrageiro é uma alternativa interessante para a produção, com o fornecimento de alimento de boa qualidade, resultando em melhor desempenho animal, conseqüentemente, aumento nos índices produtivos do rebanho (Neumann et al., 2005).

2.2 Uso de sorgo forrageiro

O sorgo tem como centro de origem a África e parte da Ásia. Apesar de ser uma cultura muito antiga, somente a partir do século dezenove é que teve grande desenvolvimento em muitas regiões agrícolas do mundo. Nos países em desenvolvimento o sorgo, principalmente o granífero, destina-se a alimentação humana, enquanto que em países desenvolvidos é utilizado como alimento animal (House, 1985; EMBRAPA, 2010).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) se encontra na quinta colocação entre os cereais mais importados do mundo. É utilizado como fonte de alimento em grande parte dos países da África, do sul da Ásia e América Central. Na América do Sul, Austrália e Estados Unidos é um importante componente da alimentação animal (Santos, 1991).

Segundo Neumann et al. (2002), a cultura do sorgo no Brasil se adapta bem a região Sul, como plantio de verão, no Brasil central, em sucessão a plantios de verão e no nordeste, em plantios nas condições do semi-árido com alta temperatura e precipitação inferior a 600 mm anuais. Segundo Ribas & Machado (2010), nas regiões subtropicais do Brasil, o sorgo para pastejo não deve ser compreendido como a única solução forrageira para a alimentação da pecuária, ou como concorrente de outras fontes volumosas, mas sim como uma ótima alternativa para ser consorciada, com outras culturas no período de verão.

Quatro tipos de sorgos são cultivados no Brasil: o granífero, o forrageiro, o sacarino e o vassoura. Para utilização específica na agropecuária, o sorgo destinado a silagem e pastejo, com o uso de híbridos de elevada qualidade e produtividade, vem se transformando numa cultura de grande expressão para a produção animal, devido ao seu elevado potencial de produção, boa adequação à mecanização, reconhecida qualificação como fonte de energia para arraçamento animal, grande versatilidade (feno, silagem e pastejo direto), e adaptação a regiões mais secas. A grande resistência do sorgo às condições de estresse de umidade é em parte, devido ao controle mais efetivo da transpiração em relação a outras plantas cultivadas (Ribas, 2010).

A temperatura média anual de 18° C tem sido tomada como limite inferior para a cultura, ressaltando-se também, que a temperatura média diária na fase de florescimento deve ultrapassar 18° C. As melhores condições térmicas para a planta situam-se onde a temperatura do ar encontra-se entre 26- 30° C (Ribas, 2010).

Atualmente percebem-se na literatura poucos trabalhos sobre a utilização de sorgo forrageiro como gramínea de pastejo para os bovinos. A maioria dos trabalhos conduzidos com sorgo tem por finalidade estudar as competições entre cultivares, e observar a grande amplitude na produção de matéria seca da silagem ou produção de grãos.

2.3 Adubação fosfatada

Os nutrientes têm funções essenciais e específicas no metabolismo das plantas. Dessa forma, quando um dos nutrientes essenciais não está presente em quantidades satisfatórias ou em condições que o tornem pouco disponível, a sua deficiência nas células promove alterações no seu metabolismo (Mesquita et al., 2004).

O fósforo é o nutriente mais limitante da produtividade de biomassa em solos tropicais, sendo importante para divisão celular, está diretamente relacionado com o acúmulo de matéria seca, fotossíntese, formação de açúcares e amidos, também influenciando na absorção e no metabolismo de vários outros nutrientes, especialmente o nitrogênio (Maique & Monteiro, 2003).

O fósforo é exigido em menores quantidades que o nitrogênio e o potássio pelas plantas, porém trata-se do nutriente mais utilizado na adubação no Brasil. Isso se explica pela baixa disponibilidade deste elemento nos solos brasileiros e pela forte interação entre partículas de solo e íons fosfato, que reduz a disponibilidade de fósforo para ser absorvido pelas plantas. O fósforo é encontrado na solução do solo como íon ortofosfato, sendo que a predominância desta forma é dependente do pH do meio. Diversos minerais e compostos são fontes de fósforo para os solos, entre os quais estão: estrengita, variscita, hidroxiapatita e fluorapatita (Brito Filho et al., 1999).

A baixa disponibilidade de fósforo compromete não apenas o estabelecimento das plantas forrageiras, como também afeta sua produtividade e valor nutritivo, prejudicando o desempenho animal. A carência de fósforo causa distúrbios imediatos e severos no metabolismo e desenvolvimento das plantas e geralmente reduz o perfilhamento, retarda o desenvolvimento das gramíneas forrageiras e permite a ocupação do pasto por espécies invasoras. O fósforo é um macro nutriente, porém sua concentração nas plantas é baixa, com valores que raramente ultrapassam 5g kg^{-1} de MS. Concentrações mais elevadas ocorrem somente em culturas que tem na semente a parte mais importante na colheita (Wener, 1986).

Rupin (1997) em experimento com capim-elefante, avaliando formas de aplicação e doses de fósforo, concluiu que a concentração de fósforo na parte aérea diminuiu do primeiro para o segundo corte, independente a forma de aplicação. Já Senger et al. (1996), em um experimento realizado com forrageiras de inverno, mostrou que a adubação fosfatada aumenta a produtividade de matéria seca da pastagem, e os fosfatos solúveis proporcionam maiores produções que o fosfato natural.

O sorgo é bem utilizado na região sudoeste do Paraná devido sua alta qualidade e produção de foragem, os pecuaristas na maioria dos casos não utiliza nem um tipo de adubação, os que utilizam é apenas adubação nitrogenada. As recomendações de adubação fosfatada para as pastagens tem se baseado nos teores de fósforo obtidos nas análises de solo. Para o sorgo forrageiro as quantidades de P_2O_5 oscilam entre 30 e 100 kg ha⁻¹ para a formação de pastagens, e entre 20 e 60 kg ha⁻¹ para pastagens já estabelecidas (Monteiro, 1995).

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos, região Sudoeste do Paraná. Esta região apresenta clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa) sem estação seca definida, com verão quente com temperaturas médias de 22°C e inverno frio com temperaturas médias inferiores a 17°C, com densidade pluviométrica média de 2.100 mm por ano.

Para o desenvolvimento do experimento foi utilizada à espécie anual de verão sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L)), cultivar JUMBO. O trabalho foi conduzido durante o período de verão de 2010/2011. O experimento foi implantado em área de lavoura da fazenda da UTFPR, Dois Vizinhos, com semeadura realizada em novembro de 2010, época recomendada para as culturas anuais de verão, segundo Coelho (2010).

Os dados de precipitação pluviométrica foram coletados junto à estação meteorológica do INMET-SONABRA, disponível na própria área experimental. O solo da região é caracterizado como Nitossolo Vermelho Distroférrico típico (Ribas & Machado, 2010). As características químicas do solo da área experimental no momento da semeadura estão apresentadas na tabela 1. Pode-se destacar que o pH do solo encontrava-se na faixa ideal na camada de 0-10 cm e abaixo do ideal na camada de 10-20 cm, o que poderá restringir um pouco o desenvolvimento da

espécie. Também, apresenta altos teores de K, Ca e Mg e ausência de Al na forma livre no solo. O teor de P disponível está alto na camada de 0-10 cm e médio na camada de 10-20 cm (CQFS RS/SC, 2004).

Tabela 1. Características químicas do solo anteriormente ao cultivo do sorgo forrageiro. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Prof	pH	MO	P-Mehlich	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V
(cm)	CaCl ₂	%	mg dm ⁻³	----- cmolc dm ⁻³ -----			-----			(%)	
0-10	4,90	3,48	8,62	0,30	5,13	2,34	0,06	5,35	7,77	13,12	59,2
10-20	4,50	3,22	4,20	0,15	3,59	1,69	0,28	5,76	5,43	11,19	48,5

O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados, com três repetições. As parcelas experimentais foram de 5 x 5 m, sendo o espaçamento entre as fileiras de 40 cm, com uma profundidade de semeadura entre 3 a 5 cm, utilizando de 12 a 15 sementes por metro linear, com uma densidade de 15 kg de semente ha⁻¹. Os tratamentos foram compostos das doses de: 0, 50, 100, 150 e 200 kg de P₂O₅ ha⁻¹ sendo essas doses distribuídas na semeadura. A dose recomendada era de 100 kg para a cultura de sorgo, segundo análise de solo realizada no ano anterior.

Além disso, foi utilizado na semeadura uma dose de 25 kg ha⁻¹ de N e uma dose de 60 kg de K₂O usando como fonte a uréia e o KCl, respectivamente. Foram aplicadas ainda mais duas doses de 25 kg ha⁻¹ de N em cobertura, por ocasião do primeiro e terceiro cortes.

A coleta do material forrageiro produzido foi realizada em 0,50 m lineares em duas linhas de cultivo por parcela, equivalente a 0,40 m², quando a cultura atingir uma altura média entre 0,70 a 0,80 m, o restante do material da parcela foi cortado e retirado manualmente das parcelas, para o resíduo da cultura não influenciar nos resultados esperados, deixando um resíduo de planta com 0,20 m de altura para rebrote e nova coleta posterior. Para determinação das características bromatológicas, o material foi separado estruturalmente (folha, colmo), secado em estufa a 65°C por 72 horas, e moído em moinho tipo Wiley para posterior determinação dos seguintes parâmetros:

Produção de massa verde (MV) – foram coletadas amostras da forragem utilizando um quadrado de 0,50 m em duas linhas de plantio, que resulta na área de 0,40 m². Realizando o corte em altura semelhante ao pastejo, foi recolhida a massa de forragem, depois pesada essa amostra e

a partir disso, foi calculada a produção de massa verde ha^{-1} , assim a $MV = \text{peso da amostra (kg)} \times 25000$. Obtendo dessa forma, a produção de $\text{kg de massa verde ha}^{-1}$. Essa mesma amostra foi utilizada para calcular a massa seca.

Produção e teor de massa seca (MS) – pesou-se o recipiente (saco de papel) que foi utilizado para secagem da amostra na estufa, coloca-se no mesmo uma amostra de 200 a 250 gramas da forrageira conforme coletada a campo e pesou-se novamente. Após isso, colocou-se o saco de papel com a amostra na estufa de circulação de ar a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, deixando secar por aproximadamente 72 horas, retirou-se a amostra e pesou-se novamente. Calculou-se o teor de massa seca da amostra a partir da relação do peso da amostra seca e o peso da amostra verde, ou seja, $MS = [\text{peso da amostra seca (kg)} / \text{peso da amostra verde (kg)}] \times 100$. Obtendo assim o teor de massa seca da amostra. Multiplicando o teor de massa seca pela estimativa da massa verde, tem-se a produção de massa seca ha^{-1} , onde $MS \text{ ha}^{-1} = MV \times \% MS$.

Teor de proteína bruta (PB) – a determinação da proteína bruta (PB) foi obtida a partir da matéria seca, em percentagem, determinando o nitrogênio segundo o método de Weende (1984), citado por Silva (1990). A percentagem de proteína obtida da amostra foi estimada multiplicando a percentagem de nitrogênio por 6,25.

Fibra detergente neutro (FDN) – para calcular o teor de FDN (celulose, hemicelulose e lignina) foi utilizado o método de Van Soest (1968). Pesou-se uma amostra de 2 à 3 gramas a qual foi colocada num saquinho ficando em solução neutra por aproximadamente 1 hora com temperatura de aproximadamente $98\text{ }^{\circ}\text{C}$, retirou-se e fez-se a lavagem do saquinho com água destilada e acetona. Após o processo de digestão da fibra, colocou-se os saquinho na estufa à temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, deixando por no mínimo 8 horas, em seguida retirou-se o saquinho, pesou-se o quanto de amostra que restou no saquinho e calculou-se o teor de fibra em detergente neutro (FDN).

A concentração dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na parte aérea da cultura do sorgo foram determinadas conforme a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Após a digestão sulfúrica, o nitrogênio foi mensurado pelo método analítico semi-micro Kjeldahl, o fósforo foi determinado pelo método analítico da colorimetria e para o potássio utilizo-se a fotometria de chama.

A determinação dessas características foi procedida no Laboratório de Bromatologia e de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Dois Vizinhos. Os dados foram

submetidos à análise da variância pelo programa SAS 8.1 com nível de significância de 5% (SAS Institute, 2001). Para os parâmetros significativos foi aplicado teste de regressão de acordo com os tratamentos e cortes.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação durante o período do experimento manteve-se acima da média no período de verão, sendo que no período de outono as chuvas diminuíram, porém mantendo a média da região nos últimos quatro anos (Figura 1).

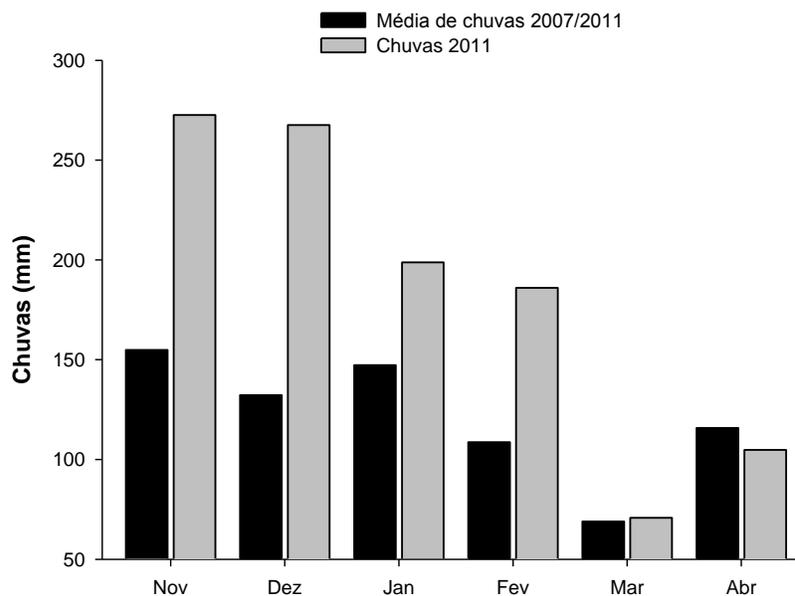


Figura 1- Precipitação média mensal no período de novembro de 2010 a abril de 2011 na região de Dois Vizinhos, PR.

A temperatura no período de experimento manteve-se adequada para o desenvolvimento da cultura do sorgo, sendo que no mês de abril reduziu bastante a temperatura, o que acelerou o final de ciclo na cultura (Figura 2).

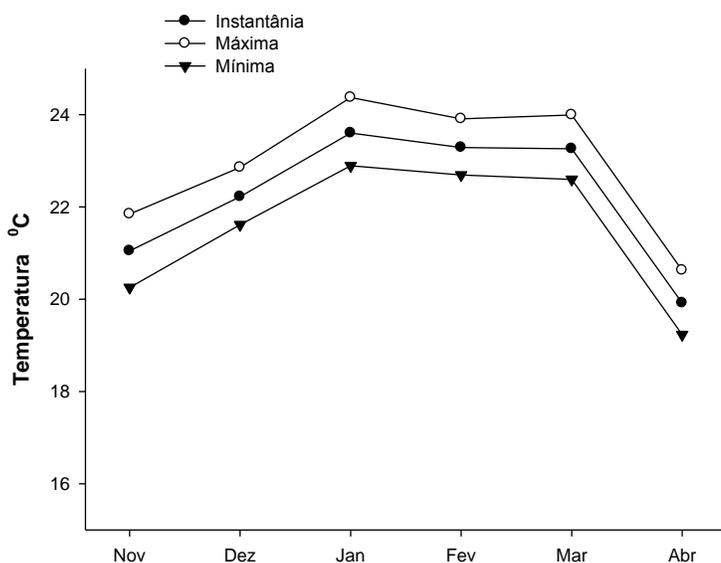


Figura 2 - Média das temperaturas no período de novembro de 2010 a abril de 2011 na região de Dois Vizinhos, PR.

A produção de matéria seca não apresentou diferença significativa estatisticamente ($p>0,05$) em função das doses de fósforo aplicadas, no entanto verifica-se uma tendência de aumento na produção de matéria seca em função do incremento de fósforo (Figura 3). Isso se explica pela boa fertilidade do solo na área experimental, no entanto, resposta positiva ao fósforo é esperada nos próximos cultivos, em função da redução gradual do teor de P disponível com o cultivo do solo.

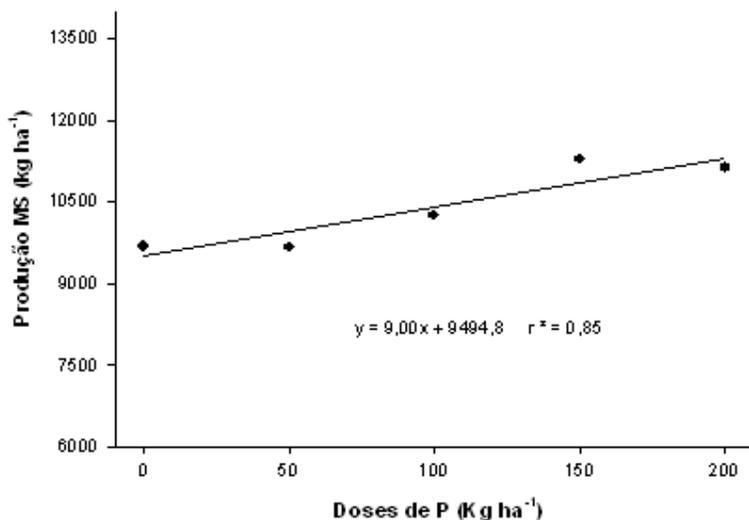


Figura 3 – Produção de massa seca na parte aérea do sorgo em função das doses de fósforo.

Rossi (1999), estudando doses de fósforo em solução nutritiva para o capim-brachiária e capim-colonião encontraram aumento linear na produção de matéria seca das forragens com o incremento nas doses de fósforo. Também, Corrêa (1991) aplicou doses de fósforo em três espécies de gramíneas forrageiras e encontrou aumento na produção de massa seca até a dose de 140 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Com relação aos teores de FDN, observa-se que não ocorreu diferença ($p>0,05$) em função das doses de fósforo aplicadas (Figura 4). A semelhança entre os teores de fibras determinados, provavelmente, pode ser atribuída ao elevado nível de fertilidade do solo. NEUMANN (2001) avaliou a composição bromatológicas de quatro híbridos de sorgo e determinou valores de FDN da ordem de 56,35 a 58,74%. No trabalho de Dalla Chiesa et al. (2008), foram observados teores de FDN de 58,96, 60,56 e 59,50%, para a silagem dos híbridos AG 2005E, AG 60298 e BR 101.

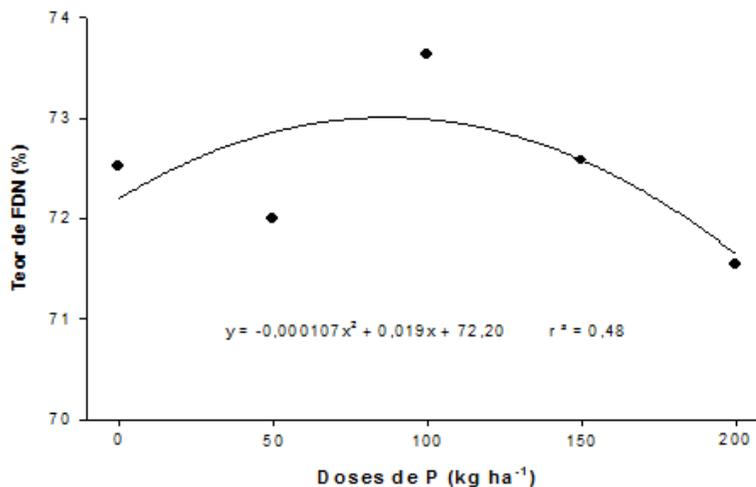


Figura 4 – Teor de FDN na parte aérea da planta de sorgo em função das doses de fósforo.

Os teores de FDN relatados pelos diferentes autores são inferiores aos determinados neste experimento, entretanto, os valores determinados por Rodrigues et al. (2002), para FDN (64,62%), quando avaliaram o híbrido AG 2005, cortado aos 97 dias de crescimento vegetativo, e os relatados por Pedreira et al. (2003), em experimento com oito híbridos submetidos à adubação

nitrogenada equivalente a 60 kg ha^{-1} e corte efetuado no intervalo de 99 a 113 dias, que apresentaram variação de 57,0 a 70,3% para FDN, são, de maneira geral, semelhantes aos observados no presente experimento.

Os teores de PB não diferiram ($p>0,05$) entre as doses de P, com teores variando entre 11,4 e 13,9% (Figura 5). A adubação fosfatada promoveu incremento até a dose de 50 kg ha^{-1} , uma redução até a dose de 150 kg ha^{-1} onde voltou a se elevar os valores de proteína no sorgo.

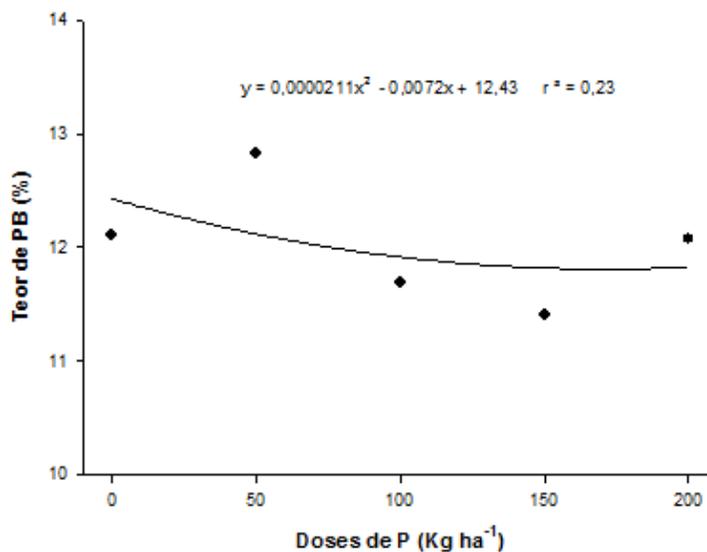


Figura 5 – Teores de proteína bruta na parte aérea do sorgo em função das doses de fósforo.

Teores de PB das plantas de sorgo podem variar de 2,5 a 16,6%, o que pode ser atribuído a diversos fatores, tais como o nível de fertilidade do solo, o estágio de maturidade, híbridos e altura de corte, dentre outros (Vilela, 1983). Analisando os teores de proteína do presente trabalho pode-se dizer que os valores mínimos de proteína mantiveram elevados comparando o trabalho de Vilela (1983).

Com relação ao percentual de folhas, observou-se que ocorreu diferença significativa ($p<0,05$) em função dos cortes realizados (Figura 6), mas não houve efeito da dose de P. Segundo Pinto et al. (1994) as forrageiras de verão, quanto mais vão se aproximando do final da estação quente, sua proporção folha/colmo vai diminuindo, ou seja, a quantidade de folhas diminui em relação a quantidade de colmo.

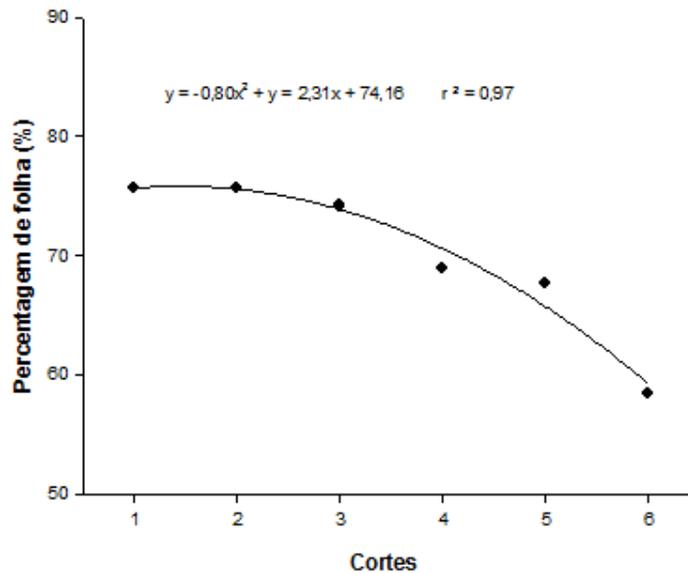


Figura 6 – Percentual de folhas na planta de sorgo em função dos cortes realizados.

A quantidade de fósforo acumulado na parte aérea do sorgo não foi significativa ($p > 0,05$) em função das doses de fertilizante fosfatado (Figura 7), mas houve uma tendência de ajuste ao modelo quadrático de regressão. A concentração máxima de fósforo na parte aérea do sorgo foi encontrada na dose de fósforo de 100 kg ha^{-1} . Hoffmann et al. (1995), trabalhando com doses de fósforo de 0, 75, 150, 225 e 450 mg kg^{-1} para o capim-colonião, verificaram que a concentração média de fósforo foi de $2,6 \text{ g kg}^{-1}$.

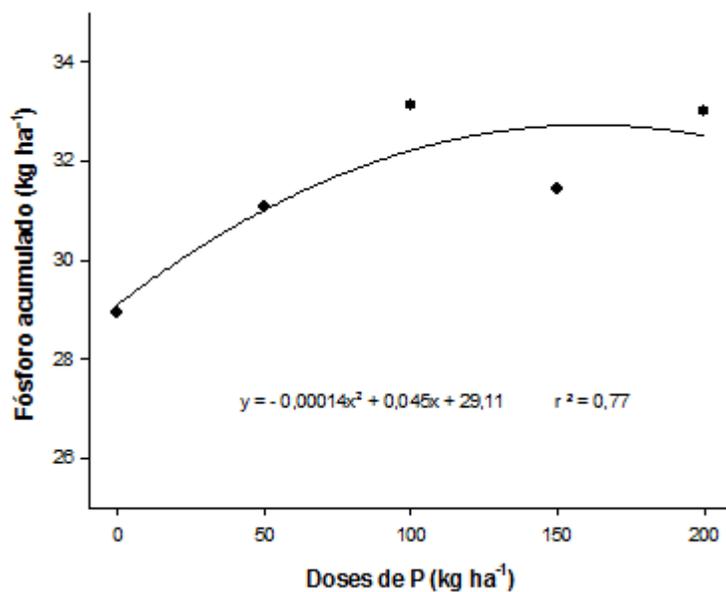


Figura 7 – Fósforo acumulado na parte aérea do sorgo em função das doses de fósforo.

O acúmulo de nitrogênio na parte aérea não foi significativo ($p > 0,05$) em função das doses de fósforo, no entanto, a Figura 8 mostra que aumentou o acúmulo de N quando se aumentou a dose de fósforo. A maior concentração de N na parte aérea do sorgo foi encontrada na dose de fósforo de 200 kg ha⁻¹, onde teve um acúmulo de 205 kg ha⁻¹ de N na parte aérea.

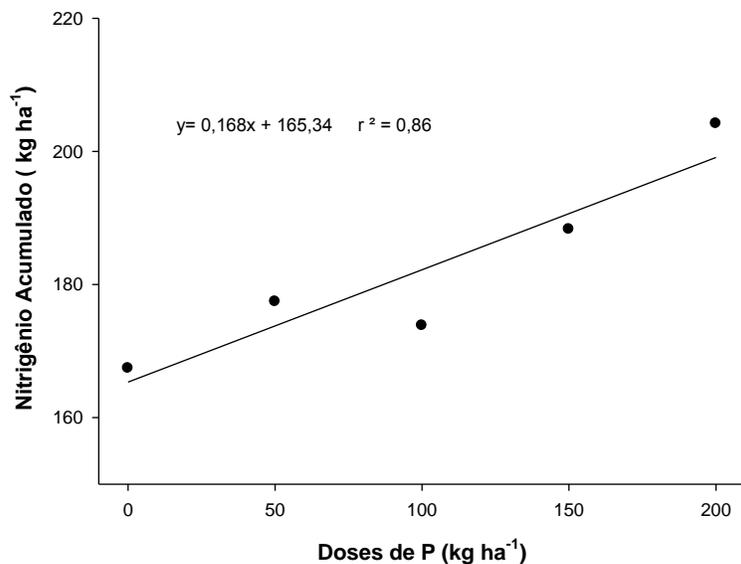


Figura 8 – Nitrogênio acumulado na parte aérea do sorgo em função das doses de fósforo.

Fonseca et al. (2008), relatam que o nitrogênio é o segundo nutriente mais requerido pela parte aérea da planta apresentando um acúmulo de 93,25 kg ha⁻¹, contrariando Bressan et al. (2001) que relata o nitrogênio como o nutriente mais requerido pela planta.

O acúmulo de potássio na parte aérea não foi significativo ($p > 0,05$) em função das doses de fósforo, cujos resultados ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. A concentração máxima de potássio na parte aérea do sorgo foi encontrada na dose de fósforo de 150 kg ha⁻¹ (Figura 9).

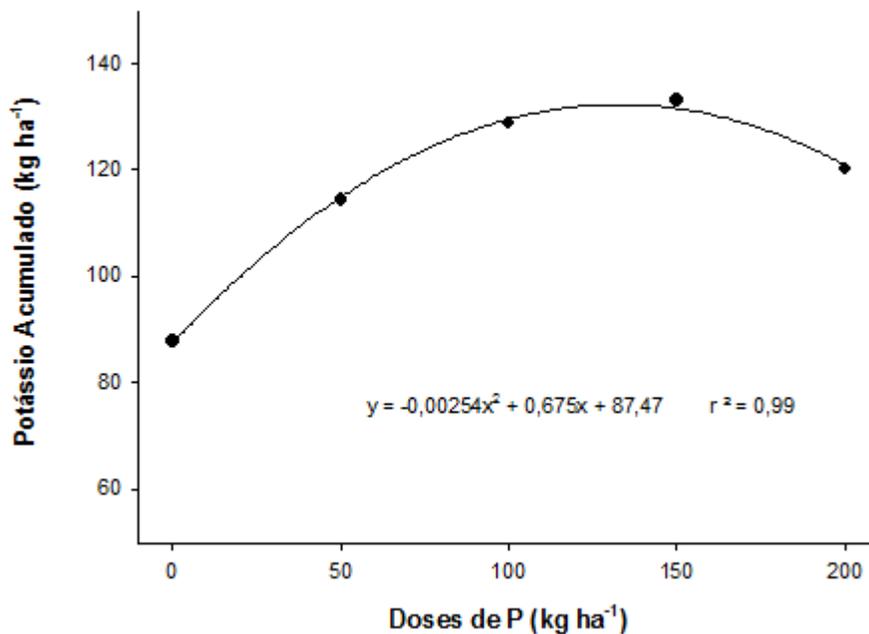


Figura 9 - Potássio acumulado na parte aérea do sorgo em função das doses de fósforo.

Bressan et al. (2001), estudando diferentes cultivares, registraram acumulações de K de 99,98 kg ha⁻¹, e relata que o K é o segundo nutriente mais requerido pela parte aérea da planta, por outro lado, Fonseca et al. (2008) relata que o potássio é o nutriente mais requerido pela parte aérea da planta.

5.0 CONCLUSÃO

Tendo em vista a semelhança da composição bromatológica em função da adubação fosfatada, não se encontrou uma melhor dose de fósforo para sorgo sob pastejo, mas deve-se considerar que houve efeito residual do nível alto de fósforo disponível do solo, possivelmente nos próximos cultivos serão detectadas respostas a esse nutriente. Novos experimentos deverão ser desenvolvidos para embasar melhor esses resultados.

6.0 LITERATURA CITADA

ALVES FILHO, D.C.; NEUMANN, M.; RESTLE, J. et al. Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*, L.). **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.143-149, 2003.

ASSIS, A.G. Produção de leite a pasto no Brasil. In : Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.381-409.

BRESSAN, W.; SIQUEIRA, J.O.; VASCONCELLOS, C.A. 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.

BRITO FILHO, M.R.T.; CECATO, U.; GUERRA, F.H. et al. Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre o perfilhamento do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu). In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. P.90.

CORRÊA, L.A. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de *Brachiaria decumbens* Stapf., em latossolo Vernelho-Amarelo, álico. Piracicaba, 1991. 83p. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

CORRÊA, L.A.; FREITAS, A.R. Adubação fosfatada na produção e no teor de fósforo em quatro cultivares de *Panicum maximum*. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. P.157-a59.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (CQFS RS/SC)..... 2004.

DALLA CHIESA, E.; ARBOITTE, M. Z.; BRONDANI, I. L.; MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; SANTI, M. A. M. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.

COELHO, Antônio Marcos. **A implantação da cultura do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição set, 2010.

FONSECA, I. M.; PRADO, R. M. de.; ALVES, A. U. Crescimento e nutrição do sorgo (cv. BRS 304) em solução nutritiva. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Jaboticabal, v. 8, n. 2, p. 113-124, 2008.

FONTANELI, R.S. **Produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagens tropicais perenes no Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. 2005. 168p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Faculdade de Agronomia.

HOFFMANN,C.R.; FAQUIN, V.; GUEDES, G.A.A. et al. O nitrogênio e o fósforo no crescimento da Brachiaria e do colônio em amostras de um Latossolo da região Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.79-86, 1995.

HOUSE, L.R.A. **A guide sorghum breeding**. Patancheru. ICRISAT, 1985. 206p.

NEUMANN, M. **Caracterização agronômica, quantitativa e qualitativa da planta, qualidade da silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo** (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). 2001. 156 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

NEUMANN, M., RESTLE, J., SOUZA, A.N.M. et al. Potencial produtivo de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para corte e pastejo. In: 14 Congresso nacional de milho e sorgo, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis : Sociedade Brasileira de Milho e Sorgo, 2002.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; FILHO, D.C.A. et al. Produção de forragem e custo de produção da pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. **Revista brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 215-220, jun. 2005.

MARTINS, P.C. Oportunidades e desafios para a cadeia produtiva do leite. In: ZOCCAL, R.; CARVALHO, L.A.; MARTINS, P.C. et al. (Ed.) **A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p.11-30.

MAIQUE, T.; MONTEIRO, F.A. Distribuição e recuperação de fósforo e relação P:Zn na parte aérea do capim-mombaça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, Ribeirão Preto, 2003. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003.

MEIRELLES, N.M.F.; WERNER, J.C.; ABRAMIDES, P.L.G. et al. Níveis críticos de fósforo em capim-Colonião cultivado em dois tipos de solo: Latossolo Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho- Amarelo. **Boletim de Indústria Animal**, v.27, p. 373-380, 1992.

MESQUITA, E.E.; PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A.E. et al. Teores Críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-Mombaça, capim-Marandu e capim-Andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.219-244, 2004.

MONTEIRO, F.A. Nutrição mineral e adubação. In: 12 Simpósio sobre manejo de pastagem, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. P.219-244.

NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, R.P.; FRANÇA, A.F.S.; SILVA, A.G. et al. Composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p.1003-1012, 2009.

OLIVO, C.J.; ZIECH, M.F.; MEINERZ, G.R. et al. Valor Nutritivo de pastagens consorciadas com diferentes espécies de leguminosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1543-1552, 2009.

PEDREIRA, M. S.; REIS, A. R.; BERCHIELLI, T. T.; MOREIRA, L. M.; COAN, R. M. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1083-1092, 2003.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. et al. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.327-332, 1994.

RIBAS, M. N.; MACHADO, F. S. **Produção de forragem utilizando híbridos de sorgo com capim Sudão (*S. bicolor* x *S. sudanense*)**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição set, 2010.

RODRIGUES, J.A.S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens: temas em evidência, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p.179-201.

RODRIGUES, P. H. M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, J.T.; RUZANTE, J.M.; LUCCI, C.S.; LIMA, F.R. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2373-2379, 2002.

RUPIN, R.F. **Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para o estabelecimento de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*) cv. Napier**. Viçosa, 1997. 58p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

SANTOS, F.G. **Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de importância agrônômica em sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L)), utilizando-se progênies de meios-irmãos e S1**. Tese (Doutorado em Agronomia) Viçosa-MG, UFV. 1991, 120p.

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002, 98p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 2002.

SENGER, C.C.D.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, M.B.G. et al. Teores minerais em pastagens do Rio Grande do Sul. I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n. 12, p.897-904, dez. 1996.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: método de Weende**, 1984. Viçosa, MG: 165 pág. 1990.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Sistema intensivo de produção de pastagens. In: II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA – AMENA, 2006. p.1-31.

SKONIESKI, F.R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R.F. et al. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azéve m consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.550-556, 2011.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide: statistics** Version 6.12, Cary: SAS Institute, 2001. (CD-ROM).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 526p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. **Análises de Solos Plantas e outros materiais**. Boletim Técnico N° 5. Departamento de solos, faculdade de agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 1995.

TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C. et al. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1249-1252, 2006.

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

VILELA, D. Silagem. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 108, p. 17-27, 1983.

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).

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de zootecnia, 1986. 49p. (Instituto de zootecnia. Boletim técnico, 18.