

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

RASIEL RESTELATTO

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS  
2011

RASIEL RESTELATTO

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

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

Orientador: Prof. 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 NITROGENADA**

Autor: Rasiel Restelatto  
Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Pavinato

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADO em 21 de novembro de 2011.

---

Prof. Dr. Adalberto De Paula

---

Prof. Dr. Fernando Kuss

---

Prof. Dr. Paulo Sergio Pavinato  
(Orientador)

*“Não é o mais forte da espécie que sobrevive, nem o mais inteligente, é o que melhor se adapta à mudança.”*

Charles Darwin

*“Quem quiser ser líder deve ser primeiro servidor. Se você quiser liderar, deve servir.”*

Jesus Cristo

*"A cada dia que vivo mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-se do sofrimento, perdemos também a felicidade.  
A dor é inevitável. O sofrimento é opcional."*

Carlos Drummond de Andrade

*“Homens e mulheres desejam fazer um bom trabalho. Se lhes for dado o ambiente adequado, eles o farão.”*

Bill Hewlett

*“O verdadeiro heroísmo consiste em persistir por mais um momento quando tudo parece perdido”*

Autor desconhecido

*"A VONTADE DE DEUS NUNCA IRÁ LEVÁ-LO ONDE A GRAÇA DE DEUS NÃO POSSA PROTEGÊ-LO"*

Jesus Cristo

## **AGRADECIMENTOS**

Meus familiares que foram o começo de tudo, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e que sempre estiveram ao meu lado nos momentos de tristeza e de felicidade. Agradeço a Deus que iluminou e guiou meu caminho durante esta caminhada. Agradeço em especial meus pais, Nadir Restelatto e Dilva J. Restelatto, e meus irmãos Ronivan A. Restelatto e Robson Restelatto que de forma especial e carinhosa me deram força, coragem, e tudo o que eu precisei, me apoiando nos momentos de dificuldades. Quero agradecer também em especial minha namorada, Camila Nuernberg, pelo carinho, amor, pelas orações, compreensão e muita paciência que teve comigo nas horas que mais precisei. Agradeço a todos que acima citei que iluminaram de maneira especial os meus pensamentos me levando a buscar mais conhecimentos, força de vontade, dedicação e superação com muita sinceridade e honestidade. E não deixando de agradecer de forma grata e grandiosa meus professores Marcelo Marcos Montagner, Paulo Sergio Pavinato, Fabiana Maia, Thomas Newton Martin e amigos, pelo aprendizado adquirido.

## GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Índices pluviométricos entre o período de 2007 à 2011, nos meses de novembro à abril.....	20
<b>Gráfico 2.</b> Temperatura máxima, média e mínima mensal, na região Sudoeste do Paraná no período de novembro de 2010 a abril de 2011. ....	21
<b>Gráfico 3.</b> Produção acumulada de MS da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.....	21
<b>Gráfico 4.</b> Teores médios de PB (%) da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.....	233
<b>Gráfico 5.</b> Teores médios de FDN (%) da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.....	244
<b>Gráfico 6.</b> Percentagem de folha da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.....	265
<b>Gráfico 7.</b> Acúmulo de nitrogênio na cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.....	276
<b>Gráfico 8.</b> Acúmulo de fósforo na cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.....	287
<b>Gráfico 9.</b> Acúmulo de potássio na cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.....	298

## TABELA

**Tabela 1.** Características químicas do solo anteriormente ao cultivo do sorgo forrageiro. Dois Vizinhos, PR. 2010..... 188

**Tabela 2.** Número de cortes, idade em dias a partir da semeadura, altura média e produção de MS ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da cultura do sorgo forrageiro.....22

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1 Pastagens anuais de verão.....	12
2.2 Uso de sorgo forrageiro .....	14
2.3 Adubação nitrogenada .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5. CONCLUSÕES.....	30
6. LITERATURA CITADA.....	31

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

RESTELATTO, Rasiel. Produção e qualidade do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) sob adubação nitrogenada. 2011 33 f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2011.

**RESUMO:** A pecuária brasileira tem como base alimentar as forragens, formadas por diversas espécies de gramíneas. As principais pastagens que compõem a alimentação dos bovinos leiteiros e de corte são as gramíneas tropicais, devido seu rápido crescimento em condições favoráveis de temperatura e umidade no solo. A cultura do sorgo no Brasil se adapta bem em várias regiões como plantio de verão, desde o Sul até a região Central. No entanto, nas regiões subtropicais, o sorgo para pastejo não deve ser compreendido como a única solução forrageira para a alimentação da pecuária, mas sim como uma ótima alternativa para ser consorciada, com outras culturas no período de verão. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da forragem do sorgo forrageiro em função dos pastejos. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos. Para o desenvolvimento do experimento foi utilizada a espécie anual de verão sorgo forrageiro, cultivar Jumbo. O trabalho foi conduzido durante o período de novembro de 2010 à abril de 2011. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram compostos das seguintes doses de N: 0, 37,5, 75, 150, 225, 300 e 375 kg ha<sup>-1</sup>. Para a produção de forragem, a dose de 272 kg N ha<sup>-1</sup> foi a que apresentou a maior produção de MS do sorgo forrageiro, com aumento proporcional na qualidade da forragem, em termos de PB. O aumento nas doses de N reduziu os teores de FDN da planta. Para os macronutrientes, a maior quantidade de N acumulado na planta seria obtida com 330 kg N ha<sup>-1</sup>. Para o fósforo, quanto mais se eleva as doses de N no solo, maiores são os teores acumulados, já o potássio obteve a maior quantidade acumulada na planta com doses em torno de 255 kg N ha<sup>-1</sup>. Durante o período de altas temperaturas na região Sudoeste do Paraná, a cultura do sorgo forrageiro quando bem manejada e com a adubação correta, é uma excelente alternativa para ser utilizada na alimentação dos bovinos, devido sua alta produção de MS de boa qualidade.

**Palavras-chave:** alimentação animal, nitrogênio, pastagens tropicais, produção de forragem.

## PRODUCTION AND QUALITY OF FORAGE SORGHUM (*Sorghum bicolor*) UNDER NITROGEN FERTILIZATION

RESTELATTO, Rasiel. Production and quality of forage sorghum (*Sorghum bicolor*) under nitrogen fertilization. 2011 33 f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2011.

**ABSTRACT:** The Brazilian cattle fodder as food base is formed by several grass species. The main grasses that make up the feeding of dairy and beef cattle are the tropical grasses, due to its rapid growth under favorable conditions of temperature and soil moisture. The sorghum in Brazil fits well in various regions as summer planting, as in southern and central region. However, in the subtropical regions, sorghum for grazing should not be understood as the only forage solution for feeding livestock, but as a great alternative to be intercropped with other crops in the summer. This study aimed to evaluate the effect of nitrogen fertilization on yield and quality of forage sorghum in terms of grazing. The work was conducted at the experimental area of Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos. For the development of experiment was used the summer annual species forage sorghum cultivar Jumbo. The study was conducted during the period of November 2010 to April 2011. The experimental design was completely randomized blocks with three replications. The treatments consisted of the following N rates: 0, 37.5, 75, 150, 225, 300 and 375 kg ha<sup>-1</sup>. For the production of fodder, the dose of 272 kg N ha<sup>-1</sup> foi that had the highest dry matter yield of sorghum, with a proportional increase in forage quality in terms of PB. The increase of N doses reduced the NDF content of the plant. For macronutrients, the largest amount of N accumulated in the plant would be obtained with 330 kg N ha<sup>-1</sup>. For the match, the more it raises the nitrogen levels in soil, the greater the accumulated contents, since the potassium obtained the largest amount accumulated in plantacom doses around 255 kg N ha<sup>-1</sup>. During the period of high temperatures in the Southwest region of Parana, the cultivation of sorghum when well managed and with proper fertilization, is an excellent alternative for use in cattle feed, due to its high DM production of good quality.

**Key Words:** animal feed, nitrogen, tropical pastures, forage production.

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira tem como base alimentar as forragens, formadas por diversas espécies de gramíneas, tanto C<sub>3</sub> como C<sub>4</sub>. A utilização dessas forragens na alimentação dos bovinos destaca-se por ser de baixo custo. Mas isso depende é claro de um bom manejo da cultura, da correção do solo para manter todos os nutrientes disponíveis à planta, e principalmente a eficiência do animal em fazer a colheita, ou seja, o pastejo.

A região Sul do Brasil, uma região subtropical, caracteriza-se pelo elevado número de espécies forrageiras com grande potencial para utilização na alimentação dos ruminantes, sendo que no inverno essas culturas têm menor potencial de produção de massa verde, porém com melhor qualidade, em relação a algumas culturas utilizadas no verão. O milho, milheto, sorgo e o girassol são forrageiras bastante utilizadas pelos pecuaristas, pela alta capacidade produtiva dessas espécies e o alto valor nutritivo durante o período de verão (Oliveira et al., 2010). No entanto, as forrageiras de modo geral possuem alguns fatores que afetam a qualidade e as concentrações de nutrientes, como: a espécie, a origem, as condições ambientais e de cultivo durante o crescimento, a fertilidade do solo, a maturidade e a relação folha/colmo.

A produção das forragens em todo o Brasil é muitas vezes limitada pelo nitrogênio, que se encontra em baixa concentração no solo e na maioria das vezes indisponível para as plantas (Barcellos et al., 2008). Quando se aplica a adubação nitrogenada nas pastagens, parte do nitrogênio (N) é frequentemente perdido no sistema, o que reduz a eficiência do uso, sendo que a forma de aplicação influencia diretamente nas perdas, tanto por volatilização como por lixiviação.

Segundo Gontijo Neto et al. (2004), a principal forma de aumentar a produtividade e a qualidade nutricional de qualquer forrageira, é a nutrição mineral adequada do solo, por intermédio de programas de adubação, com equilíbrio entre a quantidade de fertilizantes fornecida e o balanço entre os nutrientes requeridos.

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L)), originário do centro da África e parte da Ásia, apresentou expressiva expansão nos últimos anos, atingindo em 2008/2009 uma área plantada acima de 1,5 milhões de hectares em todo o mundo (Coelho, 2010). Do ponto de vista agrônomo, esse crescimento ocorreu devido à cultura ter um alto potencial produtivo de grão e massa verde, além de ter uma boa capacidade de suportar estresses ambientais (Magalhães et al., 2003). Além disso, o sorgo é uma cultura que se adapta facilmente em

condições ambientais entre 30° de latitude norte até 30° de latitude sul, sendo uma espécie do tipo C<sub>4</sub>, de dia curto e com altas taxas fotossintéticas.

No período de verão da região Sul do Brasil, as espécies forrageiras de estação quente mais utilizadas na alimentação dos bovinos são, milheto, capim-sudão (aveia de verão), papuã, capim elefante e sorgo forrageiro, dentre outros. Todas essas culturas respondem bem a aplicação de adubação nitrogenada. Porém, são poucos os trabalhos com a cultura do sorgo forrageiro avaliando a produção e seu valor nutritivo em relação à utilização da adubação nitrogenada.

Com o intuito de melhorar a produção e a qualidade das forrageiras na alimentação dos bovinos, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da forragem do sorgo forrageiro em função dos cortes.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Pastagens anuais de verão**

A pecuária na região Sul do Brasil se caracteriza pela sua diversidade de produção durante todo o ano. Destacando os períodos de outono/inverno, com pastagens hibernais que produzem menos volume de massa verde, mas com uma melhor qualidade, e os períodos de primavera/verão, com pastagens perenes e anuais, com altas produções de massa verde, tornando-se um setor produtivo e complexo do agronegócio (Martins, 2005; Olivo et al., 2009).

Segundo Fukumoto (2007), o sistema de produção de leite no Brasil pode ser altamente competitivo e viável, devido ao seu baixo custo de produção, quando a atividade tem como base alimentar as pastagens, sendo que estas, na grande maioria das vezes, são o volumoso de menor custo. No entanto, segundo Fontaneli (2005), para a obtenção de pastagens anuais de verão de boa qualidade e com uma elevada produção de massa verde, são necessários alguns procedimentos agronômicos de fundamental importância.

A escolha da área, da espécie que se adapte bem as condições da região, correção de acidez e fertilidade do solo, sementes de boa qualidade, controle de plantas daninhas e um excelente manejo de pastejo, são os principais elementos que podem influenciar na produção e na qualidade das forragens.

No Brasil as principais pastagens que compõem a alimentação dos bovinos de leite e 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 et al., 2002).

Para que o sistema de produção de leite a pasto e a pecuária de corte tenham um funcionamento correto e consigam produzir o ano todo, é necessário fazer um controle adequado de pastejo e um planejamento forrageiro (Assis, 1997). Com isso, o uso de pastagens anuais cultivadas visa reduzir o efeito sazonal na produtividade e na qualidade das pastagens em regiões subtropicais, aumentando a eficiência e a sustentabilidade produtiva e econômica (Tomich et al., 2004).

Atualmente, novas demanda de avanços tecnológicos estão surgindo, com o intuito de assegurar o desenvolvimento sustentável e competitivo da pecuária. 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 pelo consórcio de forrageiras (Skonieski et al., 2011). De acordo com Silva & Nascimento Junior (2006), a intensificação de um sistema significa obter um maior rendimento possível por unidade de produção disponível. Porém, a intensificação do sistema de produção não é obtida somente com aumento de produtividade via uso de fertilizantes, irrigação, consórcio de gramíneas, utilização de novas forrageiras e suplementos, mas sim por meio de adequações nas diferentes fases do processo produtivo, com o objetivo de aumentar a eficiência produtiva.

Quando se tem como base alimentar para os bovinos as pastagens, os piores momentos são no final do ciclo das culturas, os quais ocorrem geralmente no final de inverno, início da primavera e no final de verão, início do outono, quando as pastagens de inverno e verão diminuem suas qualidades. Esses períodos não têm como serem evitados, porém podem ser amenizados com o uso de algumas pastagens anuais de ciclos diferenciados (Zago, 1997).

Segundo Rocha et al. (2004), as forragens anuais de verão podem ser utilizadas desde o final da primavera até o final do outono, na região Sul do Brasil, sustentando altas taxas de lotação animal com baixos custos, proporcionando ganhos de peso, individual e por ha<sup>-1</sup>, semelhantes ou maiores que o proporcionado pelo campo nativo. Trabalhos já realizados (Soares et al., 1999; Deresz et al., 2001; Santos et al., 2005; Deresz et al. 2006) comprovam que vacas mestiças produtoras de leite, alimentadas com pastagens de gramíneas tropicais, sob diferentes condições de pastejo, apresentam produções variando entre 7 a 14 kg de leite vaca dia<sup>-1</sup>, com uma taxa de lotação de 4 a 7 vacas ha<sup>-1</sup> durante a época de clima favorável para as gramíneas tropicais, com altas temperaturas e chuvas em quantidades ideais.

Em regiões mais quentes do Brasil e com temperaturas constantes durante o ano todo, algumas gramíneas anuais como sorgo e o capim-sudão (aveia de verão) estão sendo

utilizadas para a alimentação dos bovinos. O uso destas espécies está focado na elevada produção de massa verde, por apresentarem boa qualidade nutricional, serem resistentes a altas temperaturas e atenderem à demanda por volumoso quando a disponibilidade de forragem no campo é baixa (Rodrigues, 2000).

As pastagens de verão são utilizadas para otimizar o desempenho animal e consequentemente obter uma 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 um melhor desempenho animal, consequentemente, melhora os índices produtivos do rebanho (Neumann, 2005).

## 2.2 Uso de sorgo forrageiro

A cultura do sorgo é originária do quadrante Noroeste da África, onde se encontra a maioria das variedades de espécies silvestres e cultivadas. A dissipação dessa cultura iniciou através das rotas de comércio, expandindo para Oriente Médio, China, Estados Unidos, América Latina e Austrália (House, 1985; Coelho, 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; Coelho, 2010).

Segundo Neumann (2005), a cultura do sorgo no Brasil se adapta bem em várias regiões como plantio de verão, como no Sul e na região Central, em sucessão a plantios de inverno e de verão, respectivamente, e no Nordeste, em 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.

O consórcio de gramíneas é uma excelente alternativa para melhorar a qualidade das pastagens e prolongar o ciclo produtivo das culturas. Tomich et al., (2006), consorciando sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.)) com aveia de verão (*Sorghum bicolor*, cv. sudanense), na região de Corumbá Mato Grosso do Sul, em épocas de baixa disponibilidade de forragens, atingiu resultados médios de 14,6% de PB e 65,1% de FDN. Esse consórcio tem por finalidade prolongar a produção da forragem no período de verão/outono, devido às plantas

serem adaptadas à baixa disponibilidade de água e altas temperaturas, além de apresentarem elevado rendimento e qualidade, alta capacidade de germinação, grande velocidade de crescimento e boa habilidade para perfilhamento e rebrota.

Atualmente percebem-se na literatura poucos trabalhos sobre a utilização de sorgo forrageiro como uma 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.

A estacionalidade das forrageiras está relacionada diretamente com a necessidade de se obter maior uniformidade na produção de leite durante o ano todo, bem como a produção de carne bovina, essa necessidade faz com que os pecuaristas adotem práticas de conservação de forragens, na forma de silagem. Existe atualmente um grande número de plantas forrageiras, anuais e perenes, que podem ser utilizadas para a produção de silagem (Gontijo Neto et al., 2002).

A utilização da cultura do sorgo para produção de conservados de forragem, na forma de silagem, é uma ótima alternativa, com algumas vantagens interessantes para os pecuaristas, com altos rendimentos na produção de massa seca por área (Pereira et al., 1993) e pela qualidade do volumoso produzido, porém com um custo elevado por kg de MS produzido, em relação a produção de forragem.

Quanto a produção e qualidade da forragem do sorgo, alguns autores encontraram produção de massa verde variando entre 12,4 a 26,2 t ha<sup>-1</sup> e teores de PB entre 2,5 a 13,6% (Valente et al., 1984). Essas variações podem ocorrer devido às diferentes cultivares analisadas, estágio de maturação da planta, níveis de adubação utilizados, dados pluviométricos, dentre outros.

### **2.3 Adubação nitrogenada**

Segundo Soares (2000) e Alves Filho et al. (2003), independente da cultura forrageira utilizada como alimentação para os bovinos, ela deve apresentar elevada produção de massa por área, associado aos parâmetros de qualidade. Porém um dos principais pontos para se melhorar a qualidade dessas forragens é a fertilidade do solo. Sendo que a intensificação dos sistemas a pasto requer maiores investimentos de adubação no momento da implantação e durante todo o ciclo da cultivar, independentemente da espécie.

Normalmente a fertilização do solo no momento da implantação das pastagens, para os pecuaristas, representa ser o componente de maior custo inicial, fazendo com que a grande

maioria não realize esse manejo, que é de extrema importância para o sistema de produção (Alves Filho et al., 2003). Alguns trabalhos comprovam que a diminuição na aplicação de nitrogênio, na implantação e durante o ciclo da cultura, reduz a produção e a qualidade das pastagens, conseqüentemente essa redução faz com que haja uma descapitalização dos produtores (Alves Filho et al., 2003; Martha Júnior et al., 2004).

Dentre os fertilizantes utilizados, o nitrogênio é um dos mais importantes, devido sua alta capacidade de aumentar o número de perfilhos das pastagens, bem como auxiliando no acréscimo do número de folhas. Pois na planta o nitrogênio faz parte de alguns componentes importantes, como clorofila e proteína, sendo a base física da vida (Santos et al., 2010).

Trabalhos realizados por Garcez Neto et al. (2002) e Martuscello et al. (2005), com gramíneas tropicais, confirmam a ação positiva do nitrogênio em relação ao crescimento das folhas, com um acréscimo na taxa de alongamento das folhas em relação a não aplicação de nitrogênio de 52,9 para 133% para o capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. *Mombaça*); 185 para 264% para o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*) e 37 para 64% para o capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. *Xaraés*).

Segundo Siqueira et al. (1987), as gramíneas de estação quente necessitam de aplicação de nitrogênio, porém as doses recomendadas dependem dos teores de matéria orgânica (MO) do solo, sendo que em solos com teor de MO menor ou igual a 2,5% deve-se utilizar dosagens acima de 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, em solos com teores de MO de 2,5 à 5,0% deve-se utilizar de 70 à 150 kg de N ha<sup>-1</sup>.

A aplicação do nitrogênio nas pastagens tem por finalidade, aumentar a relação folha/colmo da cultura, conseqüentemente melhorar a produção e a qualidade da forragem. Esse aumento na relação folha/colmo acontece devido ao nitrogênio fazer parte da composição de algumas moléculas envolvidas na fotossíntese, como a rubisco e a fosfoenolpiruvato-carboxilase (Santos, 2004).

Uma característica fácil de ser percebida quando se aplica o nitrogênio é a coloração mais esverdeada das plantas. Isso é explicado pela alta taxa de fotossíntese exercida pela planta, conseqüentemente maior teor de proteína bruta na folha verde, devido à constituição da folha ter uma maior parede celular delgada e menos percentual de fibra (Pacciulo et al., 2002). Medeiros (1972), testando doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) na pastagem de milheto, no RS, concluiu que as doses promovem aumento linear da produção de MS e nos teores de proteína bruta, sendo o milheto uma cultura semelhante ao sorgo utilizado no presente trabalho.

A aplicação da adubação nitrogenada é fundamental e essencial para a produção das forragens. Henringe & Moojen (2002), em um trabalho avaliando a cultura do milheto, encontraram produções variando de 8.862 a 17.403 kg MS ha<sup>-1</sup>. Respostas lineares em relação à produção de massa verde com a aplicação de N demonstram que o suprimento de nitrogênio no solo na grande maioria das vezes não atende o potencial de crescimento das gramíneas anuais de verão, as quais têm uma alta taxa de crescimento, conseqüentemente uma grande demanda por nitrogênio (Santos et al., 2010).

No entanto aplicações em excesso de nitrogênio nas plantas acabam obtendo respostas quadráticas em relação à produção de MS. A utilização de adubação nitrogenada após atingir o nível máximo de nutriente disponível para a planta pode provocar um desequilíbrio entre os nutrientes e acaba intoxicando a planta, conseqüentemente não há resposta linear da produção da forragem com a aplicação de altas doses de N (Henringe & Moojen, 2002).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos, região Sudoeste do Paraná. Esta região apresenta um 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, e uma densidade pluviométrica de 2.100 mm por ano.

Para o desenvolvimento do experimento foi utilizada a espécie anual de verão sorgo forrageiro, cultivar Jumbo. O trabalho foi conduzido durante o período de novembro de 2010 à abril de 2011. A semeadura foi realizada dia 19 de novembro, 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 Distroférico típico (Ribas, 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 <sub>2</sub>	%	mg dm <sup>-3</sup>	----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----						(%)	
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 utilizado foi 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, totalizando uma densidade de 15 kg de semente ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram compostos das seguintes doses de N: 0; 37,5; 75; 150; 225; 300 e 375 kg ha<sup>-1</sup>, sendo essas doses distribuídas igualmente em três aplicações, a primeira na semeadura, a segunda após o primeiro corte e a terceira após o terceiro corte.

A coleta do material forrageiro produzido foi realizada com o corte manual da cultura, em duas linhas de cultivo em cada parcela com 0,50 m, equivalente a 0,40 m<sup>2</sup>, quando a cultura atingiu uma altura média entre 0,70 a 0,80 m. O restante do material foi cortado e retirado manualmente das parcelas, para o resíduo da cultura não influenciar nos resultados posteriores, deixando um resíduo de planta com 0,20 m de altura para rebrote e novas coletas. 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 Wiley para posterior determinação dos seguintes parâmetros:

**Massa verde (MV)** – as amostras de forragem foram coletadas em altura semelhante ao pastejo (0,20 m), sendo recolhida a massa de forragem, depois essa amostra foi pesada e a partir disso foi calculado a produção de massa verde ha<sup>-1</sup>, assim a MV = peso da amostra (kg) X 25000. Obteve-se dessa forma, a produção de kg de massa verde ha<sup>-1</sup>. Essa mesma amostra foi utilizada para calcular a massa seca.

**Teor de massa parcialmente seca (MS)** – pesou-se o recipiente (saco de papel) que foi utilizado para secagem da amostra na estufa, colocou-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 °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, MPS = [peso da amostra parcialmente seca (kg) / peso da amostra

verde (kg)] X 100. Obteve-se assim o teor de massa seca da amostra. Multiplicando o teor de massa seca pela estimativa da massa verde, obteve-se a produção de massa seca  $ha^{-1}$ , onde  $MS ha^{-1} = MV \times \% MS$ .

**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 em detergente neutro (FDN)** – para calcular o teor de FDN (celulose, hemicelulose e lignina) foi utilizado o método de Van Soest (1968). Utilizando-se uma amostra de 2 à 3 gramas que foi colocada num saquinho de TNT gramatura 100 com tamanho de 5 X 5 cm o qual ficou em solução neutra por aproximadamente 1 hora com temperatura de aproximadamente 98 °C, após retirou-se e fez-se a lavagem do saquinho com água destilada e acetona. Após o processo de digestão da fibra, colocaram-se os saquinhos na estufa à temperatura de 105 °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 utilizou-se a fotometria de chama.

A determinação dessas características foi procedida nos Laboratórios 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 (SAS, 2001). Para os parâmetros significativos foram aplicados testes de média e regressão de acordo com os tratamentos.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Um dos fatores a considerar na produção de forragens é a precipitação pluviométrica, a qual pode afetar o desenvolvimento produtivo e o perfilhamento das culturas. Durante o período de novembro de 2010 a abril de 2011 os índices de precipitação pluviométrica foram bem distribuídos, com uma média de 183 mm por mês, no entanto, quando avaliamos a média

pluviométrica dos últimos 5 anos (2007 a 2011), os índices são um pouco inferiores em relação a este período, com média de 121 mm por mês. Avaliando mês a mês, os índices pluviométricos dos meses de março e abril são bem inferiores aos outros meses, o que acabou prejudicando a qualidade e o desenvolvimento final da cultura do sorgo (Gráfico 1). Guerdes et al. (2005), relacionam a produção animal com os índices pluviométricos, principalmente quando a produção animal é proveniente das pastagem, com isso a produção acompanha os ciclos de crescimento das plantas forrageiras, que está relacionado com às chuvas, além da influência da temperatura e do manejo do solo e das pastagens.

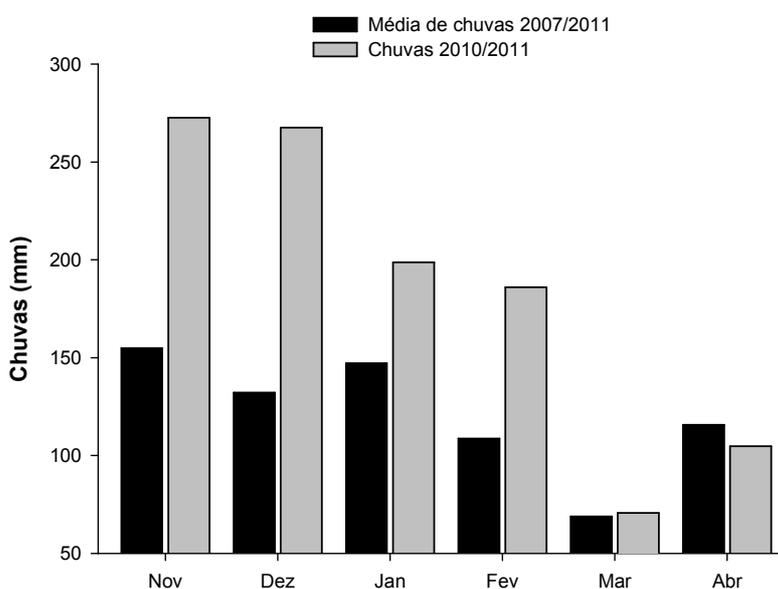


Gráfico 1. Índices pluviométricos entre o período de 2007 à 2011, nos meses de novembro à abril.

Durante o período de novembro de 2010 à abril de 2011, a temperatura média obtida na subestação localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná em parceria com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foi de 22,23 °C, como demonstrado no gráfico 2.

A cultura do sorgo se destaca por ser uma cultura que se adapta bem à regiões com baixas precipitações e altas temperaturas. Cunha & Lima (2010), avaliando o desempenho produtivo de 29 genótipos de sorgo forrageiro para produção de silagem, na região de Canguaretama, RN, atingir produções de matéria seca variando de 4.500 a 26.500 kg MS ha<sup>-1</sup> com temperaturas oscilando entre 22 e 33 °C.

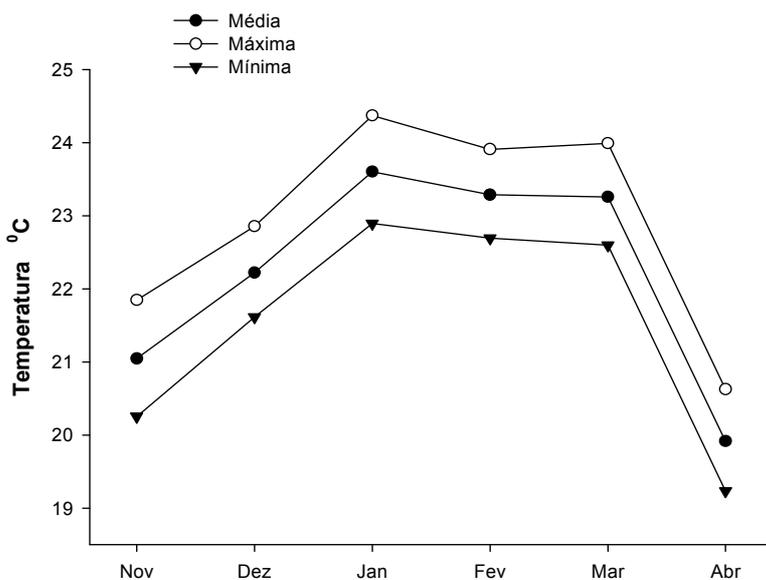


Gráfico 2. Temperatura máxima, média e mínima mensal, na região Sudoeste do Paraná no período de novembro de 2010 a abril de 2011.

Avaliando a produção de massa seca da cultura do sorgo forrageiro, a análise de variância ( $p < 0,05$ ) indicou efeito significativo das doses de N aplicadas na produção. A dose de  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$  foi a que melhor respondeu a produção de MS, com  $13.317 \text{ kg MS ha}^{-1}$ , com comportamento quadrático, pois a dose de  $375 \text{ kg N ha}^{-1}$  reduziu a produção para  $12.392 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Gráfico 3). De acordo com a curva ajustada, a maior produção de MS seria obtida com a aplicação de  $272 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

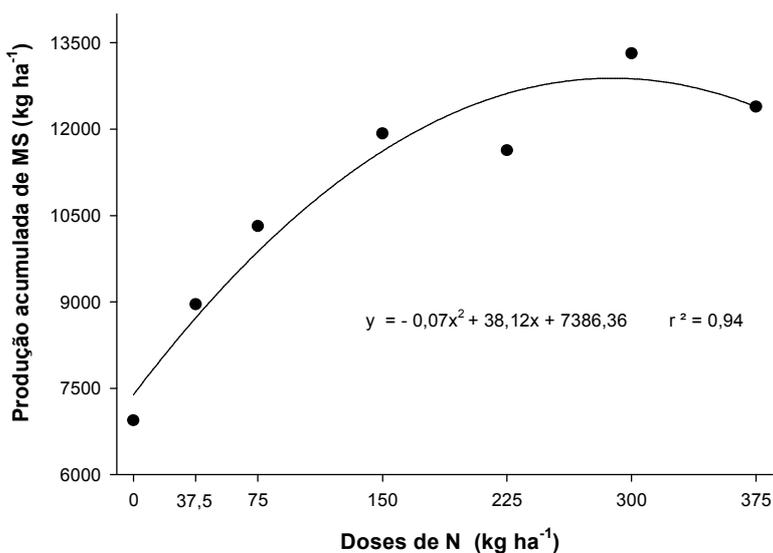


Gráfico 3. Produção acumulada de MS da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.

A relação quadrática entre níveis de N e produção de MS, geralmente, é apontada em trabalhos que estudam amplos níveis do nutriente. Segundo (Henrig & Moojen, 2002; Martuscello, 2005), isso ocorre porque, após atingir determinado nível do nutriente na planta ocorre crescimento máximo em produção, com isso o excesso de N pode provocar desequilíbrio entre os nutrientes na planta, conseqüentemente provocando diminuição na produção e gastos desnecessários com adubação.

Neumann et al. (2005), estudando parâmetros produtivos e o custo da produção do sorgo no RS, sob pastejo contínuo, utilizando dois tipos de adubos (organo-mineral e químico), com uma aplicação de 60 kg N ha<sup>-1</sup> distribuídas em três períodos, obteve produção de MS de 11.691 e 11.913 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, produção superior quando comparadas com a produção do presente trabalho com doses de 75 kg N ha<sup>-1</sup>.

Henringer & Moojen (2002), testando níveis crescentes de N de 0, 150, 300, 450 e 600 kg ha<sup>-1</sup>, na cultura do milho, encontraram resposta quadrática em relação a aplicação da adubação nitrogenada, fazendo com que as produções totais variam de 8.862 a 17.403 kg MS ha<sup>-1</sup>, para os níveis 0 e 450 kg ha<sup>-1</sup>, conseqüentemente as respostas da cultura do milho sob doses de N concordam com as respostas encontradas na cultura do sorgo forrageiro, atingindo um ponto máximo de produção, depois estabilizando com os maiores níveis.

Tabela 2. Número de cortes, idade em dias a partir da semeadura, altura média e produção média de MS (kg ha<sup>-1</sup>) da cultura do sorgo forrageiro.

Cortes	Idade (dias)	Altura média (m)	Produção média de MS por corte (kg ha <sup>-1</sup> )
1	40	1,03	2.712
2	59	0,87	1.952
3	74	0,71	1.102
4	94	0,79	2.368
5	126	0,74	1.567
6	160	0,72	1.083

Um fator importante que interfere a produção e o período entre uma coleta e outra, ou seja, entre um pastejo e outro. A tabela 2 demonstra a quantidade de cortes realizados na cultura do sorgo forrageiro durante o período de novembro de 2010 a abril de 2011, a idade que a planta tinha quando foram realizadas as coletas, além da altura média e a produção de MS (kg ha<sup>-1</sup>) em cada corte realizado.

Além da produção de MS é de fundamental importância saber a qualidade da forragem que se está produzindo, pensando neste sentido a PB é um dos componentes

bromatológicos da planta que auxiliam para se obter essas respostas. No gráfico 4, através da análise de variância ( $p < 0,05$ ) pode-se perceber que a qualidade da cultura do sorgo tem diferença significativa entre as doses aplicadas. A percentagem de PB do sorgo é crescente em função das doses de nitrogênio em torno de  $300 \text{ kg N ha}^{-1}$ , após essa quantidade a PB tende a estabilizar ou até reduzir.

Candido et al. (2002), avaliando o valor nutritivo das silagens de cinco híbridos de sorgo cultivados sob doses crescentes de adubação nitrogenada, 0; 45,5; 91; e  $182 \text{ kg ha}^{-1}$ , encontraram respostas variando de 5,89 a 8,68% de PB. Avaliando os resultados de PB encontrados na silagem de sorgo, verifica-se que há uma diferença entre o sorgo utilizado para silagem em relação ao sorgo para pastejo. Isso ocorre devido à produção de silagem ser feita com a planta inteira, em estágio vegetativo mais avançado e com as panículas desenvolvidas, o que faz a planta diminuir seus níveis de PB em relação a uma planta utilizada para pastejo. No entanto, independente do objetivo final da cultura do sorgo (silagem ou pastejo) o nitrogênio influencia diretamente nos teores de PB.

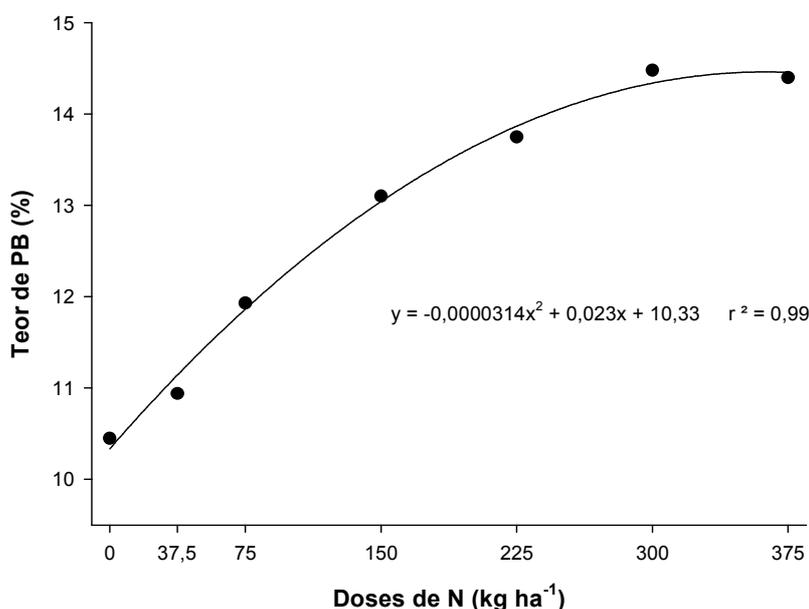


Gráfico 4. Teores médios de PB (%) da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.

Tomich et al. (2006) encontraram resultados semelhantes a este trabalho com teor médio da PB de 14,5%, o que demonstra que a cultura do sorgo é uma excelente alternativa para a alimentação animal com bons teores de PB em épocas de altas temperaturas.

Em trabalho desenvolvido por Kollet et al. (2006), avaliando três variedades de milho com três diferentes alturas de corte, utilizando adução nitrogenada de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  (20

kg N ha<sup>-1</sup> na semeadura, 60 kg N ha<sup>-1</sup> no perfilhamento, e 20 kg N ha<sup>-1</sup> após o primeiro corte), encontraram resultados de PB variando de 15,36 à 16,71%, resultados um pouco mais elevados quando comparados com a cultura do sorgo, no entanto, ambas as culturas proporcionam bons valores para a utilização na alimentação animal nos períodos mais quentes e com menor precipitação.

O FDN das pastagens é composto por lignina, celulose e hemicelulose, sendo esses carboidratos estruturais os principais elementos que dão a sustentação para as plantas, e um dos principais elementos que influenciam o consumo de MS. Os animais, em especial os bovinos, são seletivos e concentram a atividade de pastejo nas camadas de pastagem que possuem principalmente folhas. Segundo Skonieski et al.(2010), os animais selecionam as folhas por serem mais acessíveis, em pastagens bem manejadas, e de menor resistência à apreensão com uma melhor qualidade. Dessa forma, a avaliação dos parâmetros botânicos, estruturais e nutricionais das pastagens pode ser utilizada de forma integrada para definição do melhor intervalo entre pastejos e melhor qualidade das pastagens.

Os teores médios de FDN apresentados no gráfico 5 não tiveram diferença significativa entre si através do método de variância ( $p > 0,05$ ), quando avaliados em relação às doses de N, porém, percebe-se que as maiores doses de N são as que proporcionam um menor teor de FDN, isso ocorre devido ao N atuar nos perfilhos e na relação folha/colmo, fazendo com que haja um aumento no número de perfilhos e conseqüentemente de folhas, diminuindo a quantidade de colmos, melhorando a qualidade final do sorgo para pastejo.

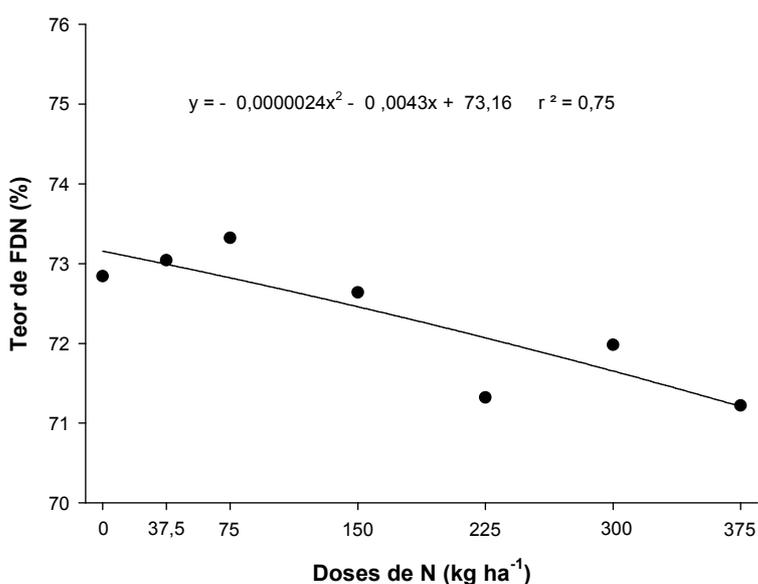


Gráfico 5. Teores médios de FDN (%) da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.

Oliveira et al. (2010), trabalhando com a produção e extração de nutrientes de diferentes forrageiras anuais, encontraram resultados de FDN variando de 44,5 à 61,8%, sendo que a cultura do Sorgo Sudão (aveia de verão) foi a que obteve os maiores teores de FDN (61,8%), e a cultura do sorgo forrageiro apresentou teores médios de FDN de 56,9%. Resende et al. (2003), encontraram valores de FDN variando de 44,8 a 60,4%. Quando comparamos os valores encontrados na literatura com os valores do presente trabalho, percebe-se que no presente trabalho os valores foram superiores. Uma das possíveis causas dessa diferença pode ser à baixa quantidade de chuvas nos últimos dois meses da cultura do sorgo no ano de 2011, com isso elevou os teores médios de FDN no final do ciclo.

A qualidade das pastagens está relacionada diretamente com a quantidade de folhas que possui, sendo a folha uma parte da planta onde se encontra a grande maioria dos nutrientes, no entanto, para que as folhas fiquem suspensas do solo e de fácil acesso ao animal, é preciso que tenham uma sustentação. Saber a relação de folha/colmo de uma cultura é de fundamental importância, pois esta proporção influencia diretamente na qualidade da forragem e na taxa de passagem do alimento no trato digestivo do animal (Rocha et al., 2007).

No gráfico 6 é apresentada a percentagem de folha em relação à quantidade de colmo da cultura do sorgo, onde permite-se observar que quanto mais velha a planta, menor a quantidade de folhas, conseqüentemente, diminui os teores de PB e aumenta os teores de FDN. Pensando em um alimento que supra as exigências dos animais, quanto menor os níveis de PB e maior os teores de FDN, mais difícil será para o animal conseguir manter sua dieta.

Segundo Alves Filho et al., (2003) a manutenção da qualidade da pastagem na fase final de sua utilização está relacionada diretamente com a manutenção da área foliar, o que requer bom manejo de adubação e nos cortes da cultura, ou no pastejo dos animais, pois a diminuição da relação folha/colmo ocorre naturalmente com a elongação dos primórdios florais e acúmulo de materiais estruturais.

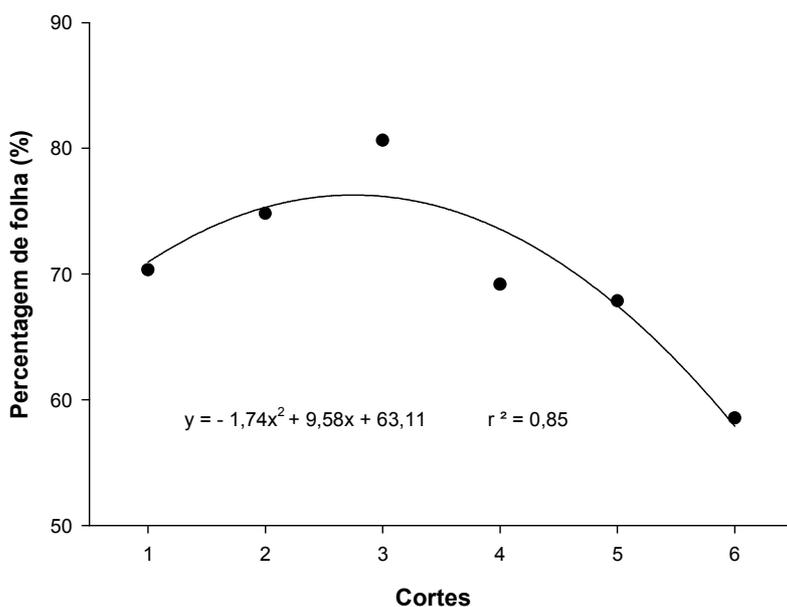


Gráfico 6. Percentagem de folha da cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.

A grande maioria dos pecuaristas imagina que os sistemas de produção baseados em pastejo são praticamente auto-sustentáveis, exigindo baixas quantidades de adubação para reposição das perdas exportadas na produção animal. A continuidade da produtividade nesses sistemas parece ter condições de manter-se em equilíbrio por um longo período, sem a necessidade de se aplicar uma fertilização. Porém isto não é verdade, quando os nutrientes do sistema de produção acabam retirando mais em relação ao que está entrando.

Quando um elemento é denominado essencial para o desenvolvimento de uma planta vegetal, isto significa que as plantas não podem completar o ciclo de vida sem ele. No entanto o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) representam comumente os nutrientes aplicados via fertilização e são considerados essenciais e primários.

A utilização de macro e micronutrientes é essencial para a vida das plantas e também para a vida dos animais. Dentre os fertilizantes utilizados, o nitrogênio é um dos mais importantes, devido sua alta capacidade de aumentar o número de perfilhos das pastagens, bem como auxiliando no acréscimo do número de folhas, além de fazer parte de alguns componentes importantes, como à proteína que é a base física da vida (Santos et al., 2010).

Malavolta (1998) comenta que o nitrogênio influencia na produção e na qualidade das forragens. Na deficiência de N, a planta irá obter menores níveis de proteína, menor absorção de transporte de solutos, devido à má formação e funcionamento das membranas, parede celular mais fraca e senescência precoce. O excesso de N proporciona para as plantas

exsudação de açúcares e aminoácidos pelas folhas e raízes, menor síntese de fitoalexinas, suculência maior no tecido e atraso no amadurecimento e menor possibilidade de escape.

Avaliando o gráfico 7, percebe-se que a quantidade de N acumulado na cultura do sorgo, depende da quantidade aplicada no solo, ou seja, quando se elevou os níveis de N se melhorou a eficiência de produção, sendo a dose de 330 kg N ha<sup>-1</sup> a que proporcionaria a maior quantidade de N acumulado na cultura.

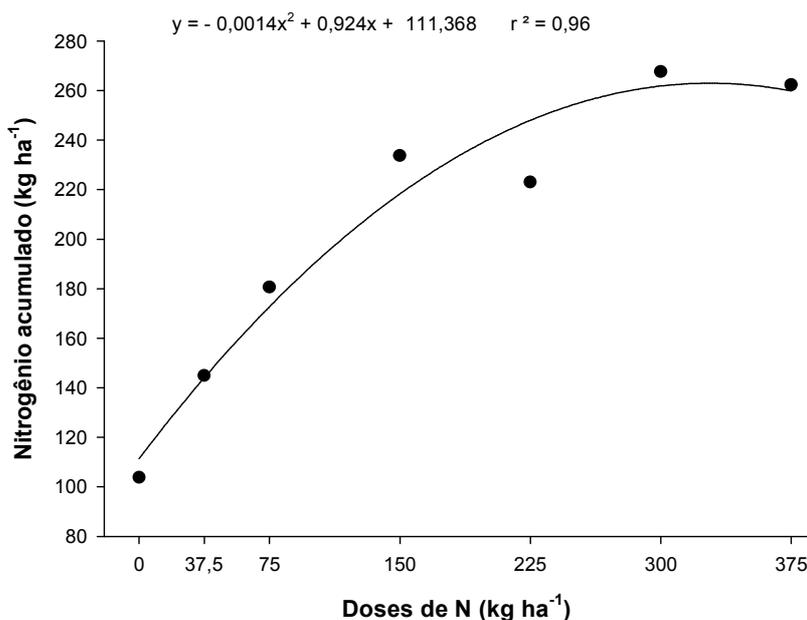


Gráfico 7. Acúmulo de nitrogênio na cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.

Oliveira et al. (2010), encontraram na silagem de sorgo um acúmulo de 204 kg N ha<sup>-1</sup>, resultado inferior quando comparado com os dados do presente trabalho, essa diferença pode ter acontecido devido ao estágio fenológico da planta. No entanto são poucos os trabalhos encontrados na literatura que falam sobre o acúmulo de macronutrientes na cultura do sorgo para pastejo, neste sentido, para se obter maiores resultados e melhorar a discussão, o ideal seria realizar mais experimentos testando níveis de nitrogênio para a cultura do sorgo nas diversas regiões do Brasil.

No gráfico 8 pode-se observar que a aplicação crescente de N promove um crescimento linear no acúmulo de fósforo na planta, com isso, nota-se a importância da aplicação do N e a relação positiva entre os macronutrientes. Quando se aplicou 375 kg N ha<sup>-1</sup>, obteve-se 39 kg P ha<sup>-1</sup> acumulado na cultura do sorgo.

Segundo Oliveira et al. (2010), o fósforo é um dos elementos que a cultura do sorgo menos absorve, em relação aos outros macronutrientes, sendo que a absorção foi de 0,12% da

matéria seca, totalizando 28 kg P ha<sup>-1</sup>, quantidade menor que a obtida no presente trabalho, essa diferença pode ter acontecido devido ao sorgo quando utilizado para pastejo ter maior produção de MS e absorção de P, uma vez que o ciclo vegetativo é maior que para produção de silagem.

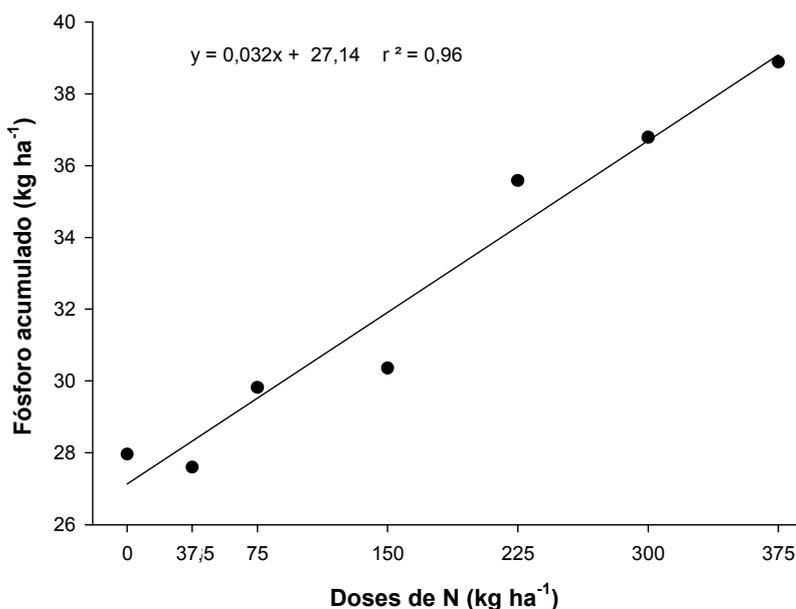


Gráfico 8. Acúmulo de fósforo na cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.

O potássio, um macronutriente essencial para a planta, cujas funções mais importantes são a translocação de açúcares, abertura e fechamento dos estômatos e regulação osmótica, além disso, o potássio pode influenciar na qualidade das pastagens, através dos teores de amidos, regulação da fotossíntese, transporte de carboidratos e síntese de amido (Malavolta, 2006).

De modo geral, o potássio é um macronutriente dependente do nitrogênio, como demonstra o gráfico 9, conforme se aumenta os níveis de N aplicados no solo, maior é a quantidade de potássio acumulado na cultura do sorgo, no entanto essa curva de crescimento é quadrática, atingindo os maiores níveis de K (133 kg ha<sup>-1</sup>) quando se aplicou 300 kg N ha<sup>-1</sup>.

Oliveira et al. (2010), encontrou 1,26% de potássio acumulado na produção de MS da silagem de sorgo, um equivalente de 292 kg K ha<sup>-1</sup>, resultados superiores quando comparados com os encontrados no presente trabalho, no entanto essa diferença pode ocorrer devido a idade da colheita do sorgo para silagem, pois as sementes do sorgo tem mais K quando comparada com a folha.

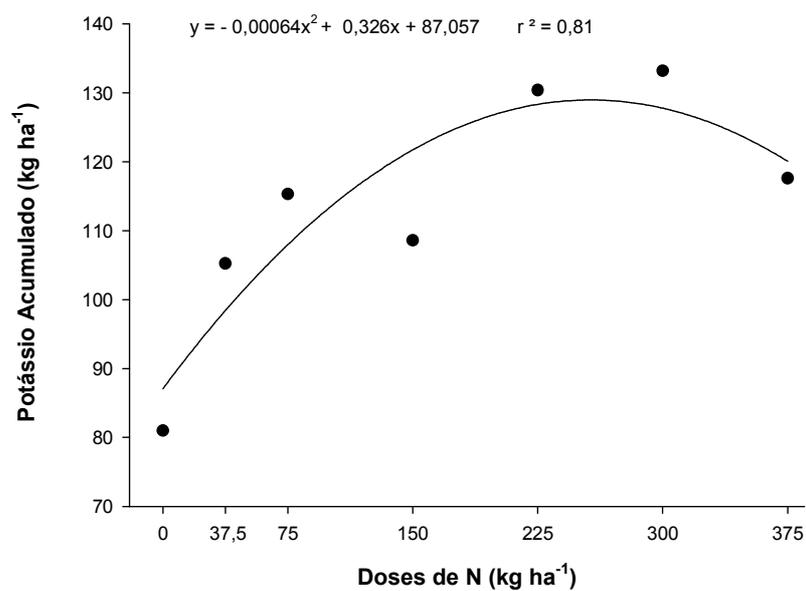


Gráfico 9. Acúmulo de potássio na cultura do sorgo forrageiro em função das doses de nitrogênio.

## 5. CONCLUSÕES

Para a produção de forragem, a dose de 272 kg N ha<sup>-1</sup> foi a que apresentou a maior produção de MS do sorgo forrageiro, com aumento proporcional na qualidade da forragem, em termos de PB. O aumento nas doses de N reduziu os teores de FDN da planta.

Para os macronutrientes, a maior quantidade de N acumulado na planta seria obtida com 330 kg N ha<sup>-1</sup>. Para o fósforo, quanto mais se eleva as doses de N no solo, maiores são os teores acumulados, já o potássio obteve a maior quantidade acumulada na planta com doses em torno de 255 kg N ha<sup>-1</sup>.

Durante o período de altas temperaturas na região Sudoeste do Paraná, a cultura do sorgo forrageiro quando bem manejada e com a adubação correta, é uma excelente alternativa para ser utilizada na alimentação dos bovinos, devido sua alta produção de MS de boa qualidade.

## 6. LITERATURA CITADA

- ALVES FILHO, Dari Celestino; NEUMANN, Maikael; RESTLE, João; 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, Airdem Gonçalves de; Produção de leite a pasto no Brasil. In : Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.381-409.
- BARCELLOS, Alexandre de Oliveira; RAMOS, Allan Kardec Braga; VILELA, Lourival; et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.51-67, 2008.
- CÂNDIDO, Magno José Duarte; OBEID, José Antônio; PEREIRA Odilon Gomes. et al. Valor Nutritivo de Silagens de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob Doses Crescentes de Adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.20-29, 2002.
- 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.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (CQFS RS/SC)..... 2004.
- CUNHA, Elizângela Emídio & LIMA, João Maria Pinheiro. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.701-706, 2010
- DERESZ, Fermino. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.197-204, 2001.
- DERESZ, Fermino; PORTO, Petrônio Pinheiro; SANTOS, Geraldo Tadeu; et al. Produção de leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais, durante a época das chuvas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/UFPB, [2006]. CD-ROM. Produção e Nutrição de Ruminantes.
- FONTANELI, Roberto Serena. **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.
- FUKUMOTO, Nelson Massaru. **Desempenho produtivo de vacas holandês x zebu em pastagens de gramíneas tropicais sob lotação rotacionada**. 2007. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá.
- GARCEZ NETO, Américo Fróes; NASCIMENTO Junior Domicio do; REGAZZI, Adair José; et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximun* cv. Mombaça sob

- diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1809-1900, 2002.
- GERDES, Luciana. **Introdução de uma mistura de três espécies forrageiras de inverno em pastagem irrigada de capim-Aruana**. 73 pág. Tese de Doutorado da Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- GONTIJO NETO, Miguel Marques; OBEID, José Antônio; PEREIRA, Odilon Gomes; 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**, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.
- GONTIJO NETO, Miguel Marques; OBEID, José Antônio; PEREIRA, Odilon Gomes; et al. Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Cultivados sob Níveis Crescentes de Adubação. Características Agronômicas, Carboidratos Solúveis e Estruturais da Planta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1975-1984, 2004.
- HERINGER, Ingrid; MOOJEN, Eduardo Londero. Potencial Produtivo, Alterações da Estrutura e Qualidade da Pastagem de milheto Submetida a Diferentes Níveis de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.875-882. Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2002.
- HOUSE, L.R.A. **A guide sorghum breeding**. Patancheru. ICRISAT, 1985. 206p.
- KOLLET, José Luiz; DIOGO SILVA, José Mauro da; LEITE, Gilberto Gonçalves. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006
- NEUMANN, Mikael; RESTLE, João; FILHO, Dari 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.
- MAGALHÃES, Paulo Cezar; DURÃES, Frederico O.M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 87).
- MALAVOLTA, Euripedes. **Adubação mineral e sua relação com doenças das plantas – a visão de um nutricionista de plantas**. Em: Workshop A interfase do solo-raiz e relações com a disponibilidade de nutrientes, a nutrição e as doenças de plantas. POTAFOS, ESALQ, CEA. Piracicaba, 1998. 60p.
- MALAVOLTA, Euripedes. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. Editora Agronomica Ceres Ltda. Edição Ceres LVII (82). São Paulo, 2006. 631p.
- MARTHA JÚNIOR, Geraldo Bueno; CORSI, Moacyr; TRIVELIN, Paulo Cezar Ocheuze. et al. Perda de Amônia por Volatilização em Pastagem de Capim-Tanzânia Adubada com Uréia no Verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2240-2247, 2004.
- MARTINS, Pablo Caetano. 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.

- MARTUSCELLO, Janaina Azevedo; FONSECA, Dilermando Miranda; NASCIMENTO Júnir Domicio ; et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p 1475-1482, 2005.
- MEDEIROS, Renato Borges de. **Efeito do nitrogênio e população de plantas sobre o rendimento de matéria seca, teor e produção de proteína bruta de sorgo e milho forrageiros**. Porto Alegre. 1972. 96p. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Faculdade de Agronomia.
- OLIVEIRA, Leandro Barbosa; PIRES, Aureliano José Vieira; VIANA, Anselmo Eloi Silveira; et al. Produtividade, composição química e características agronômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010
- OLIVO, Clair Jorge; ZIECH, Magno Fernando; MEINERZ, Gilmar Roberto; et al. Valor Nutritivo de pastagens consorciadas com diferentes espécies de leguminosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1543-1552, 2009.
- PACIULLO, Domingos Sávio Campos; GOMIDE, José Alberto; SILVA, Eldo Antônio Monteiro; et al. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.890-899, 2002.
- PEREIRA, Odilon Gomes; OBEID, José Antônio; GOMIDE, José Alberto; et al. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.31-38, 1993.
- QUEIROZ, Domingos Sávio; GOMIDE, José Alberto; MARIA, José. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1. Anatomia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.61-68, 2000.
- RESENDE, José Antonio; PEREIRA, Marcos Neves; VON PINHO, Renzo Garcia. et al. Ruminant silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.457-463, 2003.
- RIBAS, Marcelo Neves; MACHADO, Fernanda Samarini. **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.
- ROCHA, Marta Gomes da; PILAU, Alcides; DOS SANTOS, Davi Teixeira. et al. Desenvolvimento de novilhas de corte submetidas a diferentes sistemas alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2123-2131, nov., 2004.
- ROCHA, Marta Gomes da; PEREIRA, Lilian Elgalise Techio; SCARAVELLI, Luciene Fernanda Barros. et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.7-15, 2007.

- RODRIGUES, José Avelino Santos. 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.
- SANTOS, Fredolino Giacomini. **Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de importância agrônômica em sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L)), utilizando-se progênies de meios-irmãos e S1.** 1991, 120p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa.
- 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 Genética e melhoramento). Universidade de São Paulo, 2002.
- SANTOS, Eduardo Destéfani Guimarães.; PAULINO, Mário Fonseca; QUEIROZ, Domingos Sávio; et al. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. Características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.203-213, 2004.
- SANTOS, Andréia Luciana; LIMA, Maria Lúcia Pereira; BERCHIELLI, Telma Teresinha; et al. Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1051-1059, 2005.
- SANTOS, Manuel Eduardo Rozalino; FONSECA, Dilermando Miranda da; BALBINO, Eric Márcio; et al. Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1919-1927, 2010.
- SIQUEIRA, Otávio João Fernandes. **Recomendações de adubação e calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo - RS. Embrapa/CNPT. 1987.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: método de Weende**, 1984. Viçosa, MG: 165 pág. 1990.
- SILVA, Sila Carneiro da; NASCIMENTO JUNIOR, Domício. Sistema intensivo de produção de pastagens. In: II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal, 2, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA – AMENA, 2006. p.1-31.
- SOARES, João Paulo Guimarães; AROEIRA, Luiz Januário Magalhães; PEREIRA, O.G. et al. Capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum.), sob duas doses de nitrogênio. Consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.889-897, 1999.
- SOARES, André Brugnara. Manejo e utilização de pastagens cultivadas de verão para produção de bovinos de corte. In: RESTLE, J. **Eficiência na produção de bovinos de corte.** Santa Maria : UFSM/Departamento de Zootecnia, 2000. Cap. 3, p.74-116
- SKONIESKI, Fernando Reimann; VIÉGAS, Júlio; BERMUDEZ, Rogério Fôlha. et al. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém 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).

- TEDESCO, Marino José; GIANELLO, Clesio; BISSANI, Carlos Alberto. et al. **Análises de Solos Plantas e outros materiais**. Boletim Técnico Nº 5. Departamento de solos, faculdade de agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 1995.
- TOMICH, T. R.; RODRIGUES, R.G.P; TOMICH, L.C. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.258-263, 2004.
- TOMICH, T. R.; 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.
- VALENTE, José O.; SILVA, José Fernando Coelho; GOMIDE, José Alberto. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), para silagem. 2. Valor nutritivo e produção de silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.1, p.74-81, 1984.
- ZAGO, Cláudio Pratez. **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).