

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LORENO EGIDIO TAFFAREL**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FORRAGEM E DO FENO DE CAPIM  
TIFTON 85 ADUBADO COM N E COLHIDO EM DUAS IDADES DE REBROTA**

**Marechal Cândido Rondon**

**2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LORENO EGIDIO TAFFAREL**

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FORRAGEM E DO FENO DE CAPIM  
TIFTON 85 ADUBADO COM N E COLHIDO EM DUAS IDADES DE REBROTA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita

**Marechal Cândido Rondon**

**2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

T124p	Taffarel, Loreno Egidio Produtividade e qualidade da forragem e do feno de capim Tifton 85 adubado com N e colhido em duas idades de rebrota / Loreno Egidio Taffarel. - Marechal Cândido Rondon, 2011. 105 p.  Orientador: Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita  Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2011.  1. Capim Tifton 85 - Fenação. 2. Capim Tifton 85 - nutrientes. 3. Toxinas em alimentos. 4. Forragem. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.  CDD 22.ed. 633.2 CIP-NBR 12899
-------	--

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

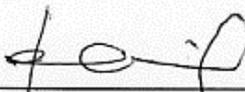
LORENO EGIDIO TAFFAREL

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FORRAGEM E DO FENO DE CAPIM  
TIFTON 85 ADUBADO COM N E COLHIDO EM DUAS IDADES DE  
REBROTA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", para a obtenção do título de "Mestre em Zootecnia".

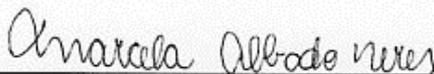
Marechal Cândido Rondon, 08 de dezembro de 2011.

**BANCA EXAMINADORA:**



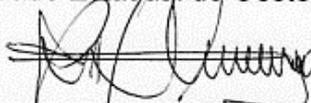
---

Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



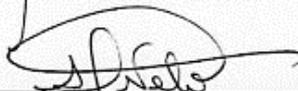
---

Prof.ª Dr.ª Marcela Abbado Neres  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



---

Prof. Dr. Américo Fróes Garcez Neto  
Universidade Federal do Paraná

A meus pais (*in memoriam*) Egydio e Irene -  
**DEDICO!**

A minha esposa Angelita e meus filhos João Vítor e  
Júlio César – **OFEREÇO!**

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia (PPZ), pela oportunidade da realização do Mestrado numa escola pública.

Ao meu Professor Orientador, Prof. Eduardo E. Mesquita, porque desde o primeiro diálogo, transmitiu segurança e respeito, confiou e acreditou, articulou equipe para me auxiliar nos trabalhos de campo e laboratório. A todos os professores do PPZ, aqueles que por meio das aulas tive contato mais direto, a todos os demais professores do CCA, confesso que tentei “pegar” o que cada um tem de melhor. E tem situações que o mais difícil é dar-se conta que estamos na Universidade para aprender. E aprender talvez seja um estado de pensamento positivo e de arte, que exige esforço e busca de novas formas de entender e agir.

A Deise Dalazen Castagnara e equipe que formou para me ajudar, sem vocês, eu teria chegado até este ponto muito menos preparado, aprendi muito com vocês; a todos os bolsistas graduandos (Daiane Damasceno, Ricardo Dri), aos funcionários da Estação Experimental, muitíssimo obrigado a todos. Aos professores José Renato Stangarlin, Marcela Abbado Neres e Odair José Kuhn e a doutoranda Cristiane Cláudia Meinerz, pelo auxílio no cultivo e identificação dos fungos.

Ao Jaime Gris e João Arlindo, pelo apoio nas análises de micotoxinas.

Mas estou aqui porque Deus me deu a vida por meio de meus pais Egydio Taffarel (\*08/12//1938 †24/08/2011) e Irene Carboni Taffarel (\*10/08/1938 †04/08/2009), os quais deixaram de estar conosco enquanto caminhava no percurso deste Mestrado. Vocês fazem muita, muita falta. Eu queria tê-los, para dizer e receber de vocês, mais uma vez, muito obrigado. Porque vocês, enquanto ensinamento por percepção de vida, deixaram o “slogan”: “estudem filhos, o estudo é para vocês”. Ensinar a rezar em silêncio, para agradecer a Deus, para exercitar que o rito do exercício da fé nos torna mais humanos, principalmente quando os desafios dos trabalhos nos embrutecem. Muito obrigado!

Meus queridos filhos João Vítor e Júlio César, esposa Angelita, obrigado por entenderem e compartilharem as ausências e presenças. O afeto e compreensão tornaram o caminho mais suave. Filhos: é possível sempre acreditar e perseverar. Beijos e um “struccon”.

Meu pai repetia “estudem filhos, o estudo é para vocês”. E lá fui eu, a pé, desde a Escola São Valentim – Linha Tres e do excelente Colégio Ângelo Beltramim, de Pinhal-RS, minha terra natal. Aos poucos, com as somas de aprendizados ali muito bem iniciados, alcei outros degraus. A todos os professores de Pinhal, meu muito obrigado! Quero dizer que, “a

vida me levou para a região Oeste do Paraná e com isso tive de sair de Pinhal-RS, entretanto, Pinhal-RS sempre fará parte da minha vida”.

Ao Colégio Agrícola de Frederico Westphalen e a Universidade Federal de Santa Maria, muito obrigado aos colegas e professores.

Onde eu trabalhei: Emater, Lar, Frimesa, Primato, muito obrigado.

Pelo convite para a especialização em Sustentabilidade Ambiental, agradeço ao Prof. Wilson João Zonin. Ao Prof. Gilberto Costa Braga, que aceitou me orientar na especialização e teve muita paciência nas correções dos textos. Isso deu ânimo para o desafio do Mestrado.

A Profa. Patricia Barcellos Costa e ao Prof. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira, que ao serem perguntados disseram entender o que pretendia e me animaram ao dizer: “estamos entendendo sim, o desafio é grande e esse é o caminho”. Obrigado pelo apoio e compreensão.

Quero ter sempre a percepção de que as metas e desafios são iluminados pela luz Divina. E que em todas as fases da vida possamos ter bons conselheiros.

“Somos o que fazemos principalmente o que fazemos para mudar o que somos.”

Eduardo Galeano

“Somos mais pais de nosso futuro, do que filhos de nosso passado”

Autor desconhecido

## RESUMO

TAFFAREL, Loreno Egidio. **Produtividade e qualidade da forragem e do feno de capim tifton 85 adubado com N e colhido em duas idades de rebrota.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná; setembro de 2011. Orientador: Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita.

Três experimentos foram realizados com capim Tifton 85. O primeiro visou avaliar as características estruturais e a composição bromatológica da forrageira sob efeito de cinco doses de nitrogênio (N) (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N por corte) e duas idades de rebrota (28 e 35 dias). O delineamento foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x2 e quatro repetições. As doses de N promoveram maior comprimento do colmo, tamanho das folhas e taxa de alongamento. Houve incremento no teor de proteína bruta, redução no teor de fibra em detergente ácido e lignina com o aumento da dose de nitrogênio. A maior eficiência de utilização de N, considerando os quatro cortes, ocorreu na dose de 100 kg N ha<sup>-1</sup> na idade de rebrota de 35 dias (13,79 kg de MS kg<sup>-1</sup> de N). O N promoveu maior teor de proteína bruta (PB) na idade de 28 dias, sendo que a maior concentração ocorreu no quarto corte (208,2 g kg<sup>-1</sup> MS) e a menor no segundo corte (140,12 g kg<sup>-1</sup> MS). Não houve diferenças entre idades na concentração de matéria mineral e de fibra em detergente ácido (FDA). A variação de precipitação, superior a 200 mm entre dezembro/2010 e março/2011, influenciou a produção de MS, e por consequência, a quantidade total de PB ha<sup>-1</sup>. O segundo estudo teve por objetivo a composição bromatológica do feno nas etapas de corte, enfardamento e 30 dias após armazenado, sob as cinco doses de nitrogênio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x5 (3 etapas de fenação e 5 doses de N), com dois cortes para cada idade de rebrota (28 e 35 dias) e para cada idade foi realizada duas formas de secagem do feno: no campo ao sol e em galpão, na sombra. As análises foram realizadas separadamente, para cada corte, idade e forma de secagem. Verificou-se aumento no teor de proteína bruta indigestível em detergente ácido (PIDA) após 30 dias de armazenamento, os teores de fibra em detergente ácido aumentaram entre 6 e 35% após o armazenamento, sendo que os aumentos maiores ocorreram no feno secado à sombra. Os teores de proteína bruta (PB) variaram de acordo com cada corte, mas aumentaram em função das doses de N. Em valores absolutos, houve maior diferença nos teores de PB (menos 31 g kg<sup>-1</sup> MS) e fibra em detergente neutro (+ 58,4 g kg<sup>-1</sup> MS) entre o corte e 30 dias de armazenamento no feno secado a sombra. Isto sugere a importância para a produção de feno de melhor qualidade, de um rápido processo de desidratação para produção de feno. O terceiro estudo objetivou estimar as

curvas de desidratação, a ocorrência de fungos e de micotoxinas em feno de capim Tifton 85 seco a campo, sob o sol, e à sombra (em dois cortes e idades de rebrota de 28 e 35 dias para cada forma de desidratação). O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas 5x4, sendo 5 doses de N (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha) e quatro tempos de coleta (0, 8, 23 e 32 horas) para secagem ao sol, e 5x12, sendo 5 doses de N (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha) e doze tempos de coleta (0, 3, 18, 27, 42, 51, 66, 75, 90, 99, 114 e 123 horas) para secagem em galpão, com quatro repetições. Realizou-se revolvimento de forma manual, diariamente. Para identificação dos fungos, foi utilizado o esquema de parcelas subdivididas 5x3, sendo cinco doses de N e três etapas de fenação (corte, enfardamento e 30 dias de armazenamento), com quatro repetições para cada idade de rebrota e formas de secagem. Foram semeadas amostras com partículas de forragem com tamanho de 5 mm, em meio de cultivo BDA e após o crescimento foram identificados com auxílio de chaves de identificação específicas e com auxílio de microscopia. Para verificar a presença de micotoxinas foram coletadas 20 amostras compostas (cada amostra composta foi oriunda das quatro repetições de cada dose de nitrogênio) dos fenos armazenados por 30 dias, sendo 10 oriundas de fenos secos ao sol e 10 de fenos secados em galpão. Para produzir feno com a forragem seca ao sol foram necessárias 32 horas de desidratação, com taxas de perda de água superior a 6,10 g g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup> nas primeiras 8 horas após o corte e média de perda de água que se aproximou de 2,0 g g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup>. Para a forragem desidratada em galpão, foram necessárias 123 horas, com taxa de desidrata o inferior a 0,5 g g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup> devido às condi es ambientais. Houve predominância de três gêneros de fungos: *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*. A maior popula o foi de *Fusarium*, seguido por *Penicillium* nas etapas de enfardamento e armazenamento. A micotoxina fumonisina foi encontrada em maior concentra o e não houve diferença (p>0,05) na concentra o de fumonisina no feno desidratado sob o sol (90 µg kg<sup>-1</sup>) e em galpão (60 µg kg<sup>-1</sup>). Embora sem riscos para a saúde animal, houve maior produ o de aflatoxinas (5,38 µg kg<sup>-1</sup>) e zearalenona (79,89 µg kg<sup>-1</sup>) nos fenos desidratados sob o sol, indicando que a varia o de temperatura diurna x noturna com umidade ainda elevada do material em fena o, favoreceram a produ o de micotoxinas e que   necessário produzir feno em ambiente favorável, com desidrata o rápida por revolvimento após o corte, para inibir a produ o de micotoxinas acima dos níveis tolerados.

**Palavras chave:** nutrientes, micro-organismos, fena o, toxinas em alimentos

## ABSTRACT

TAFFAREL, Loreno Egidio. **Productivity and quality of forage and hay of Tifton 85 grass fertilized with N and harvested at two ages of regrowth.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná; September 2011. Advisor: Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita.

Three experiments were conducted with Tifton 85 grass. The first objective was to evaluate the structural characteristics and bromatological composition of forage under effect of different doses of nitrogen (0, 25, 50, 75 and 100 kg N ha<sup>-1</sup> in each cut) and two ages of regrowth (28 and 35 days). The experimental design was a randomized block design with 5x2 factorial arrangement and four replications, and each cut harvest was analyzed independently. It was observed a greater length of stem, leaf size and rate of elongation and the increase in crude protein and lower content fiber in acid detergent and lignin with increasing dose of nitrogen. The greater efficiency of N use, considering the four cuts occurred in the 100 kg N ha<sup>-1</sup> at the age of 35 days of regrowth (13.79 kg DM kg<sup>-1</sup> of N). O N promoted higher content of crude protein (CP) at the age of 28 days, and happened the highest concentration in the fourth cut (208.2 g kg<sup>-1</sup> DM) and lowest in the second cut (140.12 g kg<sup>-1</sup> DM); there were no differences between ages in the concentration of mineral matter and acid detergent fiber (ADF). The variation of rainfall exceeding 200 mm between December 2010 and March 2011, influenced the production of MS and, consequently, the total output of nutrients. The second study aimed at assessing the effects on the bromatological composition of the hay in the steps of cut, baling and 30 days after stored under the five levels of nitrogen (N). The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 3x5 (3 steps haying and 5 doses of N), with two cuts harvested for each age of regrowth (28 and 35 days) and for each age was carried out two types of drying hay: dried in field under the sun and in shed, in the shade. Analyses were performed separately for each cut, age and form of drying. It was observed increase in acid detergent indigestible protein (ADIP) after 30 days of storage, the levels of acid detergent fiber increased between 6 and 35% after storage, and the largest increases occurred in the hay dried in the shade; the crude protein (CP) varied according to each cut, but increased as a function of N levels. In absolute terms, there was a greater difference in CP content (less than 31 g kg<sup>-1</sup> DM) and neutral detergent fiber (+58.4 g kg<sup>-1</sup> DM) between the cut steps and 30 days storage in the dried hay shade. This suggests that is important for better quality hay, a quick drying process for the production of hay. The third

study aimed to estimate the curves of dehydration, the occurrence of fungi and mycotoxins in Tifton 85 hay dried in the field under the sun and shade (in two cuts and regrowth ages of 28 and 35 days for each form of dehydration) . The experimental design was 5x4 to drying in the sun 5x12 and for drying in the shed, four sampling times (0, 8, 23 and 32 hours) for drying in the sun and twelve sampling times (0, 3, 18, 27, 42, 51, 66, 75, 90, 99, 114 and 123 hours) for drying in shed (in shade), both with five N rates and four replications, with turn over and scatter made by hand daily. For identification of fungi, we used the 5x3 randomized experimental design, five doses of N and three steps of haymaking (cutting, baling and storage of 30 days), with four replications for each age of regrowth and drying forms. Samples were seeded with forage particle size of 5 mm on PDA culture medium and after growth were identified with the help of specific identification keys and with the aid of microscopy. To verify the presence of mycotoxins were collected 20 composite samples (each composite sample were from the four replicates of each dose of nitrogen) hay stored for 30 days, with 10 coming from hay dried in the sun and 10 from hay dried in shed. To produce hay with sun-dried fodder was necessary 32 hours of dehydration, water loss rates were greater than  $6.10 \text{ g g}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ DM}$  in the first 8 hours after cutting and average loss of water approached  $2.0 \text{ g g}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ MS}$ . For dehydrated fodder in the shed, it took 123 hours, with a rate of dehydration below  $0.5 \text{ g g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  for MS due to environmental conditions. There was a predominance of three genera of fungi: *Fusarium*, *Penicillium* and *Aspergillus*. The largest population was *Fusarium*, followed by *Penicillium* in the steps of baling and storage. The mycotoxin fumonisin were found in higher concentrations and there was no difference ( $p > 0.05$ ) in the concentration of fumonisin in the hay dried in the sun ( $90 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) and in the shed ( $60 \mu\text{g kg}^{-1}$ ). Although there is a low risk to animal health, occurred a higher production of aflatoxins ( $5,38 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) and zearalenone ( $79,89 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) in hay dried in the sun, indicating that the diurnal x nocturnal temperature variation with still high moisture of the material in hay favored the production of mycotoxins and that we must produce hay in a favorable environment, how the rapid dehydration and turning and spreading after harvest to inhibit the production of mycotoxins above permissible levels.

**Keywords:** haying, micro-organisms, nutrients, toxins in food

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 3

Figura 1. Temperatura (°C) (média, máxima e mínima) e precipitação (mm de chuva) do período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Março de 2011).....	34
Figura 2. Percentual de umidade relativa (média, máxima e mínima) e radiação (KJ/m <sup>2</sup> ) no período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Março de 2011).....	35
Figura 3. Altura do dossel em função das doses de nitrogênio aplicado após cada corte no capim Tifton 85. ....	39
Figura 4. Efeito das doses de nitrogênio sobre a produção de matéria seca (PMS) por hectare em cada corte de capim Tifton 85. ....	39
Figura 5. Efeito da dose de nitrogênio sobre o número de perfilhos m <sup>-2</sup> em cada corte de capim Tifton 85. ....	41
Figura 6. Efeito das doses de nitrogênio sobre o peso médio dos perfilhos nos quatro cortes de capim Tifton 85. ....	41
Figura 7. Efeito das doses de nitrogênio sobre a relação folha/colmo (RFC) nos quatro cortes de capim Tifton 85.....	42
Figura 8. Efeito das doses de nitrogênio sobre o comprimento médio de colmo (CC) nos quatro corte de capim Tifton 85. ....	43
Figura 9. Tamanho das folhas (TF) em função das doses de nitrogênio nos quatro cortes de capim Tifton 85. ....	44
Figura 10. Taxa de aparecimento de folhas (Tapf) em função da dose de nitrogênio nos quatro cortes de capim Tifton 85. ....	45
Figura 11. Efeitos das doses de nitrogênio sobre o filocrono (Fil) no capim Tifton 85 nos quatro cortes. ....	45
Figura 12. Efeito das doses de nitrogênio sobre a taxa de alongamento diário das folhas (Talf) nos quatro cortes de capim Tifton 85. ....	46
Figura 13. Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores de matéria mineral (MM) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes. ....	47
Figura 14. Efeitos das doses de nitrogênio sobre os teores médios de fibra em detergenteneutro (FDN) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes.....	49

Figura 15. Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes.....	50
Figura 16. Efeito da dose de nitrogênio sobre a média dos teores de proteína bruta nas duas idades e quatro cortes do capim Tifton 85.....	51
Figura 17. Efeito da dose de nitrogênio sobre os teores médios de lignina (LIG) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes. ....	52
Figura 18. Efeito da dose de nitrogênio sobre os teores de celulose na matéria seca nos quatro cortes de capim Tifton 85. ....	53
Figura 19. Efeito da dose de nitrogênio sobre os teores de hemicelulose na matéria seca de capim Tifton 85 nos quatro cortes. ....	54

#### **CAPÍTULO 4**

Figura 1. Dados climáticos do período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Janeiro de 2011).....	65
Figura 2. Teores de fibra em detergente neutro no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N.....	70
Figura 3. Teores de proteína indigestível em detergente neutro (PIDN) no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N. ....	71
Figura 4. Teores de proteína indigestível em detergente ácido (PIDA) no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N. ....	72
Figura 5. Teores de proteína bruta (PB) no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N .....	74

#### **CAPÍTULO 5**

Figura 1. Dados climáticos do período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Janeiro de 2011).....	85
Figura 2. Curvas de desidratação do feno de capim Tifton 85 com desidratação ao sol, com 1º corte aos 28 dias de rebrota e 2º corte aos 35 dias de rebrota (Coeficientes das equações significativos a 1% de probabilidade pelo teste t). ....	90
Figura 3. Curvas de desidratação do feno de capim Tifton 85 com desidratação em galpão, com 1º corte aos 35 dias de rebrota e 2º corte aos 28 dias de rebrota (Coeficientes das equações significativos a 1% de probabilidade pelo teste t). ....	91
Figura 4. Crescimento de gêneros de fungos no 1º corte em função das doses de N (kg ha <sup>-1</sup> ) e fases da produção de feno com secagem ao sol e em galpão. ....	94

Figura 5. Crescimento de gêneros de fungos no 2º corte em função das doses de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e fases da produção de feno com secagem ao sol e em galpão .....	95
Figura 6. Crescimento total de fungos em função dose de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em cada fase da produção de feno no 1º corte .....	96
Figura 7. Crescimento total de fungos em função da dose de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em cada fase da produção de feno no 2º corte. ....	96
Figura 8. Crescimento total de gêneros de fungos em função da fase da produção (corte, enfardamento e armazenamento) de feno no 1º corte.....	97
Figura 9. Crescimento total de gêneros de fungos em função da fase da produção (corte, enfardamento e armazenamento) de feno no 2º corte.....	97

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1. Limites de concentrações prejudiciais em alimentos para ruminantes das aflatoxinas, fumonisinas e zearalenona.....	25
--	----

### CAPÍTULO 3

Tabela 1. Datas em que foram realizados os cortes para as avaliações segundo as idades de rebrota e a ordem cronológica dos cortes. ....	35
Tabela 2. Altura das plantas (ALT) no dia do corte, produção de matéria seca (PMS), peso médio por perfilho (PP), relação folha colmo (RFC), comprimento de colmo (CC), diâmetro de colmo (DC), tamanho de folhas (TF), taxa de aparecimento de folhas (Tapf), Filocrono (Fil), taxa de alongamento de folhas (Talf) e número de perfilhos (NP) nas idades de rebrota.....	38
Tabela 3 – Produção de matéria seca (PMS) total e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) em função de doses de N e idades de rebrota .....	40
Tabela 4. Teores ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), lignina (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) na forragem de capim Tifton 85 colhida aos 28 e 35 dias de rebrota.....	48

### CAPÍTULO 4

Tabela 1. Dados climáticos das datas referentes aos cortes e secagem das plantas de capim Tifton 85 (Marechal Cândido Rondon, fevereiro de 2011).....	66
Tabela 2. Teores ( $\text{g kg}^{-1}$ de MS) de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína bruta (PB), lignina (LIG), celulose(CEL) e hemicelulose (HEM) e Coeficiente de Variação (CV; %) de 4 amostragens em diferentes fases do processo de fenação de capim Tifton 85. ....	69

### CAPÍTULO 5

Tabela 1. Dados meteorológicos no período de secagem da forragem de capim Tifton 85 colhida aos 28 e 35 dias de rebrota e seca ao sol e em galpão .....	86
---	----

Tabela 2. Idades de rebrota e horários de coleta das amostras de forragem em processo de fenação para análise do conteúdo de matéria seca (MS).....	87
Tabela 3. Análises para presença de aflatoxina, fumonisina e zearalenona, realizados pelo teste de ELISA – Ensaio Imunoenzimático (Neogen).....	98

## LISTA DE ABREVIATURAS

Alt	Altura do dossel
CEL	Celulose
CF	Comprimento de folhas
DC	Diâmetro do colmo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
Fil	Filocrono
HEM	Hemicelulose
LIG	Lignina permanganato
MS	Matéria seca
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NP	Número de perfilhos m <sup>-2</sup>
PB	Proteína bruta
PDR	Proteína degradável no rúmen
PIDA	Proteína insolúvel em detergente ácido
PIDN	Proteína insolúvel em detergente neutro
PMS	Produção de matéria seca
PP	Peso de perfilho
RFC	Relação folha colmo
Talf	Taxa de alongamento foliar
Tapf	Taxa de aparecimento de folhas
TF	Tamanho médio das folhas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
2.1 Adubação nitrogenada e idades de rebrota no capim Tifton 85.....	21
2.2 Fungos e micotoxinas em fenos e alimentos .....	23
2.3 Referências .....	26
<b>3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE CAPIM TIFTON 85 SOB DOSES DE NITROGÊNIO E IDADES DE CORTE .....</b>	<b>28</b>
Resumo .....	28
Abstract.....	29
3.1 Introdução.....	30
3.2 Material e Métodos.....	33
3.3 Resultados e Discussão.....	37
3.4 Conclusões.....	54
3.5 Referências .....	54
<b>4 CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE FENO DE CAPIM TIFTON 85 ADUBADO COM DOSES DE NITROGÊNIO NAS ETAPAS DE CORTE, ENFARDAMENTO E ARMAZENAMENTO .....</b>	<b>60</b>
Resumo .....	60
Abstract.....	61
4.1 Introdução.....	62
4.2 Material e métodos .....	64
3.3 Resultados e Discussão.....	67
4.4 Conclusões.....	76
4.5 Referências Bibliográficas.....	76
<b>5 CURVA DE DESIDRATAÇÃO, FUNGOS E MICOTOXINAS EM FENO DE CAPIM TIFTON 85 DESIDRATADO A CAMPO E EM GALPÃO.....</b>	<b>80</b>
Resumo .....	80
Abstract.....	81
<b>5.1 Introdução .....</b>	<b>82</b>
5.2 Material e Métodos.....	84
5.3 Resultados e Discussão.....	89
5.3.1 Curva de desidratação.....	89

5.3.2 Crescimento de Fungos .....	93
5.3.3 Micotoxinas .....	98
5.4 Conclusões.....	102
5.5 Referências .....	102

## 1 INTRODUÇÃO

Uma boa alternativa para suprir o rebanho com volumosos é a cultivar capim Tifton 85 que é uma gramínea forrageira tropical do gênero *Cynodon* é resultado de trabalhos de melhoramento genético realizado na universidade americana da Geórgia (ALVIM et al. 1999; EVANGELISTA et al., 2010). O capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) é um híbrido entre Tifton 68 e uma introdução sul-africana (P1290884), sendo é considerado o melhor híbrido F1 da coleção do programa de melhoramento daquela Universidade (VILELA et al., 2002; EVANGELISTA et al., 2010). Em condições adequadas de chuvas e quando adubado com nitrogênio (N), fósforo, potássio e outros nutrientes, o capim Tifton 85 apresenta elevada taxa de acúmulo de forragem. Na classificação quanto à exigência em fertilidade química do solo, esta gramínea forrageira está no grupo das mais exigentes e apresenta respostas positivas as adubações com nitrogênio (VILELA et al, 2002).

Alvim et al. (1999) afirmam que o capim Tifton 85 é uma gramínea selecionada para produção de matéria seca e alta digestibilidade e devido a isso pode ser uma forrageira alternativa para alimentar vacas em lactação. Também tem porte mais alto, apresenta colmos maiores, possui folhas mais largas e apresenta cor mais escura do que outras bermudas híbridas; possui rizomas que a torna resistente à geada e à seca.

Experimento realizado com três níveis de nitrogênio em pastagens (150, 300 e 450 kg ha<sup>-1</sup> por ano) em que a forragem foi colhida e ofertada para três grupos de doze vacas no estágio de lactação intermediário, foi constatado que não houve decréscimo da ingestão. Porém, pastagens adubadas no nível de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N por ano no período da primavera, houve decréscimo da ingestão de energia pelas vacas, o que resultou em menor produção de leite. No verão, no nível de 150 kg ha<sup>-1</sup> por ano de N foi observado redução na produção de leite, proteína e gordura quando comparado aos demais tratamentos. A redução dos níveis de N reduziu o conteúdo de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro*, mas aumentou o conteúdo de açúcares na forragem (VALK et al., 2000).

Van Soest (1994) afirma que o valor nutritivo de uma forragem pode ser medido pela composição química, digestibilidade “*in vitro*” e consumo, que pode revelar o potencial de produção animal em uma pastagem. A relação entre composição química com a digestibilidade e a ingestão ilustra o comportamento dos componentes do alimento. A lignina e a fibra em detergente ácido estão mais correlacionadas com a digestibilidade do que com a ingestão. Ocorre o inverso com a proteína e a fibra em detergente neutro. Esta correlação

reflete os diferentes efeitos inerentes aos componentes dos alimentos sobre a variação fisiológica da digestão, ingestão e eficiência da alimentação.

A adubação nitrogenada influencia na composição dos teores de fibra e proteína (Cecato et al., 2001); é importante para determinar o ritmo de crescimento e a qualidade das gramíneas forrageiras, e por isso se faz necessário conhecer a dose adequada de aplicação desse nutriente, com o objetivo de evitar perdas e aumentar a eficiência do N na produtividade das gramíneas e, por conseqüência, na produção animal (ALVIM et al., 1999). A resposta a adubação de N dependem de manejo, como intervalo de corte e freqüência e intensidade de pastejo. Cortes mais freqüentes, em geral, resultam em menor produtividade de MS por corte, porém com maior teor de PB e maior digestibilidade. Cortes menos freqüentes, proporcionam produtividade mais elevada de MS por corte, porém com teores de PB menores e teores de FDN, FDA e LIG maiores, e isto reduz a digestibilidade (ALVIM et al., 1999).

Trabalho com adubação nitrogenada em *Panicum maximum* Jack cv. Tanzânia-1 em doses crescentes de nitrogênio não afetou os teores de magnésio, mas reduziu os teores de matéria seca, cálcio e fósforo. Os teores de PB, FDN e NDT apresentaram comportamento quadrático à adubação utilizada no capim Tanzânia, cortado a cada 28 dias de crescimento, proporcionando uma forragem de melhor qualidade à medida que se aumentaram as doses dos nutrientes utilizados, principalmente para o nitrogênio (SOUZA, 2006).

Estudo de Alvim et al. (1999), relatam o aumento da produção anual de MS em capim Tifton 85 adubado com N até a dose de 600 kg ha<sup>-1</sup> ano, com intervalo de corte de quatro semanas no período das chuvas e, seis semanas no período da seca. Estes autores obtiveram uma produção máxima total de 23,1 toneladas ha<sup>-1</sup> ano de MS; os teores máximos de PB obtidos foi de 21,7%, sendo que não houve efeito do intervalo de corte sobre o teor de PB no período das chuvas. Relatam que a persistência do capim Tifton 85 foi comprometida pela ausência de adubação nitrogenada e pelo corte a cada duas semanas e isto também resultou no aumento de plantas invasoras.

Pelo exposto, fica demonstrado a importância de melhorar os conhecimentos sobre a adubação nitrogenada em cada forrageira e em cada solo, especialmente na região Oeste do Paraná, onde a cultivar Tifton 85 é bem adaptada e há a necessidade do aproveitamento maior do potencial desta forrageira e do solo da região para produção de forragem para corte ou pastejo e feno.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Adubação nitrogenada e idades de rebrota no capim Tifton 85

A busca por alternativas para aumentar a produtividade dos sistemas de produção animal em pastagens intensificou-se e entre os gêneros mais pesquisados está o *Cynodon*, devido ao valor nutritivo e adaptação ao clima tropical combinado com alta resposta a adubação nitrogenada devido à hibridização (QUARESMA et al., 2011).

Uma produção de forragem de melhor qualidade pode ser obtida pela alteração do método de pastejo contínuo para rotacionado, associado a prática de adubação, principalmente a nitrogenada (VIANA et al, 2011). É conhecido o fato de que a adubação nitrogenada interfere no ritmo de crescimento e na qualidade das forrageiras. Entretanto, há a busca para aumentar a eficiência da utilização de nitrogênio (N) pelas gramíneas por meio de doses adequadas de adubação para cada espécie forrageira (COSTA et al., 2006).

Estudo conduzido com capim Tifton 85 (*Cynodon nlemfuensis x Cynodon dactylon*) com diferentes doses de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e três idades de rebrota (28, 42 e 56 dias) resultou numa produção que variou de 5.751 a 20.466, de 8.138 a 22.852 e de 10.525 a 25.239 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS, respectivamente, o que resultou numa eficiência de resposta de 36,8 kg MS kg<sup>-1</sup> de N (RIBEIRO; PEREIRA, 2011).

As idades de rebrota influenciam a PMS ha<sup>-1</sup> por corte e por ano. Oliveira et al. (2000) relatam aumentos lineares da PMS ha<sup>-1</sup> por corte, e comportamento quadrático da relação folha colmo (RFC), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) com o aumento da idade da planta. Relatam também, redução linear dos teores de PB, fósforo, potássio, cálcio e magnésio com o aumento da idade da planta, além de aumentos lineares dos teores de lignina.

Como comparativo, experimento com capim-brachiária (*Urochroa decumbens* cv. Basilisk) com doses de N entre 0 a 300 kg ha<sup>-1</sup> na estação chuvosa durante dois anos seguidos, resultaram em aumentos lineares na produção de MS e PB em resposta ao N aplicado, sendo que não houve diferença entre as fontes de N utilizadas (uréia e sulfato de amônio) (VIANA, 2011). O aumento na produção de MS foi de 18 e 14 kg MS kg<sup>-1</sup> N aplicado, e para PB foram de 9,1 e 11,7% para a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>, ambos obtidos no primeiro e segundo ano, respectivamente. Para a dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, os teores de PB foram de 6,6 e 7,1% para o primeiro e segundo ano, respectivamente. As doses de N não influenciaram os teores de FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina, enquanto a eficiência de recuperação de N na MS

disponível foi de 33,1; 41,7; e 42,2% em respostas as doses de 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, que foram consideradas baixas (VIANA, 2011).

A forrageira capim Tifton 85 é tolerante a uma ampla variação de manejo de pastejo. Possui uma grande acumulação de forragem associada a um pastoreio baixo (com 8 cm de altura do solo) seguido por um período de descanso de 28 dias ou com pastejo a cada 14 dias deixando 24 cm de altura do relvado pastejado. Entretanto, o pastoreio com 24 cm não deve ser indicado, devido a maiores perdas (LIU, 2009). O mais recomendado é o pastejo a cada 28 dias até a altura de 8 cm do solo para maximizar a acumulação de forragem, ou pastejo até a altura de 16 cm a cada 14 ou 21 dias para aproveitar o melhor valor nutritivo e sem os impactos negativos sobre a persistência ou redução na acumulação de matéria verde. A fertilização nitrogenada aumenta a acumulação de matéria verde, a quantidade de perfilhos e de raízes rizomatosas, mas não afeta o conteúdo de N no solo (LIU, 2009).

Outro estudo conduzido na Flórida, com doses de N de 0, 45, 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup> de N por período de rebrota, produziu entre 50 e 225 g m<sup>-2</sup> de MS foliar, dependendo da taxa de N e do período (verão ou outono). O peso de MS dos colmos permaneceu inferior a das folhas dos 7 aos 14 dias e após, até o período de 28 dias, alcançou um acréscimo de forma linear ou quadrática para atingir entre 75 a 300 g m<sup>-2</sup> (ALDERMAN et al., 2011). O aumento da dose de N de 0 para 135 kg ha<sup>-1</sup> por período aumentou a MS por perfilho de 1,5 para 3 g no verão e de 1 para 1,5 g por perfilho no outono. A relação folha/colmo aumentou para 1,0 dentro do período de 14 a 21 dias, seguido por um subsequente decréscimo. O peso da MS dos rizomas e raízes não foram afetadas pela fertilização com nitrogênio. A fertilização com nitrogênio afetou primariamente a quantidade (em g de MS) e proporções acima do solo, com pequeno efeito sobre o peso da MS das partes da planta abaixo do solo. As rebrotas não melhoraram com teores de N superiores a 90 kg ha<sup>-1</sup> (ALDERMAN et al., 2011).

Estudos com irrigação no capim Tifton 85, acrescido ou não de 520 kg ha<sup>-1</sup> de N, realizados em Lins-SP durante três anos seguidos, resultaram num impacto negativo para a qualidade do solo, com redução da biomassa microbiana do solo quando foi utilizada água potável, sugerindo que a água potável para irrigação não é uma boa opção. Já a irrigação com efluentes tratados (35% de C e 6% de N), que representou uma entrada de matéria orgânica de aproximadamente 900 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento de um ano e de 1000 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento de três anos, resultou em aumento da atividade microbiana do solo (NOGUEIRA, 2011).

Pesquisa realizada no sudoeste do Paraná utilizando dejetos (chorume) suíno na adubação de capim Tifton 85, destacam o aumento da PMS e PB, e redução da FDN. A máxima eficiência foi obtida com a adição de 235 m<sup>3</sup> de dejetos por hectare, o que é

equivalente a 423, 302 e 258 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. A recuperação de nitrogênio reduziu com o aumento das doses de chorume (VIELMO et al., 2011).

O uso intensivo do solo na região Oeste do Paraná por meio da integração agricultura e a pecuária justifica estudos com forrageiras para aumentar a produtividade por meio da utilização de fontes de adubação nitrogenada.

## 2.2 Fungos e micotoxinas em fenos e alimentos

Um dos primeiros fungos conhecidos na produção de feno foi o Ascomiceto *Claviceps purpurea*, que no centeio era conhecido por esporão do centeio, devido à produção de um alcalóide que produzia a doença, tanto em humanos quanto em animais, chamada de ergotismo, caracterizada por convulsões e gangrena seca nas extremidades. Os animais eram contaminados quando consumiam feno, centeio e outros cereais contaminados pelo fungo (AMARAL; NUSSIO, 2011).

Para que os fungos se desenvolvam, há necessidade de fontes de nitrogênio, energia, atividade de água e temperatura ambiente apropriada para cada gênero. Cada gênero tem seus limites para desenvolver e produzir toxinas (CRUZ, 2010). *Aspergillus* e *Penicillium* são espécies que apresentam seu desenvolvimento ótimo em condições de temperatura elevada (24 a 35°C) e umidade superior a 70%, enquanto que espécies de *Fusarium* tem preferência por temperaturas ao redor de 25 °C para o crescimento fúngico e de 10°C e umidade superior a 14% para produção das micotoxinas zearalenona e fumonisina (MALLMANN; DILKIN, 2007).

Várias espécies fúngicas são reconhecidas como produtoras de uma ou mais micotoxinas, e um grande número destes metabólitos tóxicos já foi identificado e caracterizado como substâncias produzidas em contaminações naturais de grãos e outros alimentos (CAST, 2003). Identificar os fungos presentes num alimento é importante para tomar medidas epidemiológicas e preventivas, mas a conclusão definitiva sobre a etiologia da intoxicação ou presença de micotoxinas somente podem ser deduzidas após a extração e identificação da micotoxina envolvida, pois é necessário considerar que: a) a simples presença do fungo toxígeno não assegura que uma micotoxina esteja presente; b) a ausência de fungos toxígenos não garante um produto isento de contaminação por micotoxinas, porque a micotoxina pode persistir mesmo que o fungo já tenha sido eliminado; c) muitas vezes um mesmo fungo produz mais de uma micotoxina; d) uma determinada micotoxina pode ser produzida por mais de um gênero de fungos (CRUZ, 2010).

Em geral as micotoxinas entram na dieta dos animais através da utilização de rações em que os alimentos utilizados já estavam contaminados por micotoxinas, e estas foram produzidas durante a colheita, produção ou estocagem inadequada. A maioria dos alimentos possuem em sua superfície elementos fúngicos (conídios), que permanecem em estado de latência se as condições ambientais (temperatura, umidade e atividade de água) permanecerem impróprias para seu desenvolvimento. Entretanto, quando ocorrem condições favoráveis os esporos dos fungos germinam e formam hifas, as quais se desenvolvem sobre a superfície do alimento e reduzem o valor nutritivo, porque utilizam parte dos nutrientes para o seu próprio crescimento. Há também o risco de ocorrência de infecções pulmonares causadas por espécies patogênicas. Se o fungo for micotoxigênico, as micotoxinas podem surgir como contaminantes e provocam graves problemas de intoxicações agudas ou crônicas (CRUZ, 2010).

Exemplos de fungos contaminantes de alimentos de uso animal e que podem produzir toxinas são os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Claviceps*, *Stachibotrys*, *Phoma*, *Mirothecium*, *Pithomices* e *Rhizopus* (CRUZ, 2010). Podem crescer em diversos substratos e condições das mais variadas de pH, umidade, temperatura, aeração, etc. Um ponto importante a considerar é que os fungos podem contaminar os alimentos em qualquer momento da produção, transporte, estocagem ou industrialização, havendo sempre a necessidade de interação entre o fungo, o substrato e as condições ambientais. Por isso que as micotoxinas podem ser produzidas quando o produto ainda se encontra no campo, antes mesmo de sua colheita e, até mesmo, antes de sua formação, quando o fungo pode penetrar através da flor e isto tem obrigado à revisão de conceitos clássicos (CAST, 2003; CRUZ, 2010).

Um exemplo são as aflatoxinas, oriunda do metabolismo secundário dos *Aspergillus*, mais freqüente em produtos agrícolas estocados mas que pode ser produzida antes da colheita, pela penetração do fungo através da flor. Entretanto, é mais freqüente a contaminação no período pós-colheita, principalmente quando a secagem é retardada ou não é feita adequadamente, quando ocorre reumedecimento do alimento, armazenagem com temperatura inadequada e baixa aeração (CRUZ, 2010).

É difícil garantir um alimento sem micotoxinas, e as condições para identificar e remover todas as micotoxinas que contaminam os alimentos são limitadas. Por isso é importante estabelecer metas de manuseio dos alimentos para evitar a formação das micotoxinas (CAST, 2003). Na Tabela 1 são apontados alguns parâmetros para animais herbívoros com relação à aflatoxinas, fumonisinas e zearalenona.

Tabela 1. Limites de concentrações prejudiciais em alimentos para ruminantes das aflatoxinas, fumonisinas e zearalenona

Espécie	Micotoxina	Concentração	Efeitos
<sup>1;2</sup> Gado de engorda – todas as classes e idades	Aflatoxinas	400 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Resíduo nos tecidos
		700 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Ligeira lesão hepática, redução do crescimento e eficiência alimentar
		1.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Moderadas lesões no fígado e perdas de peso
		2.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Severos danos ao fígado, icterícia e morte
<sup>1</sup> Vacas lactação	Aflatoxinas	20 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Deteção de aflatoxinas no leite
		1.500 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Decréscimo da produção de leite
<sup>1;2</sup> Eqüinos	Aflatoxinas	400 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Danos ao fígado e imunossupressão
		>100.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Alimentação por 30 dias reduz ganho de peso e produz leves danos ao fígado
<sup>1;3</sup> Gado de corte e ovelhas com mais de três meses de idade	Fumonisinias (FB <sub>1</sub> +FB <sub>2</sub> )	>200.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Alimentação por 14 dias reduz ingestão de alimento e produção e produz danos moderados no fígado
		30.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	<sup>6</sup> Limite inaceitável na alimentação
Vacas lactação	em Fumonisinias(FB <sub>1</sub> +FB <sub>2</sub> +FB <sub>3</sub> )	15.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	<sup>6</sup> Limite inaceitável na alimentação
<sup>1</sup> Eqüinos	Fumonisinias(FB <sub>1</sub> +FB <sub>2</sub> +FB <sub>3</sub> )	>10.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Em 30 dias, produz dano ao fígado, leucoencefalomalácea, morte; não exceder 5.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$
<sup>5</sup> Eqüinos pôneis	Fumonisinina FB <sub>1</sub>	8.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	<sup>5</sup> Risco de encefalomalácea
		5.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Não exceder 50% da dieta; leucoencefalomalácea, problemas hepáticos.
<sup>3</sup> Equinos	Fumonisinias	1.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	<sup>6</sup> Limite inaceitável na alimentação
<sup>1;4</sup> Vacas leiteiras	Zearalenona	50.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Reduz concepção
<sup>1;4</sup> Novilhas virgens	Zearalenona	12.000 $\mu\text{g kg}^{-1}$	Reduz concepção

<sup>1</sup>Adaptado de Munkvold, G.; Osweiler, G.; Hartwig, N. 1997 – Iowa State University Ext. PM-1698-Disponível em: [http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01\\_pageview2/Detrimental\\_Feed\\_Concentrations.htm](http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01_pageview2/Detrimental_Feed_Concentrations.htm)

<sup>2</sup>[http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01\\_pageview2/Aflatoxins.htm](http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01_pageview2/Aflatoxins.htm)

<sup>3</sup>[http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01\\_pageview2/Fumonisinins.htm](http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01_pageview2/Fumonisinins.htm)

<sup>4</sup>[http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01\\_pageview2/Zearalenone.htm](http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01_pageview2/Zearalenone.htm). Acesso em: 11 jul. 2011.

<sup>5</sup>MUNKVOLD e DESJARDINS, 1997

<sup>6</sup>MALMANN e DILKIN, 2007

### 2.3 Referências

- ALDERMAN, P. D.; BOOTE, K. J.; SOLLENBERGER, L. E. Regrowth dynamics of 'Tifton 85' bermudagrass as affected by nitrogen fertilization. **Crop Science**, v. 51, n.4, p.1716-1726, 2011.
- ALVIM, M. J. et al. Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.34, n.12, p.2345-2352, dez. 1999.
- AMARAL, R. C.; NUSSIO, L. G. Fungos e micotoxinas em silagens. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Sthampa, 2011. p. 221-250.
- CECATO, U.; SANTOS, G. T.; MACHADO, M. A. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.781-788, 2001.
- COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, I. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 192).
- COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY - CAST. **Mycotoxins: Risks in Plant, Animal and Human Systems**. Nº 139. Ames/Iowa: CAST Task Force Report, 2003. 200p.
- CRUZ, L.C.H.da. **Micologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2010. 350 p.
- EVANGELISTA, A. R.; REZENDE, A. V.; BARCELOS, A. F. **Manejo e fenação das forrageiras do gênero *Cynodon***. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol\\_54.pdf](http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_54.pdf)>. Acesso em 30 maio 2010.
- LIU, K. **Management effects on herbage responses, size of nutrient pools, and litter dynamics in grazed 'Tifton 85' bermudagrass (*Cynodon* spp.) pastures**. 2009. 195 p. Dissertation (Doctor of Philosophy) - University of Florida, Florida, 2009.
- MALLMANN, C. A.; DILKIN, P. **Micotoxina e micotoxicoses em suínos**. Santa Maria: Do Autor, 2007. 240 p.
- MUNKVOLD, G. P.; DESJARDINS, A. E. Fumonisin in Maize – can we reduce their occurrence? **Plant Disease**, v.81, n.6, p.556-565, 1997.
- NOGUEIRA, S. F.; PAULA, A. M.; PEREIRA, B. F. F. Water type and irrigation time effects on microbial metabolism of a soil cultivated with Bermuda-grass Tifton 85. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.54, n.3, p.477-486, 2011.
- OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R. et al. Rendimento e valor nutritivo do capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, Sup. 1, p-1949-1960, 2000.

- QUARESMA, P. .; ALMEIDA, R. G.; ABREU J. G. et al. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.33, n.2, 145-150, 2011.
- RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G. Produtividade de matéria seca e composição mineral do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p-811-816, 2011.
- VALK, H.; LEUSINK-KAPPERS, I. E.; VUUREN, A. M. van Effect of reducing nitrogen fertilizer on grassland on Grass intake, digestibility and milk production of dairy cows. **Livestock Production Science**, n. 63, p. 27 –38, 2000.
- VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J. et al. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-brachiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.7, p.1497-1503, 2011.
- VIELMO, H.; BONA FILHO, A.; SOARES, A. B. et al. Effect of fertilization with fluid swine slurry on production and nutritive value of Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.60-68, 2011.
- VILELA, L.; GUERRA, A. F.; LEITE, G. G. et al. **Produtividade do Cynodon spp cv. Tifton 85 sob diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 20 p. (Boletim Técnico, 36)

### **3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE CAPIM TIFTON 85 SOB DOSES DE NITROGÊNIO E IDADES DE CORTE**

**Resumo:** O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de cinco doses de adubação nitrogenada e duas idades de rebrota no capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) sobre as características estruturais, produtivas e na composição bromatológica. O experimento foi instalado no campo de produção de feno da Universidade Estadual do Oeste do Paraná implantado em 2004 com capim Tifton 85. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) aplicados em cada corte, aplicadas na forma de uréia, duas idades de rebrota (28 e 35 dias) com quatro repetições e quatro cortes. As doses de nitrogênio promoveram alterações nas características estruturais das plantas, como maior altura do dossel, comprimento de colmo, taxa de alongamento das folhas e produção de MS. A maior eficiência de utilização de N, considerando os quatro cortes, ocorreu na dose de 100 kg N ha<sup>-1</sup> na idade de rebrota de 35 dias, com a produção de 13,79 kg de MS kg<sup>-1</sup> de N aplicado. Na composição bromatológica, o N promoveu maior teor de proteína bruta (PB) na idade de 28 dias, sendo que a maior concentração ocorreu no quarto corte (208,2 g kg<sup>-1</sup> MS) e a menor no segundo corte (140,12 g kg<sup>-1</sup> MS); não houve diferenças entre idades na concentração de matéria mineral e de fibra em detergente ácido (FDA). Fatores climáticos que ocorreram no período experimental, principalmente a grande variação de precipitação (superior a 200 mm entre o mês com maior, dezembro/2010, e menor, março/2011, precipitação), tiveram grande influência na produção do capim Tifton 85, afetando a produção de MS, e por consequência, a produção total de PB por corte.

**Palavras-chave:** biomassa, lotação, manejo, pastejo, persistência, qualidade das forrageiras

## STRUCTURAL CHARACTERISTICS AND BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF TIFTON 85 GRASS PASTURE UNDER NITROGEN LEVELS AND AGES OF REGROWTH

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the influence of five levels of nitrogen and two ages of regrowth of the Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) in structural and productive characteristics and nutritional composition. The experiment was placed in the field of production of hay from the State University of West Paraná deployed in 2004 with *Cynodon* spp. cv. Tifton-85. The experiment was set in a randomized block design following a factorial scheme 5x2, with five nitrogen fertilization rates (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) supplied as urea after cuttings, two ages of regrowth (28 and 35 days), with four replicates. The doses of nitrogen promoted changes in the structure of plants, such as increased canopy height, stem length, leaf elongation rate and DM production. The greater efficiency of N use, considering the four harvests, occurred in the 100 kg N ha<sup>-1</sup> at the age of 35 days of regrowth, with the production of 13.79 kg DM kg<sup>-1</sup> of N applied. To nutritional components, N promoted higher crude protein (CP) at the age of 28 days, with the highest concentration occurred in the fourth cut (208.2 g kg<sup>-1</sup> DM) and lowest in the second cut (140.12 g kg<sup>-1</sup> DM). No differences was found between ages in the concentration of mineral matter and acid detergent fiber (ADF). The 28 days of regrowth resulted in higher content of CP (208.2 g kg<sup>-1</sup> DM) and a lower content of ADF and lignin. Climatic factors that occurred during the experiment, mainly the wide variation of precipitation (greater than 200 mm between the peak (December/2010) and the lowest (March/2011) precipitation), had great influence in the production of Tifton 85 grass, affecting the production of DM, and therefore the total production of nutrients.

**Key words:** biomass, forage quality, grazing, management, persistence, stocking

### 3.1 Introdução

A adubação nitrogenada equilibrada pode aumentar a produtividade das pastagens, e com isso auxiliar na produção de forma sustentável (RADUNZ, 2005) e na redução de impactos ambientais (MACHADO FILHO et al., 2010).

A adubação nitrogenada contribui com sistemas de produção sustentáveis por evitar o processo de degradação das pastagens, por meio do aumento da persistência e produtividade das forrageiras, principalmente se for feita de acordo com a exigência de cada espécie forrageira. Se deve também considerar o sistema de pastejo pela capacidade de suporte (unidades animais por hectare) da pastagem, pois o manejo tem marcante influência na produção da matéria seca (MS) e na sustentabilidade do sistema (COSTA et al., 2006), cujo foco é a maior oferta de nutrientes e o manejo correto, com a possibilidade de integração da lavoura à pecuária (SOLLENBERGER, 2008).

Vários estudos documentam a capacidade de resposta do capim Tifton 85 e de outras gramíneas na produção de biomassa por influência do nitrogênio (N). Este nutriente geralmente é o que tem maior influência sobre a produção de biomassa e influencia a quantidade de outros nutrientes necessários para sustentar a produção. Tem também influência no aumento do valor nutritivo da forragem, no vigor, na qualidade visual, na recuperação de danos sofridos pela planta, na saúde da planta e em alguns casos melhoria do desempenho animal (BOWMAN et al., 2002 e SOLLENBERGER, 2008).

Entretanto, as quantidades de N disponíveis nos solos são insuficientes para suportar alta produtividade e qualidade de forragens e por isso uma aplicação regular de N como fertilizante é necessário (BOWMAN et al., 2002).

As vantagens de uma aplicação regular de N de acordo com a capacidade de ciclagem de cada forrageira, respeitando as condições de permeabilidade e drenagem do solo, é o aumento da produtividade e da concentração temporária de animais por unidade de área. Nesta situação ocorre aumento da emissão de metano por animal ( $137 \text{ kg cab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em vacas da raça holandesa ou em torno de  $60 \text{ kg/cabeça/ano}$ ) que é compensado por menor emissão de metano por quilograma de leite ou carne, devido à redução da idade de abate e ao aumento da produção de leite (PEDREIRA; PRIMAVESI, 2006). Outra vantagem é que são necessárias mais de três vezes energia fóssil para produzir a mesma energia aos ruminantes a partir de soja e milho em comparação à forragens (TAMMINGA, 1996).

Já os impactos ambientais pela aplicação de nitrogênio (N) podem ser reduzidos quando é considerado a recuperação do N, evitando a formação de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )

(FERRÃO et al., 2010), pela determinação do N em amostras para análise química ou utilizar medidor portátil para presença de nitrato no solo (BENTO et al., 2011).

Também a eficiência da recuperação do N pelas gramíneas tem sido estudada por meio do percentual de N na matéria seca (MS) das plantas e pelo percentual de N aplicado que é recuperado pelas raízes das plantas (MAAS, 2007). Bowman et al. (2002) encontraram a maior taxa de recuperação (84 %) de N no híbrido de *Cynodon* (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) e de 70% para o *Cynodon dactylon* (L.) e Anderton (2005) sugeriu uma dose adequada entre 9,6 a 9,8 g m<sup>-2</sup> de N.

As doses de N nos sistemas de produção sustentáveis para capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*) requerem solos com abundantes níveis de nutrientes, de forma que atinjam seu potencial de produção ótimo e tenham persistência. O capim Tifton 85 é mais tolerante ao pastejo mais intenso porque possui rizomas combinados com brotos em locais protegidos e energia armazenada (SOLLENBERGER, 2008). Devido as suas características, o capim Tifton 85 é mais resistente ao frio e possui boa tolerância a geadas e pode ter um crescimento de 6 a 8 meses durante o ano, tendo alta produtividade e digestibilidade quando comparada a outros cultivares de bermuda (MONTEIRO et al, 2008). O seu elevado potencial de produção depende principalmente de N e potássio e requer elevada umidade do solo. Também é tolerante e persistente a longos períodos de seca (ANDERSON et al., 2008).

Uma possibilidade para aumentar o teor protéico e a digestibilidade da matéria seca é realizar, no inverno, a sobressemeadura no capim Tifton 85 com aveia branca IPR 126 (NERES et al., 2011). A idade de rebrota também interfere na qualidade da pastagem, sendo que aumentos da idade de rebrota no capim Tifton 85 resultaram em redução da relação folha/colmo de 1,39 para 0,45 aos 14 e 70 dias, e é estimado que a partir dos 28 dias esta relação seja inferior a 1,0 (OLIVEIRA et al., 2000). As doses de N (0; 80; 160 e 240 mg kg<sup>-1</sup> de solo) em capim Tifton 85 aumentaram o número total de perfilhos no primeiro e segundo corte, enquanto o peso dos perfilhos (PP) foi maior no primeiro corte do que no segundo corte, provavelmente porque no primeiro corte ocorreu um menor número de perfilhos por unidade de área (PREMAZZI et al., 2003).

As características morfogênicas do capim Tifton 85 são afetadas pelo período de rebrota (Oliveira et al., 2000). Estes autores relataram que o número de folhas vivas expandidas alcançou o máximo de 9,5 folhas após 28 a 35 dias de rebrota; a taxa de aparecimento de folhas individuais decresceu de 0,62 a 0,24 folhas dia<sup>-1</sup> dos 14 aos 70 dias de idade de rebrota, o que corresponde a variações no filocrono de 1,6 a 4,1 dias folha<sup>-1</sup>. Estes

autores recomendaram um intervalo de corte ou de pastejo de 28 dias, em função do maior número de folhas verdes e das menores perdas de MS por senescência e morte de folhas.

As características morfogênicas de taxa de alongamento diário e tamanho de folhas, estão associadas a taxa de acúmulo de MS das lâminas foliares, que são mais altas no verão. Já as taxas de aparecimento foliar e o número de folhas por perfilho são maiores na primavera (VILELA et al., 2005).

No capim-massai (*Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai) as doses de N resultaram em aumento linear de 64% da taxa de alongamento foliar (Talf), e do aparecimento de folhas (Tapf) de 0,059 para plantas sem adubação nitrogenada para 0,1275 folhas/dia, ambos na dose de 120 mg dm<sup>-3</sup>; o filocrono reduziu com a adubação nitrogenada (MARTUSCELLO et al., 2006).

Em Cáceres no Estado do Mato Grosso, Quaresma et al. (2001) utilizaram cinco doses de N aplicados de forma parcelada e tendo como fonte de N a uréia, foram realizados quatro cortes na altura de 5 cm do solo, que resultou na observação que para cada kg de N aplicado houve aumento na produção de MS (22,67 kg MS ha<sup>-1</sup>), na produção da lâmina foliar verde (11,37 kg ha<sup>-1</sup>), na altura do relvado (0,052 cm), na redução do teor de fibra em detergente neutro (FDN) (0,0142 dag kg<sup>-1</sup>) e no aumento do teor de proteína bruta (0,00955 dag kg<sup>-1</sup>). Foi observado também aumento na extração de N a uma taxa de 0,537 kg kg<sup>-1</sup> de N e diminuição acentuada de utilização do N a partir da dose estimada de 155 kg ha<sup>-1</sup> de N. Já o N recuperado na forragem não variou (p>0,05) em função das doses de N e atingiu um índice de 46%.

Capim Tifton 85 colhido com 28 dias de idade de rebrota cuja comparação de adubação nitrogenada foi de zero a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N resultaram num aumento de 115 g kg<sup>-1</sup> para 135 g kg<sup>-1</sup> de PB na MS e de 480 g kg<sup>-1</sup> para 530 g kg<sup>-1</sup> a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (VENDRAMINI et al., 2008b). Os níveis de proteína bruta rapidamente degradável (Fração A) não foram afetados pela dose de N (média de 356 g kg<sup>-1</sup> de PB), mas ocorreu um aumento linear na fração potencialmente degradável (Fração B) de 330 para 455 g kg<sup>-1</sup> de PB e um decréscimo linear da fração não degradável (Fração C) de 283 para 208 g kg<sup>-1</sup> como resultado do aumento da dose de N (VENDRAMINI et al., 2008a).

Isto significa que quando temos uma baixa taxa de fertilização de N nas pastagens, teremos uma menor concentração de PB e de proteína degradável no rúmen (PDR) o que pode limitar a performance de categorias de ruminantes com maiores requerimentos de PB. Embora isto possa ser corrigido facilmente pela adição de PDR via suplemento, também é fácil adubar

a pastagem com adubo nitrogenado de forma equilibrada e fazer intervalos de pastoreio curtos (SOLLENBERGER, 2008) ou mais intensivos.

Existem poucos estudos com forrageiras utilizadas em sistemas intensivos de produção de bovinos em pastagens no Brasil (COSTA et al., 2006). No Paraná, a produção de bovinos de leite está baseada em pastagens, com uma média de 16,6 hectares de pastagens por propriedade, sendo que 40% dos produtores não produzem pasto suficiente para alimentar o rebanho (IPARDES, 2009). Na região Oeste do Paraná há uma utilização expressiva (80%) das terras com lavouras temporárias de soja e milho para grãos para comercialização, combinado com milho para silagem, que é utilizada na propriedade (IPARDES, 2009). A produção de bovinos, principalmente de leite, precisa ser intensificada e, entre as alternativas, está a melhor utilização do potencial do capim Tifton 85, bastante difundido na região através da adubação nitrogenada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de cinco doses de N no capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) colhido em duas idades de rebrota sobre as características estruturais, produtivas e composição químico bromatológica.

### **3.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental Antônio Carlos dos Santos Pessoa pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon; possuindo como coordenadas geográficas latitude 24° 33' 40'' S, longitude 54° 04' 12'' W e altitude de 420 m. O clima local, classificado segundo Koppen é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a temperatura anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1.600 a 1.800 mm, com trimestre mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm (IAPAR, 2006). Durante o crescimento das plantas as condições climáticas foram favoráveis (Figura 1 e 2).

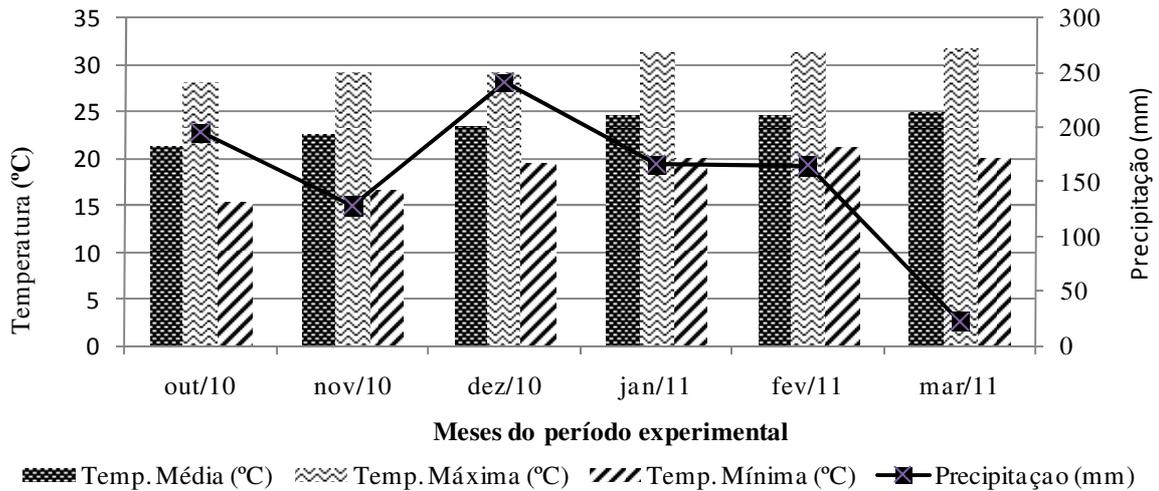


Figura 1. Temperatura (°C) (média, máxima e mínima) e precipitação (mm de chuva) do período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Março de 2011).

Fonte: UNIOESTE – adaptado pelo autor

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2006) e possuía as seguintes características químicas: P (Extrator Mehlich) - 8,15 mg dm<sup>-3</sup>; MO 23,92 g dm<sup>-3</sup>; pH CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>; H+Al - 4,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 0,05 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K (Extrator Mehlich) - 0,23 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 3,62 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 1,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB - 5,54 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC - 9,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> V - 56,30%; Al m=0,89%; Cu (Extrator Mehlich) - 6,30; Mn (Extrator Mehlich) - 1,4; Zn (Extrator Mehlich) - 63,00, Fe (Extrator Mehlich) - 25,10 e argila - 650 g kg<sup>-1</sup>.

O experimento foi instalado em um campo de produção de feno implantado em 2004 com *Cynodon* spp. cv. Tifton-85. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de N (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) e duas idades de rebrota (28 e 35 dias), com quatro repetições. As unidades experimentais (3m x 5m), constituídas pelas duas idades e cinco doses de N. O experimento teve início no dia 30 de outubro de 2010 com o corte de uniformização a 5 cm de altura do solo e adubação com 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples, seguindo recomendações para adubação de forrageiras do IAPAR (2003).

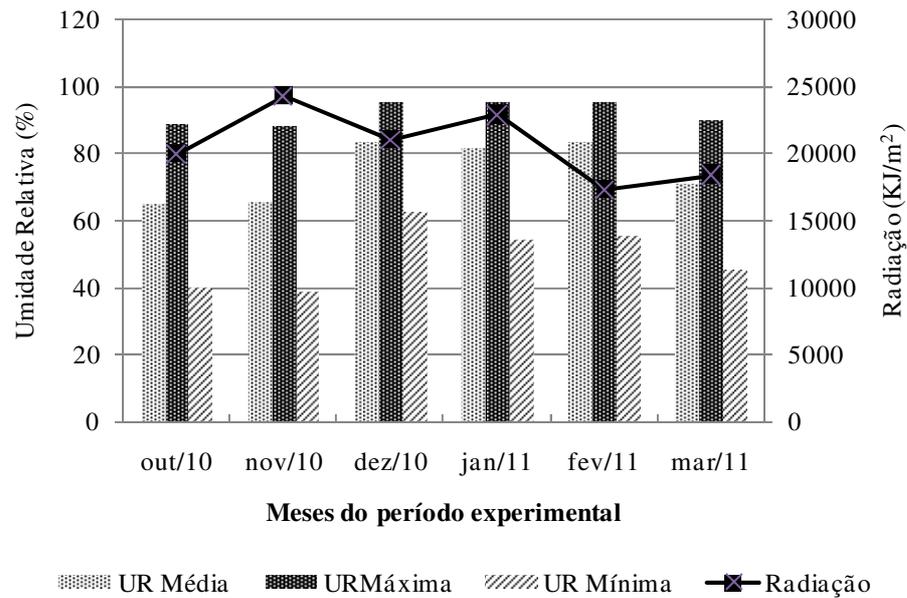


Figura 2. Percentual de umidade relativa (média, máxima e mínima) e radiação (KJ/m<sup>2</sup>) no período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Março de 2011).

Fonte: UNIOESTE – adaptado pelo autor

Foram realizados quatro cortes de acordo com cada idade de rebrota (Tabela 1), os quais foram avaliados segundo os tratamentos. Em até cinco dias após a uniformização e a cada corte, as parcelas foram adubadas com uréia a lanço. Também em cada parcela foram escolhidos três perfilho que foram marcados com fitas de cetim estreita com cores diferentes visando facilitar a identificação. A escolha dos perfilhos para marcação foi feita procurando-se evitar plantas debilitadas ou injuriadas.

Tabela 1. Datas em que foram realizados os cortes para as avaliações segundo as idades de rebrota e a ordem cronológica dos cortes.

Corte	Idade de rebrota	
	28 dias	35 dias
1º	26/11/2010	06/12/2010
2º	24/12/2010	10/01/2011
3º	21/01/2011	14/02/2011
4º	18/02/2011	21/03/2011

Para cada corte foram avaliadas a taxa de aparecimento das folhas (Tapf), o filocrono (Fil), taxa de alongamento das folhas (Talf), a altura das plantas, a relação folha/colmo (RFC), o peso dos perfilhos (PP), o comprimento dos colmos (CC), o diâmetro dos colmos (DC),

tamanho médio de folhas (TF), a quantidade de perfilhos por metro quadrado e a produção de MS.

A Tapf, Talf e CF foram obtidas pela mensuração das folhas a cada quatro dias durante o período experimental e o filocrono foi obtido pela relação inversa em relação a Tapf. A altura das plantas foi mensurada com auxílio de régua graduada em milímetros antes de cada corte e em cada parcela, e a relação folha/colmo foi obtida por meio de 30 perfilhos que após o corte foram separados em lâminas foliares e colmos, submetidos à secagem em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 55° C por 72 horas.

A RFC foi obtida por meio da razão entre o peso seco das folhas pelo peso seco dos colmos. O CC foi obtido por régua graduada em milímetros após a retirada das folhas de 30 perfilhos e o diâmetro foi obtido pela mensuração por meio de paquímetro. A produção de MS foi obtida com auxílio de um quadrado com área de 0,25 m<sup>2</sup> (50cm x 50cm), o qual foi jogado de forma aleatória em cada unidade experimental. A seguir a forragem foi cortada com auxílio de foice, colocada em sacos identificados e conduzidas para o laboratório, onde foram imediatamente pesadas e secadas em estufa a 55° C por 72 horas, pesadas novamente e então calculada a produção de MS ha<sup>-1</sup>. Para calcular a quantidade de perfilhos por metro quadrado foi multiplicado por 4 a produção de massa verde da área de 0,25 m<sup>2</sup> em cada parcela e dividido pelo peso médio de cada perfilho da mesma parcela.

Após a secagem as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 30 *mesh*, e armazenadas em sacos plásticos identificados e destinadas à avaliação bromatológica para teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), lignina pelo método do permanganato (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), seguindo metodologia de Silva e Queiroz (2009).

Utilizou-se o modelo estatístico:

$$y_{ijk} = m + B_i + N_j + I_k + NI_{jk} + e_{ijk}$$

Y : variáveis dependentes

m: media das observações

B<sub>i</sub>: efeito de bloco i

N<sub>j</sub>: efeito de dose de nitrogênio j

I<sub>k</sub>: idade de rebrota k

NI<sub>jk</sub>: efeito da interação entre dose de nitrogênio j e idade k

e<sub>ijk</sub>: efeito do erro aleatório associado a cada observação

Para análise estatística foi utilizado o programa estatístico SISVAR (1999). Os dados foram submetidos à análise de variância. Foram testados os efeitos das idades de rebrota por meio do teste de Tukey e doses de N por meio da análise de regressão. A escolha dos modelos baseou-se nos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e na significância ao nível de 5% pelo teste t parcial de Student dos coeficientes de regressão. Foi respeitada a significância dos fatores incluídos no modelo estatístico inicial.

### 3.3 Resultados e Discussão

Houve diferenças ( $p < 0,05$ ) entre idades de corte em todos as avaliações para altura do dossel, produtividade de matéria seca (PMS), PP, RFC, CC, DC, Tapf, Fil, CF, Talf e o número de perfilhos (NP) (Tabela 2). Não houve interação entre nitrogênio e idade para as variáveis citadas, exceto no terceiro corte, na idade de 28 dias ( $\hat{Y} = 17,20 + 0,0045875X$ ;  $CV = 17,19\%$ ;  $R^2 = 65,88\%$ ).

A altura do dossel, PMS e CC foram maiores ( $p < 0,05$ ) na idade de rebrota aos 35 dias no 1º e 3º cortes e aos 28 dias no 2º e 4º cortes. É provável que a menor precipitação pluviométrica na segunda metade de dezembro (13,6 mm) em relação à primeira quinzena (226,6 mm) tenha sido um fator importante na altura do dossel, PMS e CC menor para o 2º corte aos 35 dias em relação ao 2º corte aos 28 dias. No 4º corte, a explicação é semelhante, com precipitação menor no mês de março em relação a fevereiro (Figuras 3, 4 e 8; Tabela 2).

Exceto no 3º corte, houve efeito das doses de N sobre a altura do dossel em cada corte (Figura 3). Observou-se efeito linear no 1º e 4º cortes e quadrático no 2º corte. Oliveira et al. (2010) relataram maior altura do dossel em função da adubação nitrogenada em capim Tifton 85, a qual variou em função das doses de N e precipitação pluviométrica; Quaresma et al. (2011), observaram o aumento médio de 0,052 cm para cada kg de N  $ha^{-1}$  aplicado a cada 30 dias em quatro cortes e cinco doses de N no capim Tifton 85, valor similar ao do 4º corte deste experimento. Os autores verificaram que ocorre acentuada redução da eficiência de utilização do N a partir da dose estimada de 155 kg  $ha^{-1}$  de N.

Tabela 2. Altura das plantas (ALT) no dia do corte, produção de matéria seca (PMS), peso médio por perfilho (PP), relação folha colmo (RFC), comprimento de colmo (CC), diâmetro de colmo (DC), tamanho de folhas (TF), taxa de aparecimento de folhas (Tapf), Filocrono (Fil), taxa de alongamento de folhas (Talf) e número de perfilhos (NP) nas idades de rebrota

Idade de rebrota	Altura (cm)	PMS (kg ha <sup>-1</sup> )	PP (g)	RFC	CC (cm)	DC (mm)	T. F. (cm)	Tapf	Fil	Talf (mm dia <sup>-1</sup> )	NP (m <sup>-2</sup> )
1° Corte											
28 dias	20,50 b	3904,70 b	0,18 b	1,16 a	11,12 b	1,67 a	9,45 a	0,32 a	3,70 b	9,3 a	3846 a
35 dias	45,80 a	4940,75 a	0,46 a	1,10 a	22,16 a	1,61 a	10,1 a	0,29 b	4,21 a	9,0 a	2667 b
CV (%)	15,60	15,51	25,99	21,35	13,11	11,93	10,89	10,86	9,96	12,20	20,08
2° Corte											
28 dias	46,60 a	5590,83 a	0,16 b	1,02 b	20,87 a	1,42 b	14,65b	0,28 a	4,23 b	17,1 a	3652 a
35 dias	26,28 b	2919,71 b	0,21 a	1,41 a	13,60 b	1,84 a	15,9 a	0,28 a	4,77 a	15,1 b	1253 b
CV (%)	10,29	15,11	31,89	17,26	17,19	12,50	9,89	12,2	11,64	13,43	16,55
3° Corte											
28 dias	26,05 b	3336,13 b	0,15 b	1,56 a	11,66 b	1,50 a	15,15b	0,30 a	3,93 a	16,1 a	2525 a
35 dias	36,88 a	4070,8 a	0,23 a	1,14 b	21,48 a	1,54 a	16,4a	0,31 a	3,67 a	17,0 a	2049 b
CV (%)	11,83	16,02	29,39	9,14	15,65	10,45	8,62	11,50	14,71	13,07	26,87
4° Corte											
28 dias	29,75 a	2995,02 a	0,24 a	1,27 b	18,48 a	1,70 a	17,05a	0,35 a	3,28 b	19,8 a	1439 b
35 dias	16,14 b	2383,63 b	0,13 b	1,62 a	8,92 b	1,35 b	14,0 b	0,31 b	3,99 a	13,5 b	2036 a
CV (%)	8,67	11,71	30,27	12,82	11,39	9,38	11,37	15,17	10,71	16,23	3,20

Valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna em cada corte não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Da mesma forma que o observado por outros autores (Alvim et al. 1999; Cecato et al. 2001; Oliveira et al. 2010 e Quaresma et al. 2011) a aplicação de N aumentou linearmente a PMS no 1° e 4° cortes (Figura 4). A maior PMS média nos quatro cortes foi observada na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de N na idade de rebrota de 28 dias enquanto a menor ocorreu na dose zero na idade de 35 dias de rebrota (Tabela 3); a PMS média total na idade de 28 dias de rebrota foi de 3.956,71 kg MS ha<sup>-1</sup> e de 3.578,75 kg MS ha<sup>-1</sup> na idade de rebrota de 35 dias. Alvim et al. (1999) destacou o aumento da PMS no período das chuvas até a dose de 600 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto no verão o aumento ocorreu até a dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 3), o que evidencia o efeito da precipitação sobre a capacidade do capim Tifton 85 responder a doses de N para aumentar a PMS.

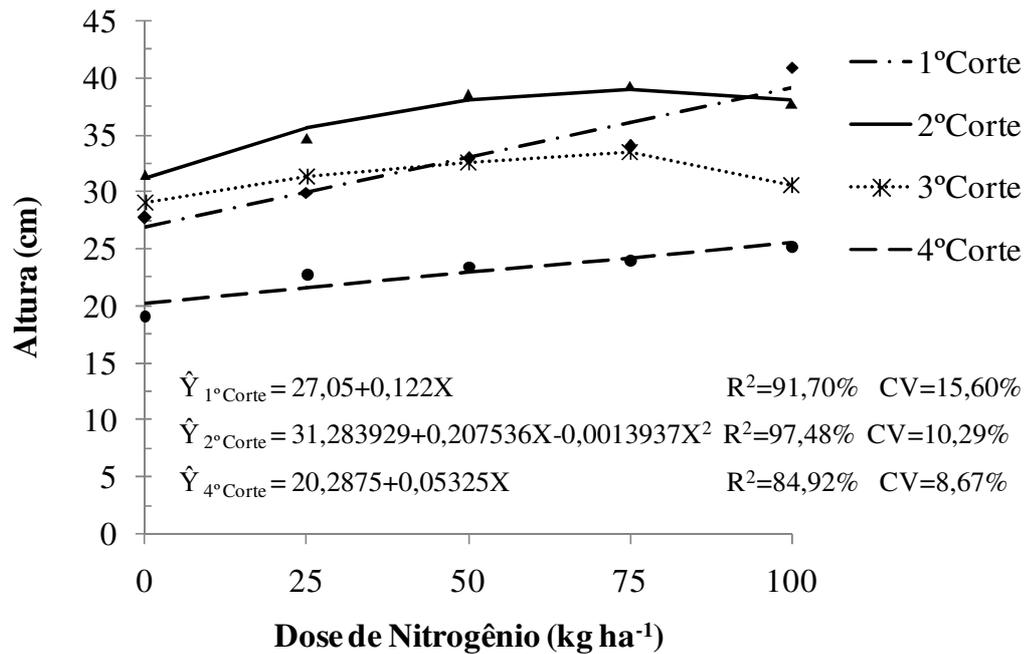


Figura 3. Altura do dossel em função das doses de nitrogênio aplicado após cada corte no capim Tifton 85.

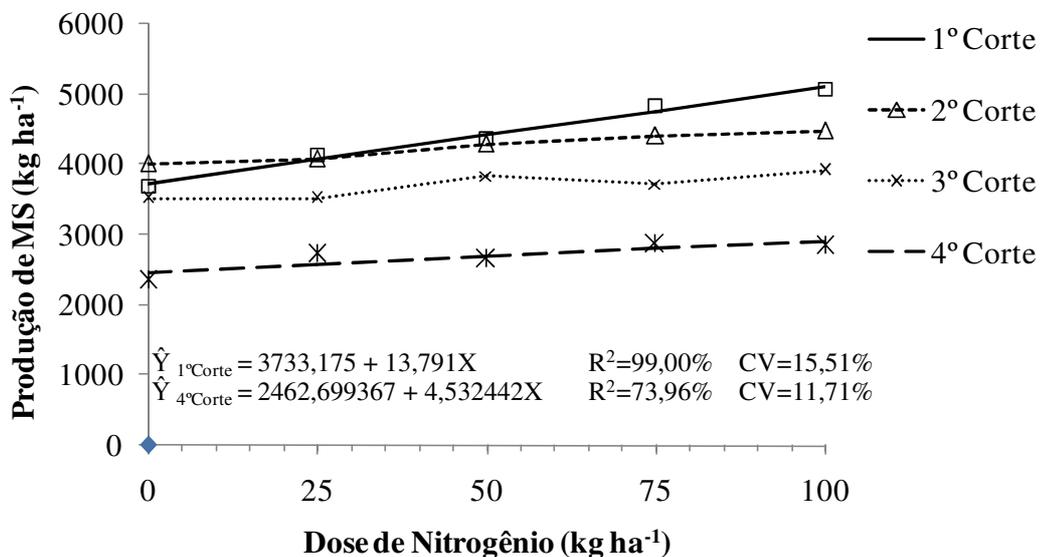


Figura 4. Efeito das doses de nitrogênio sobre a produção de matéria seca (PMS) por hectare em cada corte de capim Tifton 85.

A maior e menor eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) ocorreram na dose de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, na idade de rebrota de 35 e 28 dias, respectivamente. Na idade de rebrota de 28 dias, a maior EUN ocorreu na dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). Uma possível explicação para estes resultados de EUN pode ser a maior responsividade ao N após os 30 dias que ocorrem em doses entre 150 e 300 kg de N ha<sup>-1</sup> (Oliveira et al, 2010). A EUN foi

inferior a relatada por Quaresma et al. (2011) no Mato Grosso do Sul, que relatou uma produção 22,67 kg de MS  $\text{kg}^{-1}$  de N aplicado em solo muito fértil, porém houve uma redução acentuada a partir de 155  $\text{kg ha}^{-1}$  de N. Entretanto, os resultados foram similares aos de ROCHA et al. (2000), que relataram EUN de 10,30; 8,05 e 5,15 kg de MS para doses de 100, 200 e 400  $\text{kg de N ha}^{-1}$ .

Tabela 3 – Produção de matéria seca (PMS) total e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) em função de doses de N e idades de rebrota

Idade	Doses de N				
	0	100	200	300	400
	PMS ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				
28 dias	14675,15	15066,38	16197,44	16246,55	16948,66
35 dias	12490,27	13870,11	14104,99	15432,07	15677,56
	EUN ( $\text{kg de MS kg}^{-1}$ de N)				
28 dias	-	3,91	7,61	5,24	5,68
35 dias	-	13,80	8,07	9,81	7,97

O peso médio de cada perfilho (PP) nos três primeiros cortes foi superior ( $p < 0,05$ ) na idade de 35 dias de rebrota e no 4º corte na idade de 28 dias de rebrota (Tabela 2). Uma possível explicação para menor peso médio por perfilho na idade de rebrota aos 28 dias no 1º, 2º e 3º corte e na idade de rebrota aos 35 dias no 4º corte, pode ser a maior PMS, pois Premazzi et al. (2003) relataram que há uma relação inversa entre NP e peso, e explicam que há uma compensação entre altura e densidade, pois perfilhos em maior quantidade e mais altos competem entre si para assimilar nutrientes, e isto resulta em peso de perfilhos individuais menores, o que pode ocorrer com doses crescentes de N. Não houve significância na variação do NP por corte e dose de N (Figura 5).

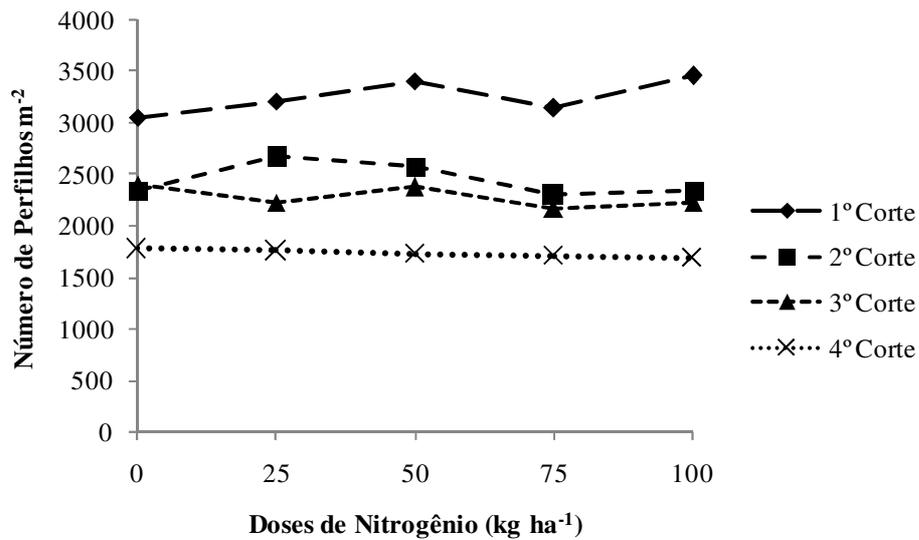


Figura 5. Efeito da dose de nitrogênio sobre o número de perfilhos m<sup>-2</sup> em cada corte de capim Tifton 85.

Não houve ajuste significativo ( $p > 0,05$ ) de peso de perfilhos em função das doses de N (Figura 6). Em condições de casa de vegetação, Premazzi et al. (2003) relataram aumento no peso dos perfilhos até a dose de 201 e 185 mg kg<sup>-1</sup> de solo. Estes autores obtiveram uma alta correlação positiva entre peso de perfilhos e a PMS, de 0,92 e 0,94 para o 1º e 2º cortes, respectivamente. O número e o peso dos perfilhos determinam a produtividade da forrageira (Gomide & Gomide, 2000), e isto está evidente no maior NP e menor PP no 2º corte na idade de rebrota aos 28 dias, em que houve uma maior PMS.

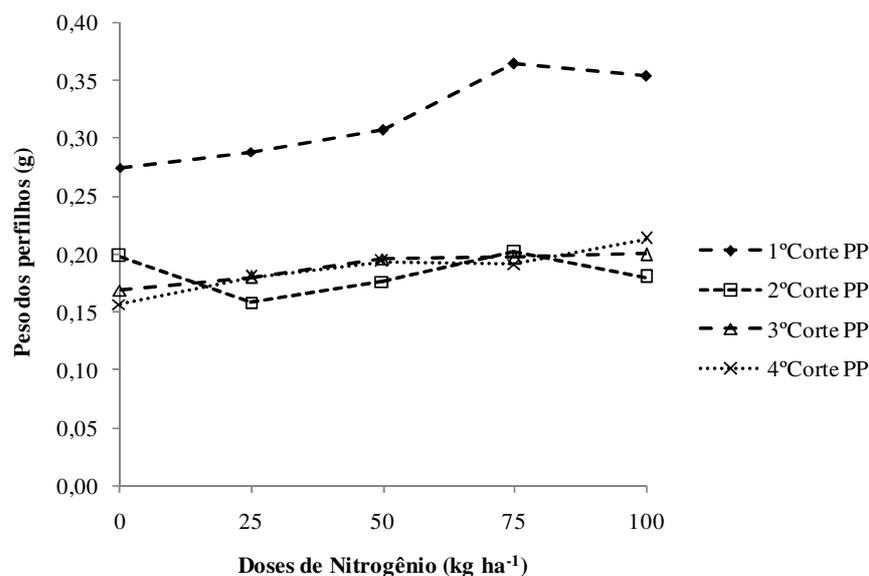


Figura 6. Efeito das doses de nitrogênio sobre o peso médio dos perfilhos nos quatro cortes de capim Tifton 85.

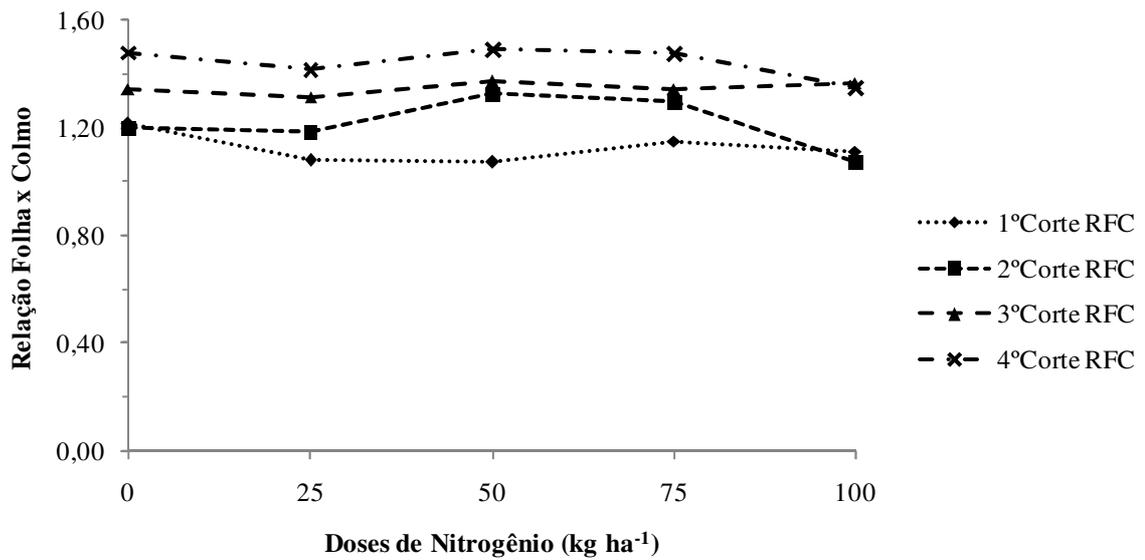


Figura 7. Efeito das doses de nitrogênio sobre a relação folha/colmo (RFC) nos quatro cortes de capim Tifton 85.

As doses de N não produziram efeitos significativos ( $p > 0,05$ ) sobre a RFC (Figura 7). Não houve diferença na RFC no 1º corte, no 2º e 4º corte foi maior ( $p < 0,05$ ) aos 35 dias e no 3º corte aos 28 dias de idade de rebrota (Tabela 2). O que se pode observar é que, quanto maior a altura e a PMS, menor a RFC, ou seja, uma relação inversa; porém isto não foi observado no 4º corte. Dittrich et al. (2005) encontraram RFC 1,79 e 1,75 para capim Tifton 85 com 12 e 25 centímetros de altura. Uma RFC de aproximadamente 1,2 contém cerca de 2/3 do total de MS disponível nas folhas e com o avanço da idade ocorre uma redução da RFC devido ao alongamento do caule, o qual contém maior teor de fibra e menor de proteína (MOURA ZANINE & DINIZ, 2006). Entretanto, o período do ano também altera a RFC (MOREIRA et al., 2006).

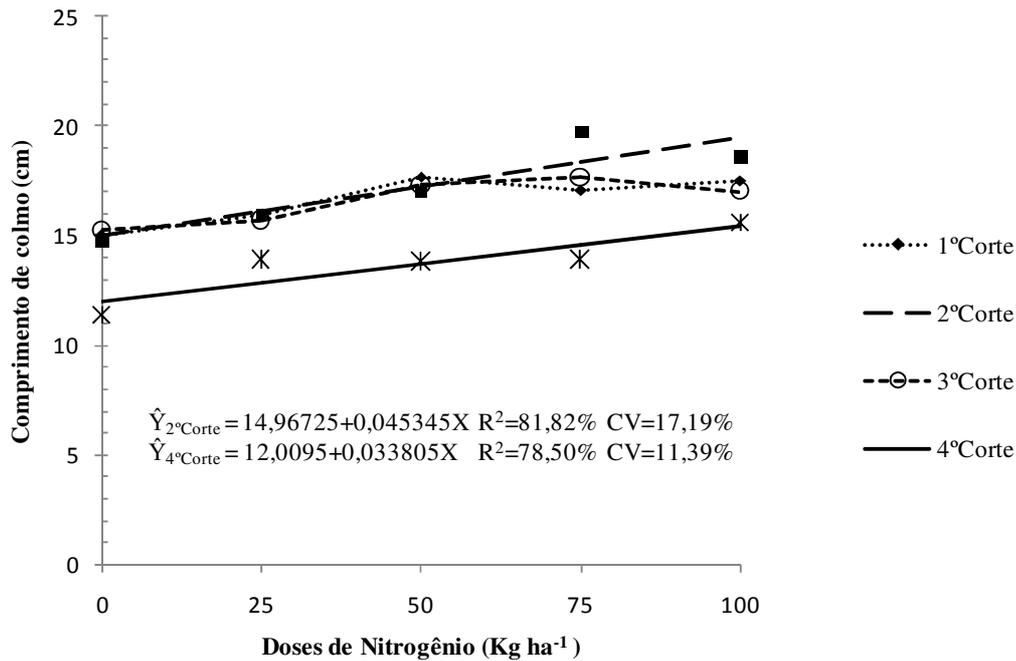


Figura 8. Efeito das doses de nitrogênio sobre o comprimento médio de colmo (CC) nos quatro cortes de capim Tifton 85.

De uma maneira geral, a medida que aumentou a dose de N também aumentou o CC (Figura 8), embora apenas no 2º e 4º cortes houve significância ( $p < 0,05$ ), com comportamento similar a altura do dossel.

Para DC, houve significância ( $p < 0,05$ ) no 2º corte na idade de 35 dias e no 4º corte na idade de 28 dias (Tabela 2). No 4º corte a diferença provável é devido a menor precipitação no período de crescimento na idade de rebrota de 35 dias (Figura 1, Tabela 1). Diâmetros de colmos maiores retêm mais água e tornam a desidratação mais demorada em caso de corte da forragem para fenação. Não houve significância ( $p > 0,05$ ) entre idades de rebrota para DC no primeiro e terceiro corte.

No segundo e terceiro corte, as folhas foram maiores ( $p < 0,05$ ) na idade de rebrota aos 35 dias e no quarto corte aos 28 dias. Não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) para o tamanho das folhas (TF) no primeiro corte e estas foram menores que nos demais cortes, provavelmente devido ao rápido crescimento dos perfilhos após a aplicação das doses de N. O tamanho médio de folhas encontrado por Vilela et al. (2005) em *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* adubados com  $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  foi de 9,3 cm, similar ao encontrado no primeiro corte.

As doses de nitrogênio influenciaram ( $p < 0,05$ ) o TF no primeiro, segundo e quarto cortes de forma linear positiva (Figura 9). Premazzi et al. (2011) encontraram maior grandeza no comprimento foliar e taxa de alongamento da folha entre a não-aplicação e a dose de  $80 \text{ mg kg}^{-1}$  de solo, em relação a doses de  $160$  e  $240 \text{ mg kg}^{-1}$  de solo.

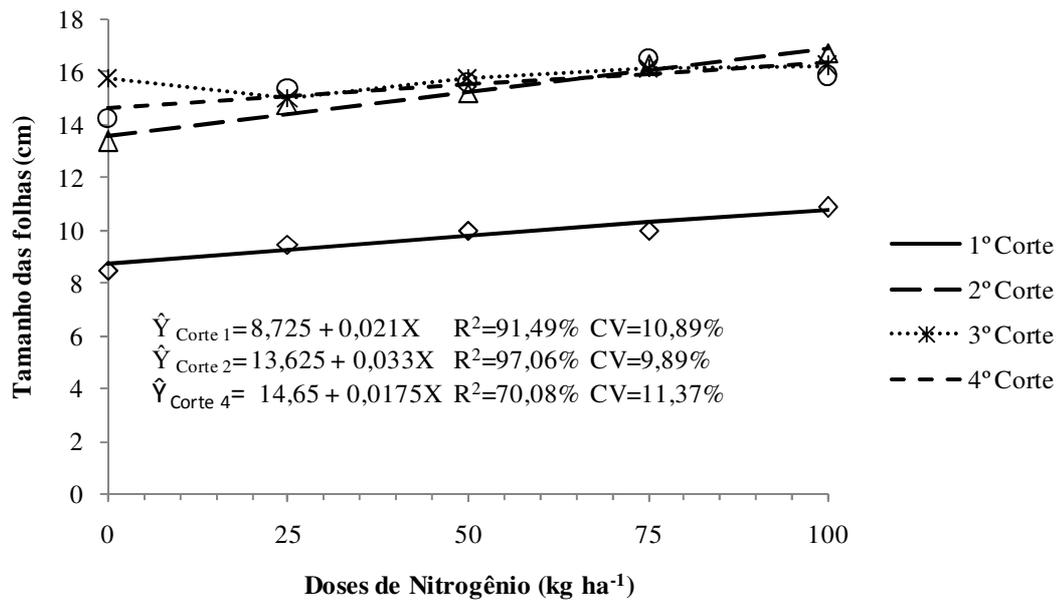


Figura 9. Tamanho das folhas (TF) em função das doses de nitrogênio nos quatro cortes de capim Tifton 85.

A taxa de aparecimento de folhas (Tapf) é o número médio de folhas aparecidas por dia por perfilho e somado a longevidade das folhas determinam o número de folhas vivas por perfilho (GOMIDE; GOMIDE, 2000). A Tapf foi maior ( $p < 0,05$ ) no 1º e 4º corte na idade de 28 dias e não houve diferença no 2º e 3º corte (Tabela 2). Gomide e Gomide (2000) pesquisando capins tropicais encontraram valores de Tapf entre 0,118 e 0,187, portanto inferiores ao presente estudo. As doses de nitrogênio não influenciaram ( $p > 0,05$ ) a Tapf (Figura 10).

O filocrono (Fil) é o inverso da Tapf, ou seja, é o tempo em dias para o aparecimento de duas folhas sucessivas (GOMIDE; GOMIDE, 2000) ou intervalo entre o aparecimento de folhas (PACIULLO, 2005). Foi maior ( $p < 0,05$ ) na idade de rebrota de 35 dias nos cortes 1, 2 e 4 e não houve diferença no 3º corte (Tabela 2). Pinto et al. (2001) revelaram que o Fil variou com a época do ano e a altura do pasto, com alta associação entre temperatura do ar, disponibilidade de água no solo e índice de área foliar. As doses de nitrogênio não influenciaram ( $p > 0,05$ ) o Fil (Figura 11).

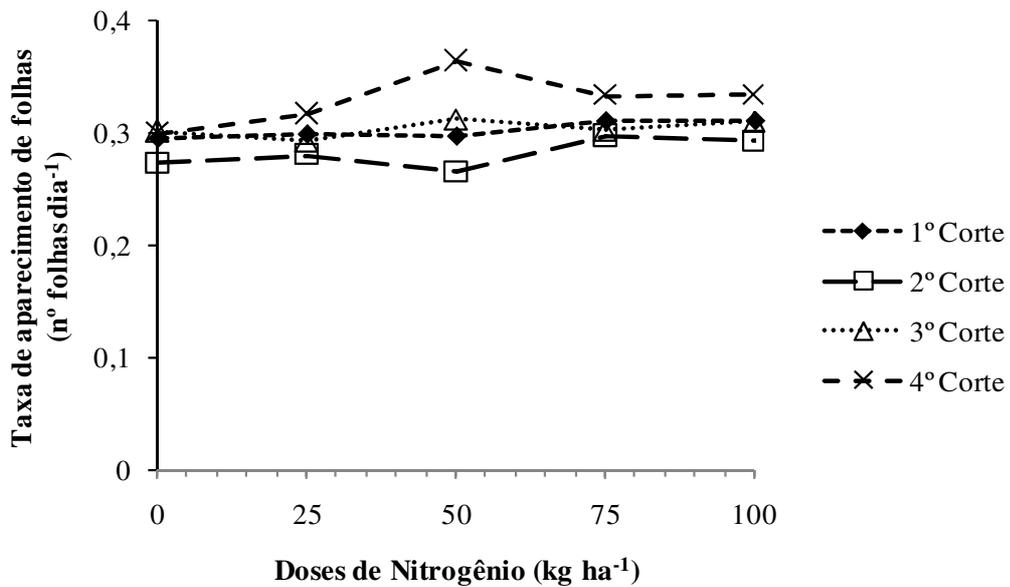


Figura 10. Taxa de aparecimento de folhas (Tapf) em função da dose de nitrogênio nos quatro cortes de capim Tifton 85.

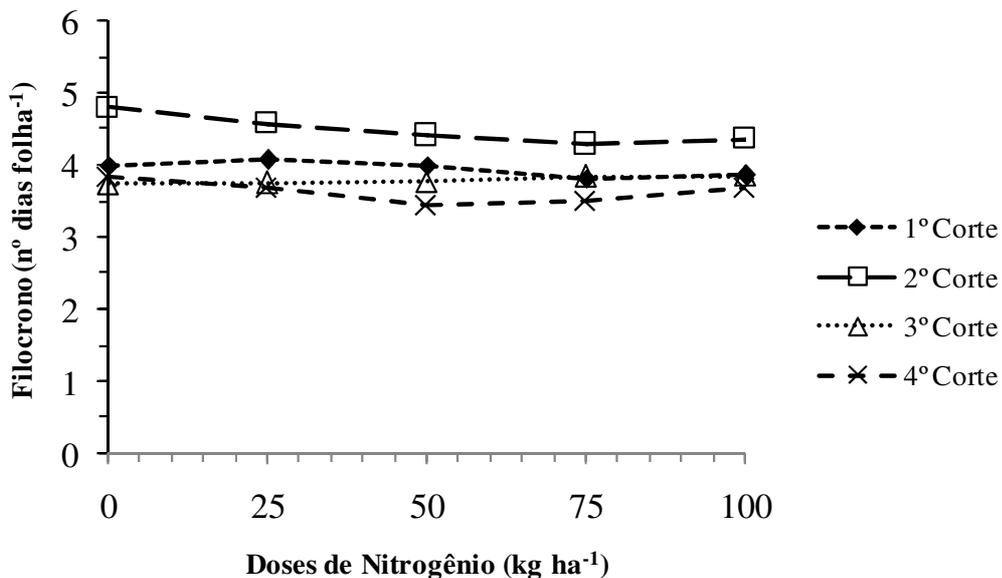


Figura 11. Efeitos das doses de nitrogênio sobre o filocrono (Fil) no capim Tifton 85 nos quatro cortes.

A taxa de alongamento diário é quanto uma folha cresce por dia. Não houve diferença na taxa de alongamento das folhas (Talf) no 1º e 3º cortes, enquanto que no 2º e 4º corte foi maior ( $p < 0,05$ ) para a idade de 28 dias de rebrota (Tabela 2). As doses de N influenciaram significativamente nos cortes 1 e 2 (Figura 12). Variações climáticas são responsáveis por respostas diferentes na Tapf, Fil e Talf.

Vilela et al. (2005) pesquisando *Cynodon dactylon* cv. *coast-cross* encontrou Tapf de 0,27 e 0,33, Fil de 3,7 e 3,1 e Talf de 31,27 e 24,54 mm dia<sup>-1</sup> no verão e primavera, respectivamente. Pinto et al. (2001) encontraram Fil entre 3,8 e 8,1 nas quatro estações do ano para capim Tifton 85 sob uma altura de 5 centímetros de pastejo.

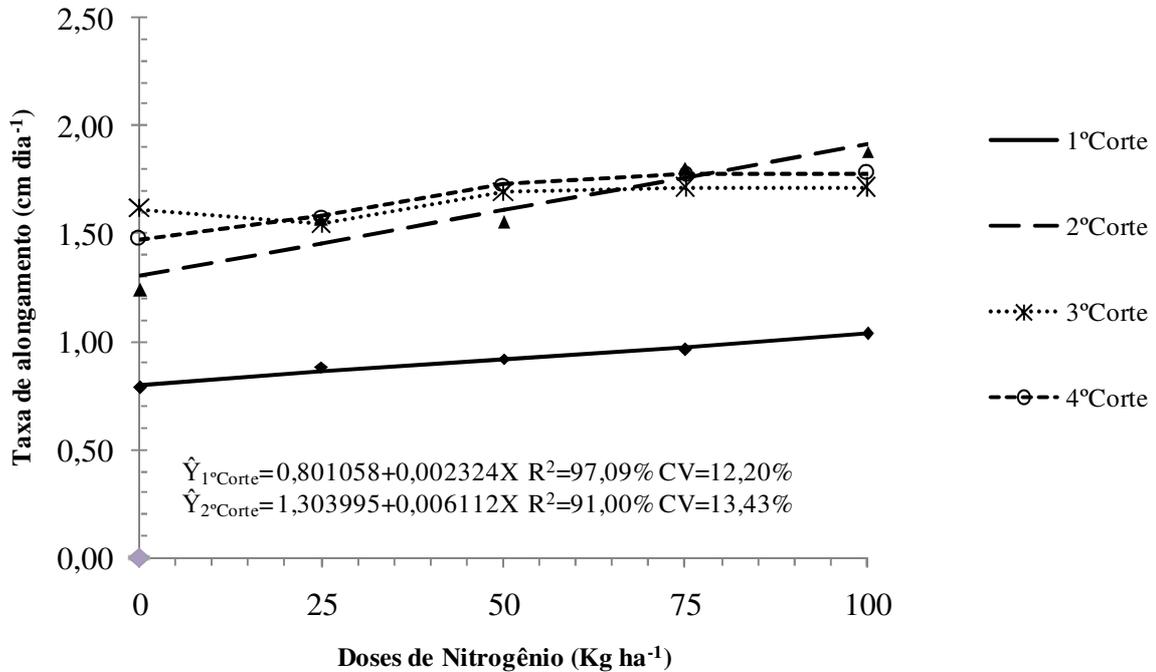


Figura 12. Efeito das doses de nitrogênio sobre a taxa de alongamento diário das folhas (Talf) nos quatro cortes de capim Tifton 85.

O maior ( $p < 0,05$ ) número de perfilhos (Tabela 2) por metro quadrado foi encontrado no 1º corte na idade de rebrota de 28 dias ( $3846 \text{ m}^{-2}$ ) e o menor no segundo corte, na idade de rebrota de 35 dias ( $1253 \text{ m}^{-2}$ ). Apenas no 4º corte o maior ( $p < 0,05$ ) NP foi na idade de rebrota de 35 dias. Vilela et al. (2005) em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* não encontrou variação no número de perfilhos com relação a estação do ano (primavera, verão e outono), os quais apresentaram um valor médio de  $2770 \text{ m}^{-2}$ , com valor mínimo de  $2428 \text{ m}^{-2}$  e máximo de  $3021 \text{ m}^{-2}$  e coeficiente de variação de 23%. Estes autores afirmam que uma altura de 20 cm de relvado contribuiu para reduzir a incidência de radiação solar na base dos perfilhos e por consequência a redução do número de perfilhos, o que também pode ajudar a explicar a redução do número de perfilhos a partir do segundo corte no presente estudo, associado a maiores taxas de alongamento foliar diárias.

Observou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da idade nos teores de MS, FDN, PB, LIG e CEL (Tabela 4) e das doses de nitrogênio (N) sobre fibra em detergente ácido (FDA) e

proteína bruta (PB) (Figuras 3 e 4). Não houve interação ( $p>0,05$ ) entre doses de N e idade sobre esses fatores.

Quanto aos teores de matéria seca (MS), em todos os cortes (1º, 2º, 3º e 4º cortes) os teores à idade de 35 dias foram superiores ( $p<0,05$ ) em relação à idade de rebrota de 28 dias (Tabela 4). O menor teor ( $196,7 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi observado no primeiro corte para a idade de 28 dias.

Quanto ao teor de matéria mineral (MM), não houve significância para nenhum dos fatores analisados em todos os cortes e idades de rebrota (Tabela 4). A concentração variou entre  $72,8$  e  $77,8 \text{ g kg}^{-1}$  MS e são inferiores aos valores encontrados por AGUIAR et al. (2006) ao pesquisarem a MM em gramíneas tropicais (milheto Bulk-1 e Sudanense S-4202, elefante Cameroon, sorgo SF-25 e IPA-467-4-2), cujos valores variaram entre  $84,5$  e  $111,4 \text{ g kg}^{-1}$  MS, porém são similares aos encontrados por RIBEIRO et al. (2001) ao pesquisarem capim Tifton 85 com idades de rebrota de 28, 35, 42 e 56 dias; superiores ( $61,2 \text{ g kg}^{-1}$  MS) aos relatados por Silva et al. (2007). Não houve influência das doses de nitrogênio sobre os teores de MM (Figura 13).

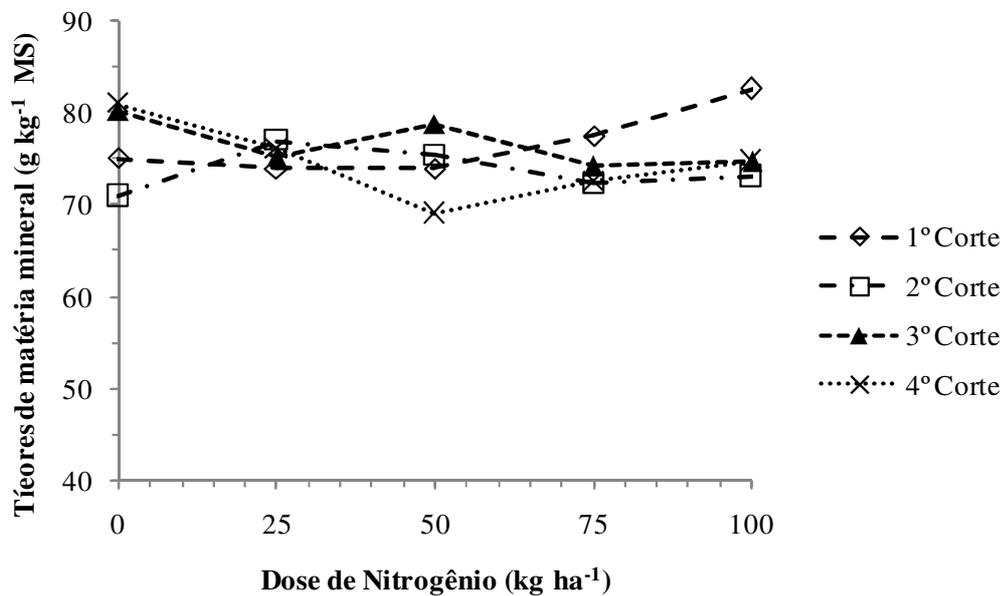


Figura 13. Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores de matéria mineral (MM) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes.

Tabela 4. Teores ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), lignina (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) na forragem de capim Tifton 85 colhida aos 28 e 35 dias de rebrota

Idade de rebrota	MS	MM	FDN	FDA	PB	LIG	CEL	HEM
	$\text{g kg}^{-1}$ MS							
1º Corte								
28 dias	196,7 b	77,8 a	777,2 a	427,6 a	185,4 a	137,2 a	278,3 b	349,5 a
35 dias	225,3 a	75,6 a	787,3 a	463,1 a	158,9 b	150,7 a	318,5 a	324,3 a
CV (%)	7,56	10,63	5,50	19,19	15,02	50,83	14,35	27,97
2º Corte								
28 dias	216,2 b	74,8 a	827,5 a	493,2 a	140,1 a	147,1 a	352,5 a	334,3 a
35 dias	262,9 a	72,8 a	839,9 a	521,0 a	146,4 a	159,3 a	342,9 a	318,8 a
CV (%)	6,36	10,08	5,51	10,47	9,22	31,30	14,45	22,41
3º Corte								
28 dias	268,6 a	74,6 a	786,2 a	411,9 a	169,7 a	71,8 a	339,9 a	374,4 a
35 dias	248,6 b	78,7 a	785,0 a	406,5 a	159,3 b	75,8 a	337,5 a	378,5 a
CV (%)	4,25	10,42	5,03	13,73	7,60	38,99	12,24	12,61
4º Corte								
28 dias	234,4 b	74,7 a	757,3 a	457,4 a	208,2 a	61,2 b	382,7 a	300,0 a
35 dias	321,8 a	74,7 a	709,8 b	443,1 a	193,2 b	88,8 a	336,8 b	266,8 a
CV (%)	3,63	15,90	5,44	12,73	9,40	34,12	10,11	23,68

Valores seguidos de mesma letra na coluna em cada corte não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de FDN (Tabela 4) variaram nos quatro cortes e idades entre 709,9 e 839,9  $\text{g kg}^{-1}$  MS, sendo que não houve diferença entre idades de rebrota no 1º, 2º e 3º cortes; no 4º corte o teor (757,3  $\text{g kg}^{-1}$  MS) a idade de 28 dias foi superior ( $p < 0,05$ ) que à idade de 35 dias (709,9  $\text{g kg}^{-1}$  MS). Os teores foram superiores aos encontrados por Cecato et al. (2001) e Fontanelli et al. (2004) e são considerados altos, porém, foram similares aos encontrados por Ribeiro et al. (2001) e Gonçalves et al. (2003); inferiores ao relatado por Silva et al. (2007) em feno de capim Tifton 85. Detmann et al. (2004) ao estudarem gramíneas tropicais encontraram valores mínimos e máximos de 431,1 e 804,0  $\text{g kg}^{-1}$  MS, respectivamente. Não houve efeito das doses de nitrogênio sobre os teores de FDN nos quatro cortes (Figura 14).

O teor de FDN das forragens é o que mais influencia o consumo, e valores superiores a 600  $\text{g kg}^{-1}$  podem estar associados negativamente com a ingestão de forragens (MERTENS, 1994 e VAN SOEST, 1994). Ataíde Jr. (1998) concluiu que o máximo consumo de feno de capim Tifton 85 por ovinos ocorreu com idade de rebrota de 38 dias, e que a partir daí ocorreria uma limitação de consumo provocado pela limitação física da ingestão.

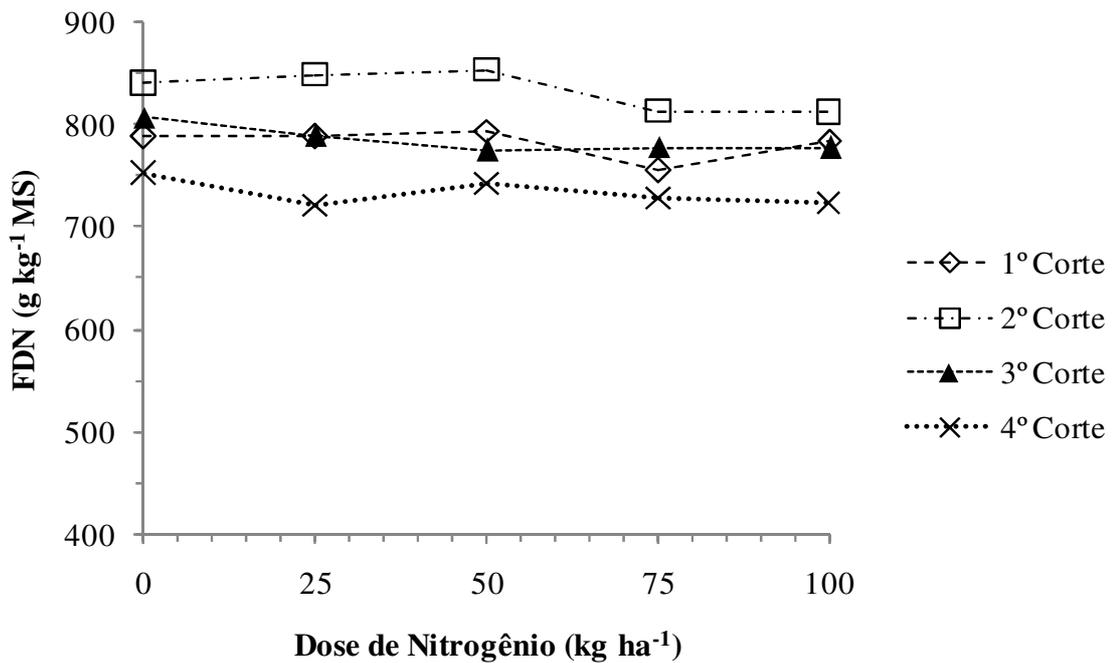


Figura 14. Efeitos das doses de nitrogênio sobre os teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes.

A concentração de FDA variou de 406,5 a 463,1 g kg<sup>-1</sup> MS e não houve diferenças entre idades ou cortes (Tabela 4) e os valores encontrados são mais altos que os relatados por Cecato et al. (2001), entretanto, estes autores também não encontraram diferenças entre cortes, idades e doses de N. Já Silva (2009) encontrou diferenças na FDA entre doses de N e épocas de corte, mas não houve interação entre esses fatores. Fontanelli et al. (2004) encontraram valores médios de 354,0 g kg<sup>-1</sup> MS ao relatarem dados de três anos de amostras de capim Tifton 85 do Rio Grande do Sul utilizando o método de reflectância no infravermelho proximal (NIRS). Os valores de FDA deste estudo foram similares aos encontrados por Oliveira et al. (2000) no colmo do capim Tifton 85 em diversas idades de rebrota. No 3º corte, houve efeito quadrático das doses de nitrogênio sobre os teores de FDA o que não ocorreu com os demais cortes (Figura 15).

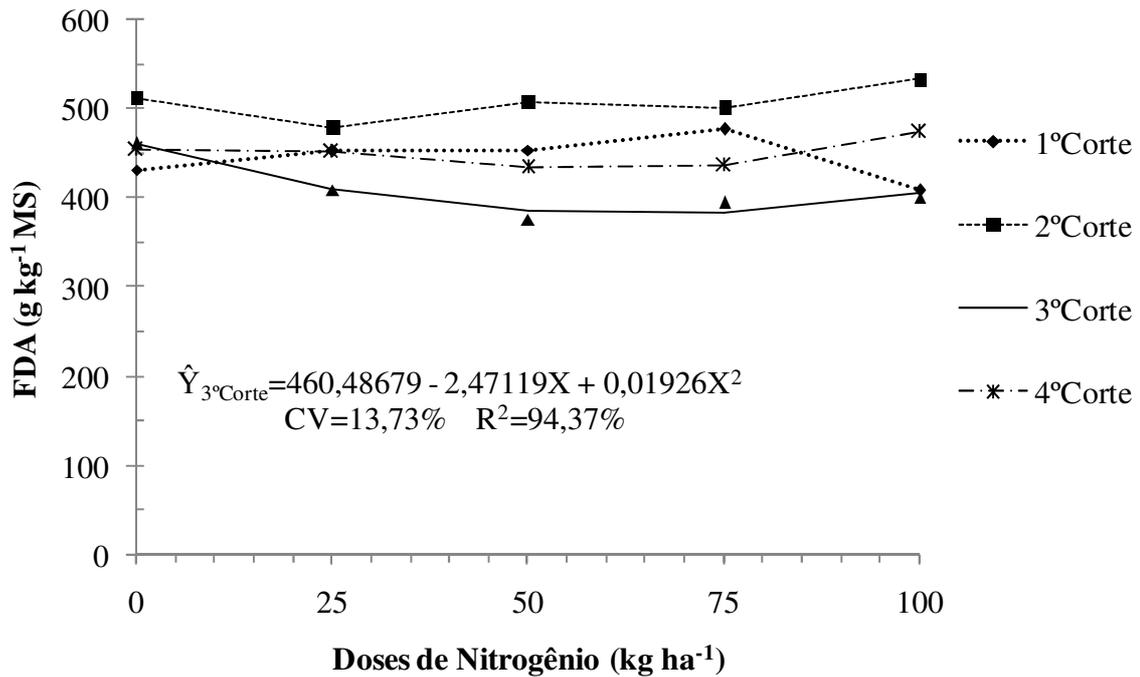


Figura 15. Efeito das doses de nitrogênio sobre os teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes.

Os teores de proteína bruta (PB) tiveram diferenças entre idades de rebrota no 1º, 3º e 4º cortes (Tabela 4), todos com maior teor ( $p < 0,05$ ) na idade de rebrota aos 28 dias; no 2º corte não houve diferença entre idades. Os maiores valores (208,2 e 193,2 g kg<sup>-1</sup> MS para 28 e 35 dias de idade de rebrota, respectivamente) foram alcançados no 4º corte, que também obteve o menores valores de FDN. Os valores de PB encontrados nessa pesquisa foram maiores que os encontrados por alguns autores (ATHAÍDE et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2000; CECATO et al., 2001; SANTOS et al. 2007; SANTOS, 2009).

Também é bastante relatado na literatura o aumento do teor de proteína como consequência do progressivo aumento de doses de nitrogênio, comportamento que ocorreu nesse estudo de forma linear no 2º, 3º e 4º cortes (Figura 16). No presente estudo, no 4º corte, ocorreu a maior concentração de PB na MS para cada kg de N ha<sup>-1</sup> aplicado, estimado em 177,55 g de PB, o que equivale a quantidade de proteína de 403,52 g de farelo de soja (44% PB).

Considerando a média do teor de PB e da produção de MS ha<sup>-1</sup> na dose de 100 e zero kg de N ha<sup>-1</sup>, a maior quantidade de proteína produzida ocorreu no 1º corte com 1010,02 kg de PB ha<sup>-1</sup> e a menor foi no 4º corte com 464,4 kg de PB ha<sup>-1</sup>, equivalendo a 2295,5 kg e 1055,45 kg de farelo de soja com 44% de PB, respectivamente. A maior diferença de

produção de PB  $\text{ha}^{-1}$  dentro do corte ocorreu no 1º corte entre a dose 100 e zero  $\text{kg de N ha}^{-1}$ , com 365,25  $\text{kg de PB ha}^{-1}$ , equivalendo a uma estimativa de 830,0  $\text{kg de farelo de soja}$ .

Esclarece-se que nessas comparações não está considerado o conteúdo das frações protéicas de cada alimento e sua digestibilidade ruminal (PDR) e pós ruminal (PNDR), pois o objetivo é evidenciar a maior capacidade de suporte da pastagem adubada para produção de carne ou leite, também relatado por Dias et al. (1998).

Mazza et al. (2009) constataram aumentos lineares na produtividade e no teor de proteína bruta, com a adubação nitrogenada na pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum*), que resultou em grande aumento na produtividade da proteína, chegando a diferenças de 45  $\text{kg ha}^{-1}$  de PB na testemunha contra 1279  $\text{kg ha}^{-1}$  de PB na dose de 510  $\text{kg de N ha}^{-1}$ . Este efeito também foi observado por Andrade et al (2000), Lupatini et al. (1996), Alvim et al. (1999) e Souza et al.(2006).

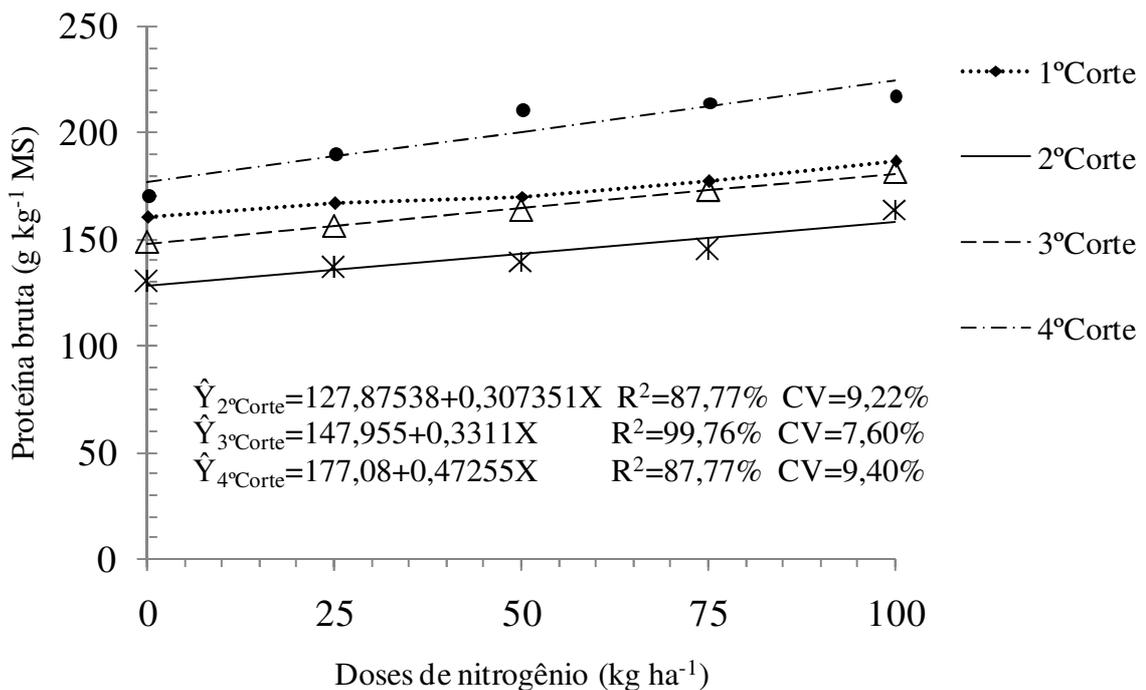


Figura 16. Efeito da dose de nitrogênio sobre a média dos teores de proteína bruta nas duas idades e quatro cortes do capim Tifton 85.

Para o teor de lignina, houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre idades de rebrota apenas no 4º corte, com maior teor (108,3  $\text{g kg}^{-1}$  MS) na idade de 35 dias em relação à de 28 dias (74,6  $\text{g kg}^{-1}$  MS) (Tabela 4). Os teores médios são considerados altos em relação aos encontrados na literatura, principalmente os do 1º e 2º cortes, embora estejam dentro dos parâmetros preconizados por Sniffen et al. (1992) que afirmaram que a LIG nas gramíneas varia de 5 a

25% da parede celular, enquanto nas leguminosas é mais alto. Silva e Queiroz (2009) sugerem teores entre 4 e 12%, podendo chegar a 20%. Por outro lado, Bacha (2006) após concluir que os métodos de análise gravimétrica de lignina detergente ácido, lignina permanganato de potássio e lignina Klason são insatisfatórios, sugeriu que os métodos de determinação analítica da lignina sejam mais profundamente estudados.

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) das doses de nitrogênio sobre os teores de LIG na comparação dentro de cada corte (Figura 17).

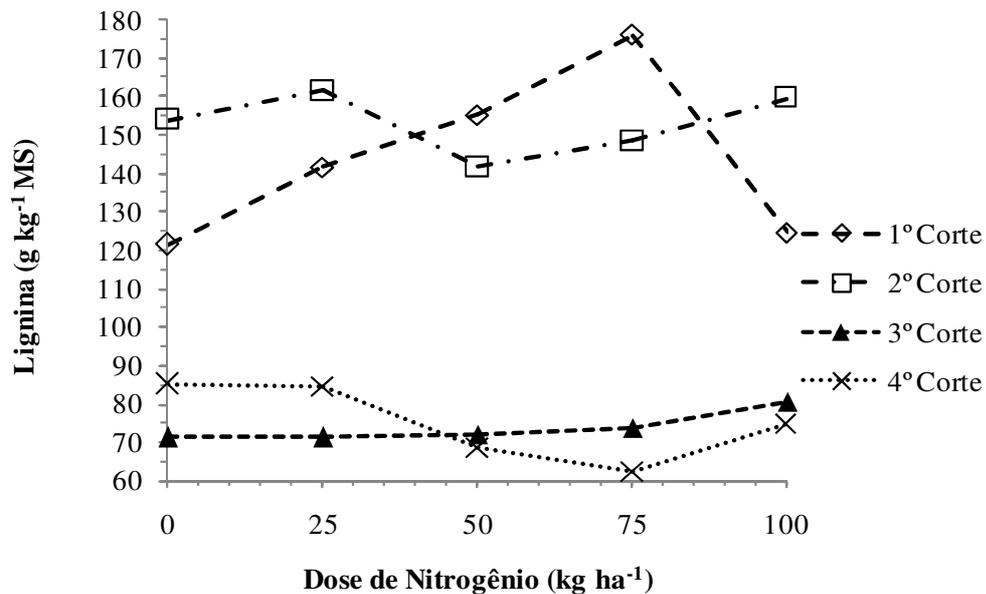


Figura 17. Efeito da dose de nitrogênio sobre os teores médios de lignina (LIG) na matéria seca do capim Tifton 85 nos quatro cortes.

Detmann et al. (2004) afirmaram, a respeito das equações de predição da digestibilidade a partir da lignina, que pouco se conhece acerca deste potencial preditivo para gramíneas produzidas em regiões tropicais. Diferentes digestibilidades são encontradas na MS das forrageiras com o mesmo teor de lignina, o que representa possibilidades de variadas composições químicas da lignina em espécies forrageiras diferentes, e isto é bem caracterizado pela maior digestibilidade das leguminosas em relação às gramíneas com o mesmo teor de lignina (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Experimento de digestibilidade conduzido por Oliveira Junior et al. (2004) permitiram que afirmassem que a lignina não representava a fração indigestível da dieta. Segundo Mertens (1994), é mais fácil medir digestibilidade da matéria seca do que ingestão de matéria seca, entretanto, ingestão é mais importante que digestibilidade na avaliação de qualidade de

uma forragem, pois 60 a 90% das diferenças de nutrientes ingeridos estão relacionados a ingestão, enquanto que 10 a 40% relacionam-se a diferenças de digestibilidade.

Outro fator que pode interferir no teor de lignina é o preparo da forragem no laboratório em que se as amostras permanecerem em temperatura superior a 55°C poderá elevar o teor aparente de lignina, devido a formação do complexo hemicelulose e proteína com lignina (OLIVEIRA, 2006 e SILVA; QUEIROZ, 2009).

Para os teores de CEL (Tabela 4), foram superiores ( $p < 0,05$ ) para a idade de 35 e 28 dias no 1° e 4° corte, respectivamente; não houve diferenças no 2° e 3° corte. Os teores variaram entre 278,3 e 466,7 g kg<sup>-1</sup> MS. Resultados similares foram encontrados por Tonucci (2006) em fenos de capim Tifton 85 e por Aguiar et al.(2006) com outras gramíneas tropicais. Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) das doses de N sobre os teores de CEL (Figura 18).

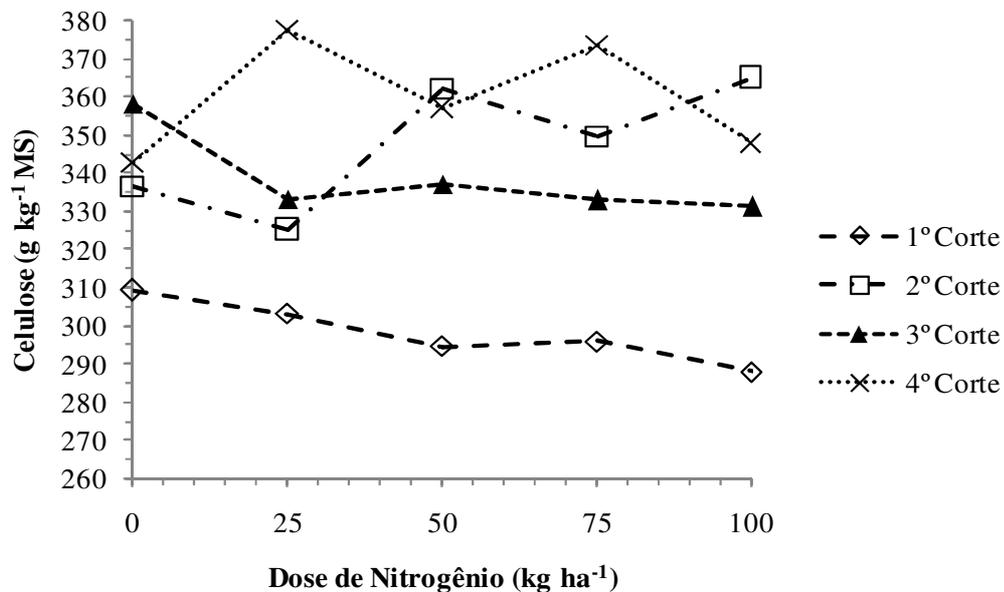


Figura 18. Efeito da dose de nitrogênio sobre os teores de celulose na matéria seca nos quatro cortes de capim Tifton 85.

Não houve significância ( $p > 0,05$ ) na concentração de hemicelulose entre idades e cortes (Tabela 4) e nem em relação às doses de nitrogênio (Figura 19). Os valores variaram entre 266,8 a 378,5 g kg<sup>-1</sup> MS. Esses resultados são similares aos relatados por Tonucci (2006) em fenos de capim Tifton 85, porém são superiores aos relatados por Aguiar et al.(2006) com outras gramíneas tropicais.

O grau de biodisponibilidade da celulose e hemicelulose aos micro-organismos ruminais é variável e está ligado ao grau de lignificação e as reações de Maillard (VAN SOEST, 1994), que produzem interações físicas e químicas entre os componentes

carboidratos e fenólicos, o que impede de estabelecer um padrão de digestibilidade homogêneo entre alimentos e situações de alimentação (DETMANN, 2008).

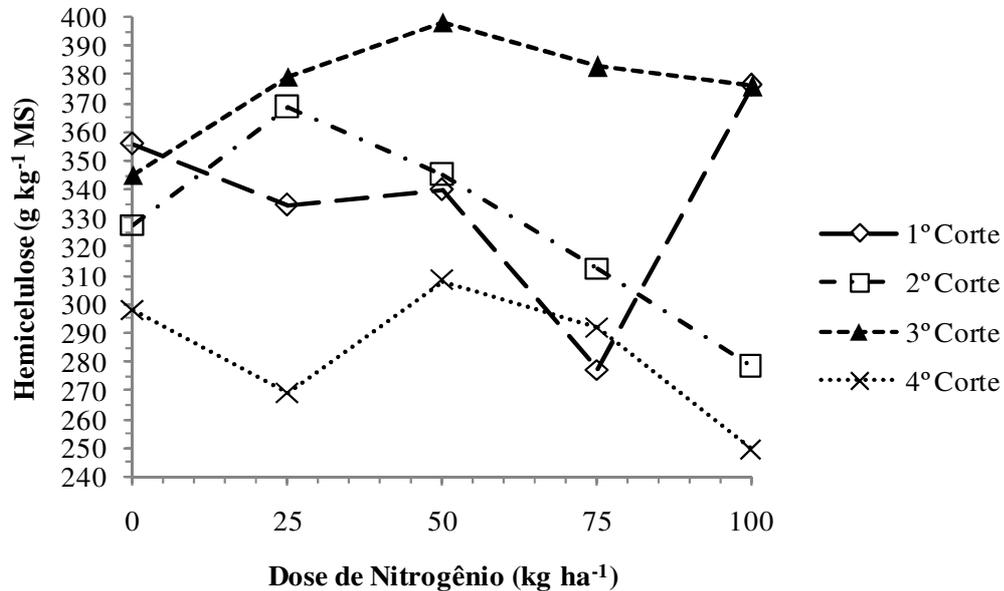


Figura 19. Efeito da dose de nitrogênio sobre os teores de hemicelulose na matéria seca de capim Tifton 85 nos quatro cortes.

### 3.4 Conclusões

A aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio promove maior produtividade de matéria seca e melhor qualidade da forragem de capim Tifton 85, com maiores taxa de alongamento de folhas, altura de dossel, comprimento de colmo e de folhas.

O corte da forrageira Tifton-85 aos 28 dias de rebrotação resulta em forragem com melhor característica bromatológica.

As maiores produtividades de matéria seca por quilograma de nitrogênio aplicado são obtidas com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 28 dias de rebrotação; e com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 35 dias de rebrotação.

### 3.5 Referências

AGUIAR, E. M.; LIMA, G. F. C.; SANTOS, M. V. F. et al. Rendimento e composição químico-bromatológica de feno triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.6, p.2226-2233, 2006.

- ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; VERNEQUE, R. S. et al. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.2345-2352, 1999.
- ANDERSON, W. F.; CASTER, M. D.; BALDWIN, B. S. Improvement of perennial forage species as feedstock for bioenergy. In: VERNIERRIS, W. (Ed.). **Genetic improvement of bioenergy crops**. Lincoln: University of Nebraska/USDA-ARS/UNL Faculty 2008. p. 309-345.
- ANDERTON, A. Effect os nitrogen concentration on six grass species. **Plant Nutrition**, 2005. Disponível em: <[http://www.usu.edu/cpl/PDF/AmyAnderton\\_nitrogen\\_turfgrowth.pdf](http://www.usu.edu/cpl/PDF/AmyAnderton_nitrogen_turfgrowth.pdf)>. Acesso em 31 jul. 2011.
- ATAHYDE, A. A. R.; CARVALHO, R. C. R.; MEDEIROS, L. T. et al. **Gramíneas do gênero *Cynodon* – cultivares recentes no Brasil**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. p.1-14. (Boletim Técnico, 73).
- ATAÍDE JR., J. R., PEREIRA, O. G., VALADARES FILHO, S. C. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes do feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota, com ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.366-368.
- BACHA, C. B. **Determinação do teor de lignina em amostras de gramíneas ao longo do crescimento através de três métodos analíticos e implicações com as equações de “Cornell net carboydrate and protein system”**. 2006. 110f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- BENTO, C. B.; GODOY, L. J. G.; GOMES, J. G. et al. **Medidor portátil na determinação de teores de nitrato do solo**. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_36879773826.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_36879773826.pdf)>. Acesso em: 31 jul. 2011.
- BOWMANN, D. C.; CHERNEY, C. T.; RUFTY JR., T. W. Fate and transport of nitrogen applied to six warm-season turfgrasses. **Crop Science**, v.42, n.3, p.833-841, 2002.
- CECATO, U.; SANTOS, G. T.; MACHADO, M. A. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.781-788, 2001.
- COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, I. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 192).
- DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S. et al. Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1866-1875, 2004 (Supl. 1).
- DETMANN, E.; MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Desenvolvimento de um submodelo bicompartimental para estimação da fração digestível da proteína bruta em bovinos a partir da composição química dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2215-2221, 2008.

- DIAS, P. F.; ROCHA, G. P.; OLIVEIRA, A. I. G. de et al. Produtividade e qualidade de gramíneas forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada no final do período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 7, p. 1191-1197, 1998.
- DITTRICH, J. R.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. et al. Preferência de equínos em pastejo: efeito da altura do dossel de gramíneas do gênero *Cynodon*. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.2, p.61-67, 2005.
- FERRÃO, G. E.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J. et al. Emissões de N<sub>2</sub>O de fertilizantes nitrogenados no milho cultivado no Cerrado. In: XXIX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: Fertibio, 2010. (CD-ROM).
- FONTANELLI, R. S.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; DÜRR, J. W. et al. Predição da composição química de Bermudas (*Cynodon* spp.) pela espectroscopia de reflectância no infravermelho próxima. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.838-842, 2004.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. et al. Determinação do consumo e digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos de feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.804-813, 2003.
- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES. **Caracterização socioeconômica da atividade leiteira do Paraná: sumário executivo**. Curitiba: IPARDES, 2009. 29 p.
- Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no estado do Paraná**. Circular Técnica Nº 128, Ago/2003. 30 p.
- MACHADO FILHO, L. C.; HÖTZEL, M. J.; KUHNEN, S. et al. Bem-estar de vacas leiteiras e qualidade do leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA QUALIDADE DO LEITE, 4., 2010, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite, 2010.
- MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- MAZZA, L. M.; PÔGGERE, G. C.; FERRARO, F. P. et al. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim mombaça no primeiro planalto paranaense. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 4, p.257-265, 2009.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G. C.; COLLINS, M. Jr.; MERTENS, D.R. et al (Edit.). **Forage quality evaluation and utilization**. Madison (WI) American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, 1994. p. 450-493.

- MONTEIRO, A. L. G.; MORAES, A.; CARVALHO P. D. F. et al. Caracterização dos sistemas integrados de agricultura-pecuária. In: MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, H. A. et al. **Produção de leite em sistemas integrados de agricultura-pecuária**. Curitiba: EMATER, 2008. p.13-43.
- MOREIRA, A. L.; REIS, R. A. R.; SIMILI, F. F. et al. Época de sobressemeadura de gramíneas anuais de inverno e de verão no capim-tifton 85: produção e composição botânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.739-745, 2006.
- MOURA ZANINE, A.de; DINIZ, D. Qualidade, conservação, método de cura, relação folha:colmo e consumo de feno de gramíneas tropicais. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 7, n.9, p.1-7, 2006.
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E. et al. Production of tifton 85 hay overseeded with White oats or ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1638-1644, 2011.
- OLIVEIRA, A. A. A.de. **Efeito da temperatura de pré-secagem na digestibilidade e nos fracionamentos da proteína e do carboidrato de gramíneas tropicais**. 2006. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- OLIVEIRA, A. P. P.; RISSIELLO, R. O. P.; GALZERANO, L. et al. Respostas do capim-Tifton 85 à aplicação de nitrogênio: cobertura do solo, índice de área foliar e interceptação da radiação solar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.429-438, 2010.
- OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; HUAMAN, C. A. M. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1939-1948, 2000 (Suplemento 1).
- OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R. et al. Avaliação de indicadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes em novilhos nelore alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado e fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.749-758, 2004.
- OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R. et al. Rendimento e valor nutritivo do capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, Sup. 1, p-1949-1960, 2000.
- PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F. et al. Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon*, em diferentes estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.4, p.233-241, 2005.
- PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O. Impacto da produção animal sobre o ambiente. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 497-511.

- PINTO, L. F. M.; SILVA, L. C.; SBRISSIA, A. F. et al. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
- PREMAZZI, L.M.; MONTEIRO, F.A.; CORRENTE, J.E. Tillering of tifton 85 bermudagrass in response to nitrogen rates and time of application after cutting. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.565-571, 2003.
- PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; OLIVEIRA, R. F. Crescimento do capim-bermuda tifton 85 submetido à adubação nitrogenada após o corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 4, n.3, p.518-526, 2011.
- QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G. et al. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.33, n. 2, p. 145-150, 2011.
- RADUNZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de eqüinos**. Curitiba, 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, Supl. 2, p.589-595, 2001.
- ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R; de LIMA, J. A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. **Pasturas Tropicales**, v.22, n.1, 2000.
- SILVA, R. V. M. M. **Composição química bromatológica do capim Tifton 85 e sua relação com os teores de clorofila**. 2009. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- SILVA. E. A.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de tifton 85: consumo e digestibilidades total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.237-245, 2007.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 235p.
- SOLLENBERGER, L. E. Sustainable production systems for *Cynodon* species in the subtropics and tropics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, supl. especial, p. 85-100, 2008.
- TAMMINGA, S. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. **Journal Animal Science**, v.74, p.3112-3124, 1996.
- TONUCCI, R. G. **Valor nutritivo do feno de capim-tifton 85 amonizado com uréia**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

- VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; ADESOGAN, A. T. et al. Protein fractions of Tifton 85 and ryegrass due to sward management practices. **Agronomy Journal**, n.100, v.2, p.463-469, 2008a.
- VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; DUBEUX, J. C. B. et al. Sward management effects on forage component responses in a production system for early weaned calves. **Agronomy Journal**, v.100, n.6, 2008b.
- VILELA, D.; PAIVA, P. C. A.; LIMA, J. A. et al. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1891-1896, 2005.

#### **4 CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE FENO DE CAPIM TIFTON 85 ADUBADO COM DOSES DE NITROGÊNIO NAS ETAPAS DE CORTE, ENFARDAMENTO E ARMAZENAMENTO**

**Resumo:** O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas de cinco doses de nitrogênio em três etapas de fenação do capim Tifton 85, por meio dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína bruta (PB), celulose (CEL), lignina permanganato (LIG) e hemicelulose (HEM). O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon. O experimento teve início no dia 30 de outubro de 2010 com o corte de uniformização da forrageira e término em 11 de janeiro de 2011. O delineamento experimental foi blocos casualizados em parcelas subdivididas 5x3, sendo cinco doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) e três etapas de fenação (corte, enfardamento e 30 dias após o armazenamento), com quatro repetições; foram realizados quatro cortes sob a forma de amostragens com duas viragens diárias durante a desidratação (1ª amostragem: corte com 28 dias de idade de rebrota e secagem ao sol; 2ª amostragem: corte com 35 dias de idade de rebrota e secagem em galpão; 3ª amostragem: corte com 28 dias de idade de rebrota e secagem em galpão e 4ª amostragem: corte com 35 dias de idade de rebrota e secagem ao sol). A análise estatística foi realizada de forma independente em cada corte. Os resultados indicaram perda de PB e aumento da PIDA após 30 dias de armazenagem; os teores FDA aumentaram entre 6 e 35% da fase de corte para 30 dias de armazenagem, sendo que os aumentos maiores ocorreram no feno seco a sombra. Os teores de PB variaram de acordo com cada corte de feno de Tifton 85, mas aumentaram em função das doses de nitrogênio. Em valores absolutos, houve maior diferença dos teores de PB ao corte e após 30 dias de armazenado (-31 g kg<sup>-1</sup> MS) e no aumento dos teores de FDN (+58,4 g kg<sup>-1</sup> MS) no feno seco a sombra (2ª amostragem) e isto sugere a importância de um rápido processo de desidratação para produção de feno.

**Palavras-chave:** desidratação, estocagem, perdas de nutrientes, valor nutritivo

## **BROMATOLOGIC CHARACTERISTICS OF TIFTON 85 HAY FERTILIZED WITH NITROGEN DOSES AT STAGES OF CUTTING, BALING AND STORAGE**

**Abstract:** The objective was to assess responses of five doses of nitrogen in three steps of grass hay Tifton 85, through the bromatological levels of dry matter (DM), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent indigestible protein (NDIP), acid detergent indigestible protein (ADIP), crude protein (CP), cellulose (CEL), permanganate lignin (LIG) and hemicelulose (HEM). The experiment was conducted under field conditions at the Experimental Farm Antônio Carlos dos Santos person belonging to the State University of West of Paraná, Marechal Cândido Rondon campus. The experiment began on 30 October 2010 with the standardization cutting of the grass and ending on January 11, 2011. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 3x5, with three stages of haying (cutting, baling and 30 days after storage) and five nitrogen rates (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) with four replicates, were performed four cuts in the form of samples (1st sample: cut with 28 days of regrowth and drying in the sun, the 2nd sample: cut to 35 days age of regrowth and drying in shed, 3rd sample: cut with 28 day-old regrowth and drying in the shed and 4th sampling: cut with 35 days of age of regrowth and sun-drying). Bromatological and chemical analysis were submitted to statistical analysis independently on each cut. During dehydration two turns were made daily. The results indicated the loss of CP and increased ADIP after 30 days of storage, the ADF levels increased between 6 and 35% phase cut to 30 days of storage, and the largest increases occurred in the dried hay at shade; the crude protein content varied with each cut of Tifton 85 hay, but increased with the nitrogen levels. In absolute terms, there was a greater difference in reducing the levels of CP between to cut and after 30 days stored (-31 g kg<sup>-1</sup> DM) and also increased NDF (+58.4 g kg<sup>-1</sup> DM) in dried hay in shade (2nd sampling). This suggests the importance of a fast dehydration process for hay production.

**Key words:** dehydration, nutrient loss, nutritional value, storage

#### 4.1 Introdução

Utilizar pastagens perenes cultivadas é uma opção a ser seguida, a fim de suprir as necessidades alimentares dos animais em pastejo, ou através de seu uso como forragem conservada, seja na forma de feno ou silagem (CECATO et al., 2001). As gramíneas do gênero *Cynodon* são consideradas capazes de proporcionar elevadas quantidades de forragem de alta qualidade e resistirem aos fatores adversos do clima tropical e subtropical (CECATO et al., 2001 apud BURTON, 1951).

Mesmo assim, geralmente no período seco, as plantas têm produção de matéria seca (PMS) menor em relação ao período chuvoso e estas produções são proporcionalmente maiores em matéria seca (MS) de folhas do que a de colmos, haja vista que neste período as condições, principalmente de umidade e temperatura, não permitem o crescimento e alongamento dos colmos (CECATO et al., 2001).

Geralmente, o nitrogênio provoca um incremento no teor da proteína bruta (PB) e melhora na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), através do aumento da participação da matéria seca de folhas na matéria seca total da planta. Entretanto, Cecato et al. (2001) afirmam que principalmente para DIVMS os resultados são contraditórios enquanto que, para fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), a aplicação de nitrogênio promove um incremento no acúmulo de tecidos fibrosos, e conseqüentemente uma elevação no percentual destes na MS das plantas.

Estudo comparando feno de capim Tifton 85 em diferentes idades de corte resultou na conclusão de que à medida que se aumentou a idade de corte, houve decréscimo linear do consumo de MS e da digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN. Os valores encontrados para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram bastante próximos aos encontrados para digestibilidade aparente. Para as frações de proteína e carboidratos, houve aumento para a fração C com o aumento na idade de corte, que variaram de 17,4 a 22,8 e de 10,9 a 14,3%, respectivamente. Da mesma forma, a fração B<sub>3</sub> da proteína aumentou e a B<sub>2</sub> apresentou pouca variação com o aumento da idade de corte, enquanto as frações A e B<sub>1</sub> dos carboidratos totais diminuíram (GONÇALVES et al., 2003).

Comparações de degradabilidade *in situ* entre três gramíneas do gênero *Cynodon* [(Tifton 44 (*Cynodon dactylon* (L) Pers. (T44), Tifton 85 (*Cynodon* spp) (T85), Estrela de Porto Rico (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst (L) Pers. (PR)] com 400 kg N ha<sup>-1</sup> ou sem adubação, em 4 cortes a 10 cm do solo realizados a cada 35 dias, revelaram que não houve diferenças para a digestibilidade efetiva (DE) da parede celular a 5 e 8% h<sup>-1</sup> entre as

gramíneas, na DE da PB foi menor para a capim Tifton 85, entretanto com maior valor para a fração “b” (ASSIS et al., 1999). A digestibilidade, de uma maneira geral, está ligada principalmente aos teores de fibras (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Corriher et al. (2011) encontraram valores para FDA de  $406 \text{ g kg}^{-1}$  de MS e de  $768 \text{ g kg}^{-1}$  de MS para FDN, respectivamente. E encontraram maior digestibilidade aparente (DAP) e ingestão de matéria seca (IMS) no capim Coast Cross do que no capim Tifton 85 ou capim Russell, e estes resultados contrastam com outros trabalhos que em geral afirmam que o capim Tifton 85 produz maior quantidade de MS, mais alta digestibilidade *in vitro* e *in situ* mesmo quando teores de FDN são superiores a 70%.

A maior digestibilidade do capim Tifton 85 pode estar ligada aos teores de açúcares no FDN, pois estudos realizados por Hatfield et al. (1997) e Mandebvu et al. (1999), revelaram que esta forrageira possui teores de glicose e xilose superior a  $400 \text{ g kg}^{-1}$  de FDN e  $280 \text{ g kg}^{-1}$  de FDN, respectivamente. Estes açúcares no capim Tifton 85 estão em concentração maior do que aos encontrados no capim *Coast Cross*. Isto pode explicar os maiores teores de FDA no capim Tifton 85 desde que o maior teor de carboidrato seja a celulose. Altos teores de FDN no capim Tifton 85 podem ser devido a pouca lignina complexada e aos maiores conteúdos de celulose não solubilizados pelas soluções detergentes (HATFIELD et al., 1997). A provável maior digestibilidade e performance animal do capim Tifton 85 é devido aos maiores teores de açúcares (arabinose, fucose, galactose, glicose, manose, ramnose e xilose) na FDN e às baixas concentrações de lignina com ligações cruzadas com polissacarídeos com base nos níveis mais baixos de ligações de éter ferulato e outros ácidos hidroxinâmicos (ácido p-coumarico, ácido ferúlico e ácido sináptico) com lignina (HATFIELD et al., 1997; MANDEBVU et al., 1999; QUADROS, 2001). Isto pode explicar a maior digestibilidade do FDN, FDA, hemicelulose e celulose do capim Tifton 85 em relação a outras gramíneas do mesmo gênero (HATFIELD et al., 1997; MANDEBVU et al., 1999).

A CEL é o mais abundante carboidrato e que está presente entre  $200$  a  $400 \text{ g kg}^{-1}$  MS de todas as plantas superiores. É a maior e mais variável porção da estrutura da parede celular da planta e a principal substância fibrosa, mas sua quantidade ou concentração não é um indicador para a fibrosidade ou teor de fibra total da parede celular das plantas. A celulose, como um isolado da forragem, usualmente contém, além das ligações  $\beta$  1-4 de glucano, cerca de 15% de pentosanas, principalmente xilose e alguma arabinose. A estrutura da celulose normalmente está associada em algum grau a lignina, hemicelulose, cutina e minerais da parede celular da estrutura da planta (VAN SOEST, 1994).

O valor nutricional da celulose varia da total indigestibilidade a uma completa digestibilidade, dependendo principalmente do grau de lignificação, mas também da quantidade de sílica, cutina e outras propriedades intrínseca da celulose. As celulasas são enzimas com habilidade para quebrar as ligações  $\beta$  1-4 da celulose, enquanto as glucosidades são capazes de hidrolizar a celobiose e outros fragmentos de oligoceluloses. Os ruminantes digerem os conteúdos de celulose de 40 a 60% da alfafa, 48 a 90% de gramíneas temperadas, 30 a 60% de gramíneas tropicais, 40 a 60% de palhas, 94% de casca de soja, 50% da casca de algodão e de 0 (zero) a 40% da madeira (VAN SOEST, 1994).

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar as respostas de cinco doses de nitrogênio na composição bromatológica de capim Tifton 85 avaliado em três etapas de fenação (imediatamente antes do corte, no enfardamento e com 30 dias de armazenamento). Foram avaliados em cada etapa ou fase do processo de fenação os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína indigestível em detergente neutro (PIDN), proteína indigestível em detergente ácido (PIDA), proteína bruta (PB), celulose (CEL), lignina permanganato (LIG) e hemicelulose (HEM).

## **4.2 Material e métodos**

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon, possuindo como coordenadas geográficas latitude 24° 33' 40''S, longitude 54° 04' 12'' W e altitude de 420 m. O clima local, classificado segundo Koppen é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a temperatura anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1.600 a 1.800 mm, com trimestre mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm (IAPAR, 2006).

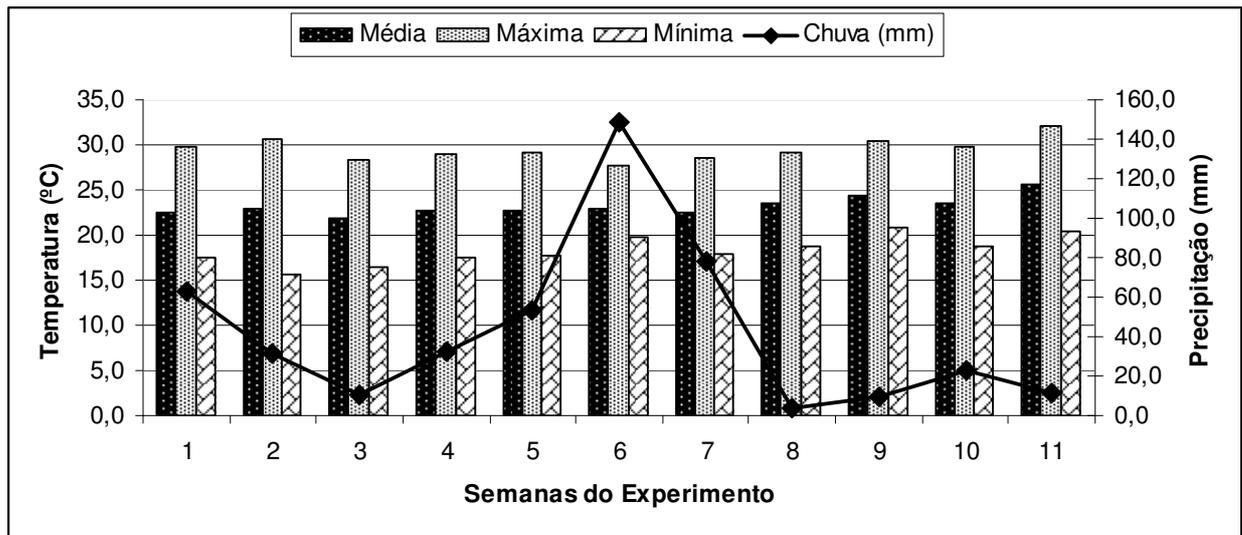


Figura 1. Dados climáticos do período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Janeiro de 2011).

Fonte: UNIOESTE, adaptado pelo autor

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2006) e possui as seguintes características químicas: P (Extrator Mehlich) - 8,15 mg dm<sup>-3</sup>; MO 23,92 g dm<sup>-3</sup>; pH CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>; H+Al - 4,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 0,05 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K (Extrator Mehlich) - 0,23 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 3,62 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 1,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB - 5,54 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC - 9,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> V - 56,30%; Al m=0,89%; Cu (Extrator Mehlich) - 6,30; Mn (Extrator Mehlich) - 1,4; Zn (Extrator Mehlich) - 63,00, Fe (Extrator Mehlich) - 25,10 e argila - 650 g kg<sup>-1</sup>.

O experimento foi instalado no campo de produção de feno implantado em 2004 com *Cynodon* sp. cv. Tifton-85, constituído de quatro blocos com dez unidades experimentais de 15 m<sup>2</sup>. O experimento teve início no dia 30 de outubro de 2010 com o corte de uniformização da forrageira e término em 11 de janeiro de 2011.

O delineamento experimental foi blocos casualizados em parcela subdividida 5x3, sendo cinco doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) e três etapas de fenação (imediatamente antes do corte, enfardamento e 30 dias após o armazenamento), com quatro repetições. Foram realizados quatro cortes sob a forma de amostragens (1<sup>a</sup> amostragem: corte com 28 dias de idade de rebrota e seco ao sol; 2<sup>a</sup> amostragem: corte com 35 dias de idade de rebrota e seco em galpão; 3<sup>a</sup> amostragem: corte com 28 dias de idade de rebrota e seco em galpão e 4<sup>a</sup> amostragem: corte com 35 dias de idade de rebrota e seco ao sol). As análises bromatológicas e químicas foram submetidas a análise estatística de forma independente em

cada corte. Durante a desidratação da forragem, foi realizado o revolvimento e viragem do material diariamente, no horário entre 10:00 e 15:00 horas.

Tabela 1. Dados climáticos das datas referentes aos cortes e secagem das plantas de capim Tifton 85 (Marechal Cândido Rondon, fevereiro de 2011)

Data	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Temperatura ponto orvalho (°C)			Vento (m/s)	Radiação (KJ/m <sup>2</sup> )	Chuva (mm)
	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Veloc		
1° corte 28 dias – secagem ao sol												
26/11/2010	23,2	30,6	15,9	67,8	93,0	35,0	16,3	18,7	13,1	1,9	31016,780	0,0
27/11/2010	24,0	32,4	17,3	64,9	90,0	30,0	16,3	19,5	11,6	1,6	15867,960	0,0
1° corte 35 dias – secagem em galpão												
06/12/2010	22,9	28,9	17,3	85,3	97,0	65,0	20,2	23,5	16,6	3,5	20699,556	0,0
07/12/2010	23,7	27,9	20,7	88,7	96,0	75,0	21,7	24,0	19,0	4,3	19179,964	33,0
08/12/2010	23,1	27,5	20,0	92,3	97,0	76,0	21,7	24,7	19,1	1,8	13200,972	38,0
09/12/2010	25,1	31,4	19,3	80,3	97,0	47,0	21,1	23,9	18,1	1,8	30951,360	0,0
10/12/2010	24,0	30,4	20,5	85,6	96,0	67,0	21,4	25,0	18,8	4,2	17785,680	11,0
11/12/2010	24,6	29,9	20,2	82,3	91,0	68,0	21,3	24,3	18,3	3,7	21603,202	0,0
2° corte 28 dias – secagem em galpão												
24/12/2010	23,2	29,8	20,9	89,9	97,0	64,0	21,3	24,0	19,8	2,9	15243,595	5,4
25/12/2010	24,7	30,2	21,5	85,8	97,0	64,0	22,0	24,3	20,7	2,6	23364,960	0,2
26/12/2010	25,6	31,7	21,6	82,8	97,0	59,0	22,2	25,0	20,0	1,9	25862,565	0,0
27/12/2010	24,8	31,7	20,8	83,5	94,0	55,0	21,6	24,9	19,7	3,1	25027,175	0,0
28/12/2010	24,3	30,9	19,9	82,0	95,0	59,0	20,9	24,7	18,5	3,5	23817,670	0,0
29/12/2010	24,4	32,0	19,0	79,8	95,0	53,0	20,4	24,3	18,0	2,7	26749,144	0,2
2° corte 35 dias – secagem ao sol												
10/01/2011	26,6	33,9	20,7	78,9	96,0	51,0	22,2	24,7	20,0	1,8	25421,520	0,0
11/01/2011	24,6	29,2	21,5	87,6	96,0	72,0	22,3	25,3	20,8	2,1	16095,530	10,2

Fonte: UNIOESTE

As amostras foram coletadas em cada parcela imediatamente antes do corte, identificadas e embaladas em sacos de papel, pesadas e colocadas em estufa com ventilação forçada e mantidas sob temperatura de 55°C por 72 horas para secagem. Após a secagem as amostras foram pesadas e a partir dos dados obtidos foi calculado o teor de matéria seca ao ar (ASA). O mesmo procedimento foi adotado após a desidratação do material no momento do enfardamento e após 30 dias de armazenamento em galpão protegidos de chuvas e insolação e sob condições idênticas de temperatura, luminosidade e umidade.

Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 30 *mesh*, e armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados para avaliação dos teores

de matéria seca (MS), matéria mineral ou cinzas (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN - expresso em g kg<sup>-1</sup> de PB na MS), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA - expresso em g kg<sup>-1</sup> de PB na MS), proteína bruta (PB), lignina (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Para análise estatística foi utilizado o programa estatístico SISVAR (1999). Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram testados os efeitos das etapas de fenação (corte, enfardamento e 30 dias de armazenamento) por meio do teste de Tukey e doses de N por meio da análise de regressão, desdobrada para modelos polinomiais de primeiro e segundo grau. Para a escolha dos modelos foi considerado o maior grau de explicação aos dados por meio dos maiores coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e a significância ao nível de 5% pelo teste t parcial de Student para os coeficientes de regressão. Foi respeitada a significância dos fatores incluídos no modelo estatístico inicial.

### 3.3 Resultados e Discussão

Houve diferenças (p<0,05) nos teores de MS em todas as amostragens e etapas de fenação. O menor valor ocorreu na 2ª amostragem na etapa de corte com teor de 204,5 g kg<sup>-1</sup> MS. O maior valor na etapa de armazenamento na 1ª amostragem com teor de 842,5 kg<sup>-1</sup> MS (Tabela 2).

Os teores de MM na 1ª amostragem (Tabela 2) foram superiores (p<0,05) nas etapas de corte e armazenamento e também superior no armazenamento na 2ª amostragem. Na 3ª e 4ª amostragem, o teor de MM foi superior (p<0,05) nas etapas de corte e enfardamento.

Para as doses de N, houve significância (p<0,05) apenas para a 2ª amostragem ( $\hat{Y}=590,16667-0,47333*X$ ; R<sup>2</sup>=82,75%; CV 2=5,36%). Entretanto, também na 1ª, 3ª e 4ª amostragens, a medida que se aumentou as doses, houve decréscimo dos teores de MS. Não houve interação entre N x etapas de fenação para os teores de MS.

Não houve significância (p>0,05) entre doses de N e doses de N x idade para os teores de MM.

Quanto aos teores de FDN, não houve diferenças (p>0,05) entre etapas de fenação na 1ª amostragem. Na 2ª amostragem os maiores teores de FDN ocorreram nas etapas de enfardamento e armazenamento. Na 3ª amostragem o maior teor foi verificado na etapa de corte, seguido pela etapa de armazenamento e por último de enfardamento. Na 4ª amostragem o maior teor de FDN ocorreu na etapa de corte, que não se diferenciou da etapa de

enfardamento. Na 1ª e 2ª amostragem pode-se verificar uma elevação ( $p < 0,05$ ) dos teores de FDN após cada etapa de fenação (Tabela 2).

As alterações de nutrientes são relativamente pequenas em fenos adequadamente secos. Típicas alterações nos primeiros seis meses de armazenagem são entre 1 a 2% no decréscimo da digestibilidade da MS (ROTZ; SHINNERS, 2007).

Embora elevados, os resultados de FDN são próximos aos encontrados por Gonçalves et al. (2003) também em fenos de capim Tifton 85, principalmente para a idade de 28 dias (1ª e 3ª amostragem).

A FDN é constituída basicamente por celulose, hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor (PIDN) e proteínas da parede celular e minerais (SILVA; QUEIROZ, 2009). Aumentos de 2,1% no teor de FDN ocorrem em fenos armazenados secos em galpões e de 5% em fenos armazenados fora de galpões (ROTZ; SHINNERS, 2007). Chuvas sobre o feno dissolvem e lixiviam vários nutrientes solúveis (carboidratos solúveis, proteínas e vitaminas ou seus precursores) devido à perda da capacidade das células de selecionar o fluxo de água e nutrientes através da membrana e, nestas circunstâncias, o teor de FDN aumenta (CECAVA, 1995).

Na 3ª amostragem, os teores de FDN aumentaram ( $p < 0,05$ ) (Figura 2) com as doses de N e não houve significância para as demais amostragens e também não houve interação entre doses de N x idade.

O teor de FDN do volumoso é o componente mais altamente relacionado à ingestão de forragens por ovinos, quando comparado a outras substâncias componentes dos alimentos. O FDN é o componente que sozinho melhor prediz a ingestão de matéria seca (IMS) pelos ruminantes (ALLEN, 2000). O teor de FDN também foi correlacionado positivamente quando a energia limitou o consumo, e negativamente, quando a concentração de FDN é alta e o enchimento do rúmen limitou a IMS.

Tabela 2. Teores ( $\text{g kg}^{-1}$  de MS) de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína bruta (PB), lignina (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) e Coeficiente de Variação (CV; %) de 4 amostragens em diferentes fases do processo de fenação de capim Tifton 85.

Amostragem*	Amostragem 1			Amostragem 2			Amostragem 3			Amostragem 4		
Étapas	Corte	Enfard.	Armaz.	Corte	Enfard.	Armaz.	Corte	Enfard.	Armaz.	Corte	Enfard.	Armaz.
MS	222,0c	802,0b	842,5a	204,5 c	701,5 b	793,5 a	216,5 c	682,0 b	800,5 a	263,5 c	810,5 b	828,5 a
CV 2 (%)		7,13			5,36			4,00			2,44	
MM	77,8ab	67,8b	80,8a	75,6 b	78,4 b	85,2 a	74,8 a	77,4 a	60,7 b	72,8 a	68,9 a	60,6 b
CV 2 (%)		10,52			11,7			13,06			15,51	
FDN	777,2a	798,3a	810,2a	787,3b	841,3 a	845,7 a	827,5 a	738,2 b	789,2 a	839,8 a	808,3ab	768,8 b
CV 2 (%)		4,71			5,57			4,98			5,56	
FDA	427,7b	466,9ab	536,1a	463,1c	539,7 b	627,1 a	493,5 a	491,9 a	525,2 a	521,0 a	546,0 a	558,3 a
CV 2 (%)		11,50			16,77			9,36			9,91	
PIDN	101,2b	120,7a	107,9ab	79,3 a	81,0 a	84,1 a	78,9 a	48,5 c	57,5 b	83,1 b	78,3 ab	90,9 a
CV 2 (%)		9,88			8,62			22,21			18,15	
PIDA	93,1 b	129,5 a	132,9a	69,8 b	87,7ab	98,2 a	78,4 a	60,4 b	62,1 b	92,0 b	79,1 b	97,3 a
CV 2 (%)		12,71			24,16			14,79			25,12	
PB	185,4a	189,4a	175,9a	159,0a	155,3 b	128,8 c	140,0 a	135,2 a	135,7 a	146,4 a	135,9 a	147,9 a
CV 2 (%)		9,33			7,75			6,41			24,04	
CEL	278,3 a	265, a	293,9a	318,5b	340,8 ab	396,4 a	352,5 a	353,4 a	356,1 a	342,9 a	359,7 a	346,8 a
CV 2 (%)		17,63			22,79			10,39			20,95	
LIG	137,2b	156,5ab	164,4 a	150,7a	149,6 a	165,5 a	147,1 b	179,9ab	194,6 a	159,3 a	172,4 a	159,6 a
CV 2 (%)		19,15			35,88			36,09			31,26	
HEM	349,5a	331,4a	274,2a	324,3a	310,04 a	218,7 b	334,3 a	246,4 b	264,0 ab	318,7 a	262,2 ab	210,4 b
CV 2 (%)		21,08			35,88			18,93			27,31	

\*Amostragem 1: 1º corte 28 dias de idade de rebrota seco ao sol; Amostragem 2: 1º corte 35 dias de idade rebrota seco em galpão; Amostragem 3: 2º corte 28 dias de idade de rebrota seco em galpão; Amostragem 4: 1º corte 35 dias de idade rebrota seco ao sol. (\*Médias seguidas de mesma letra dentro de cada amostragem não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%)

O teor de FDA na 1ª e 2ª amostragens (Tabela 2) foi maior ( $p < 0,05$ ) na etapa de armazenamento, sendo que não ocorreram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre etapas, na 3ª e 4ª amostragens.

Os teores de FDA da 1ª amostragem são similares aos encontrados por Gonçalves et al. (2003) em feno de capim Tifton 85 na mesma idade de rebrota, entretanto, nas demais amostragens os resultados deste estudo foram superiores.

A FDA é constituída quase em sua totalidade por celulose e lignina (lignocelulose), de proteína danificada pelo calor (PIDA) e parte da proteína da parede celular e de minerais insolúveis (cinzas) (SILVA; QUEIROZ, 2009). Assim como o FDN, os teores de FDA podem aumentar devido a perdas de constituintes não fibrosos em caso de chuvas durante as etapas (corte, enfardamento e armazenamento) de fenação (COLLINS; COBLENTZ, 2007). O teor de FDA está correlacionado estatisticamente com a digestibilidade da forragem (VAN SOEST, 1994) e é a porção menos digerível da parede celular das forrageiras pelos microorganismos do rúmen (PAIVA, 2008 e SILVA; QUEIROZ, 2009). A FDA não representa um

conceito biológico válido de fibra dietética porque representa a avaliação de alguns componentes da parede celular e é apenas uma aproximação química da definição de inacessibilidade microbiana (CLIPES et al., 2010).

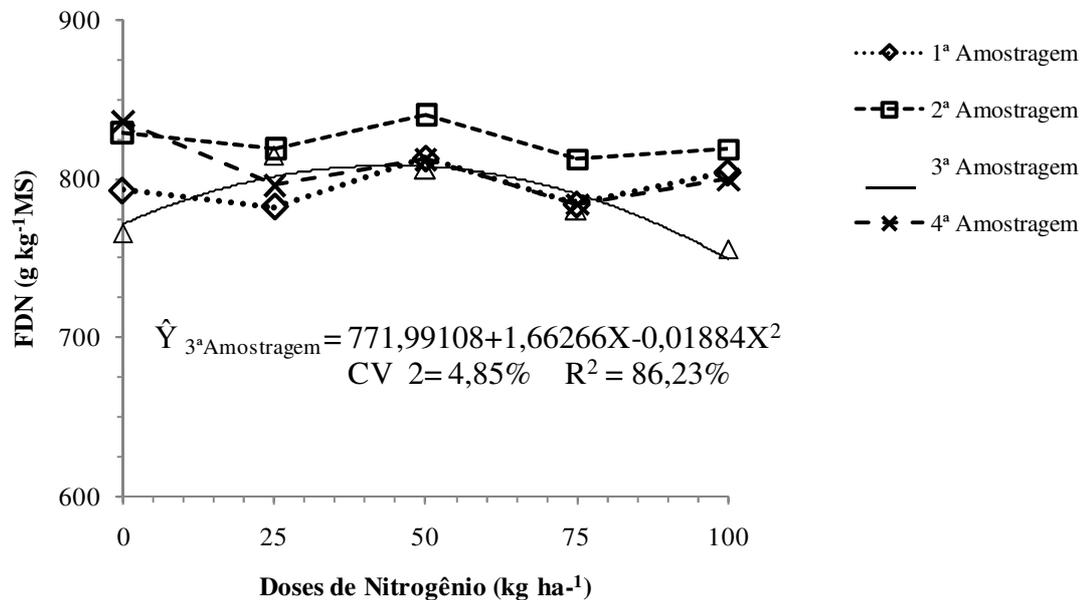


Figura 2. Teores de fibra em detergente neutro no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N.

Não houve significância ( $p > 0,05$ ) entre as doses de N e entre doses de N x idade para os teores de FDA.

O NIDN e o NIDA é aquele nitrogênio que permanece no resíduo de FDN ou FDA e podem estar presentes naturalmente. Ambos representam uma estimativa dos danos causados pelo calor durante o armazenamento ou processamento e normalmente o aquecimento os torna indisponíveis aos animais (SILVA; QUEIROZ, 2009). A proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) ou ácido (PIDA) é calculada por meio do teor de NIDN ou NIDA (com base na matéria seca), multiplicados por 6,25 (DAIRY PRIMER PRODUCER, 2011).

A PIDN (Tabela 2), na 1ª amostragem apresentou um maior ( $p < 0,05$ ) teor na etapa de enfardamento. Na 2ª amostragem, não houve diferenças entre etapas, com maior valor ( $p > 0,05$ ) na etapa de armazenamento. Na 3ª amostragem a PIDN foi superior na etapa do corte e na 4ª amostragem na etapa de armazenamento. Os resultados de PIDN deste estudo são superiores aos encontrados por Gonçalves et al. (2003) para fenos de capim Tifton 85 em quatro idades de corte.

As doses de N influenciaram ( $p < 0,05$ ) os teores de PIDN na 4ª amostragem e não nas demais (Figura 3).

Uma fração do PIDN poderá ser degradável no rúmen pela flora microbiana e digestível no intestino delgado, mas uma outra fração é completamente indigestível (DAIRY PRIMER PRODUCER, 2011).

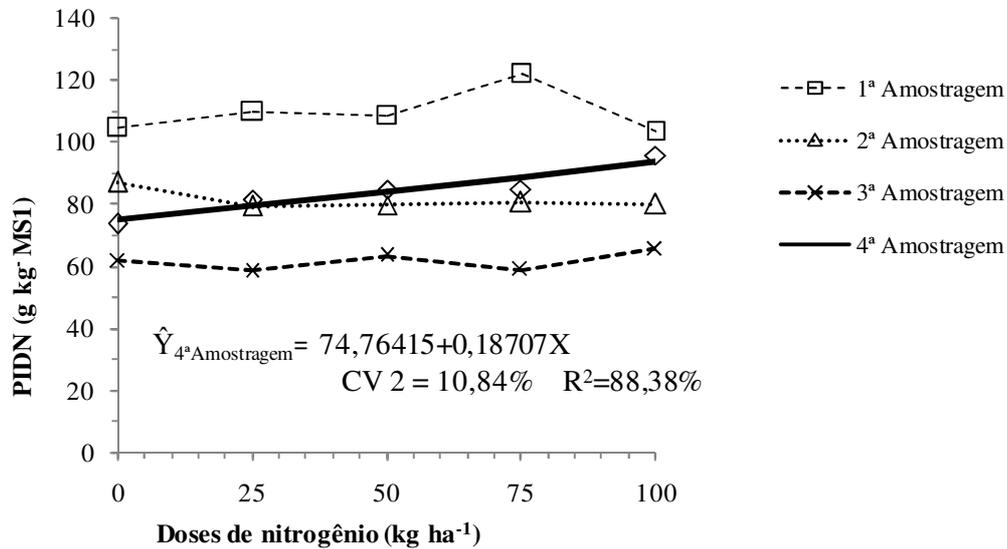


Figura 3. Teores de proteína indigestível em detergente neutro (PIDN) no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N.

Houve efeito das doses de N sobre a PIDA apenas na 4ª amostragem (Figura 4).

Para a característica de PIDA nas etapas de fenação, na 1ª amostragem as etapas de enfardamento e armazenamento tiveram valores mais elevados ( $p > 0,05$ ) em relação a etapa de corte. Na 2ª amostragem a etapa de armazenamento obteve valores mais elevados. Na 3ª e 4ª amostragens, as etapas de corte e de armazenamento apresentaram os valores maiores ( $p < 0,05$ ). Os resultados de PIDA deste estudo são superiores aos encontrados por Gonçalves et al. (2003) para fenos de capim Tifton 85 em quatro idades de corte.

Estima-se que usualmente menos de 100 g kg<sup>-1</sup> de PIDA esteja presente em todas as forragens. As concentrações tendem a aumentar linearmente acima desta base com aquecimento espontâneo de fenos de alfafa ou de gramíneas. Assim como outros componentes fibrosos, a PIDA aumenta com o tempo de estocagem, mas a alteração maior ocorre durante as duas primeiras semanas de estocagem (COLLINS; COBLENTZ, 2007). O NIDA é altamente indigestível e estima-se que a digestibilidade da proteína seja reduzida em 10% para cada 5% de aumento no teor de NIDA, expresso em porcentagem do nitrogênio total (CECAVA, 1995).

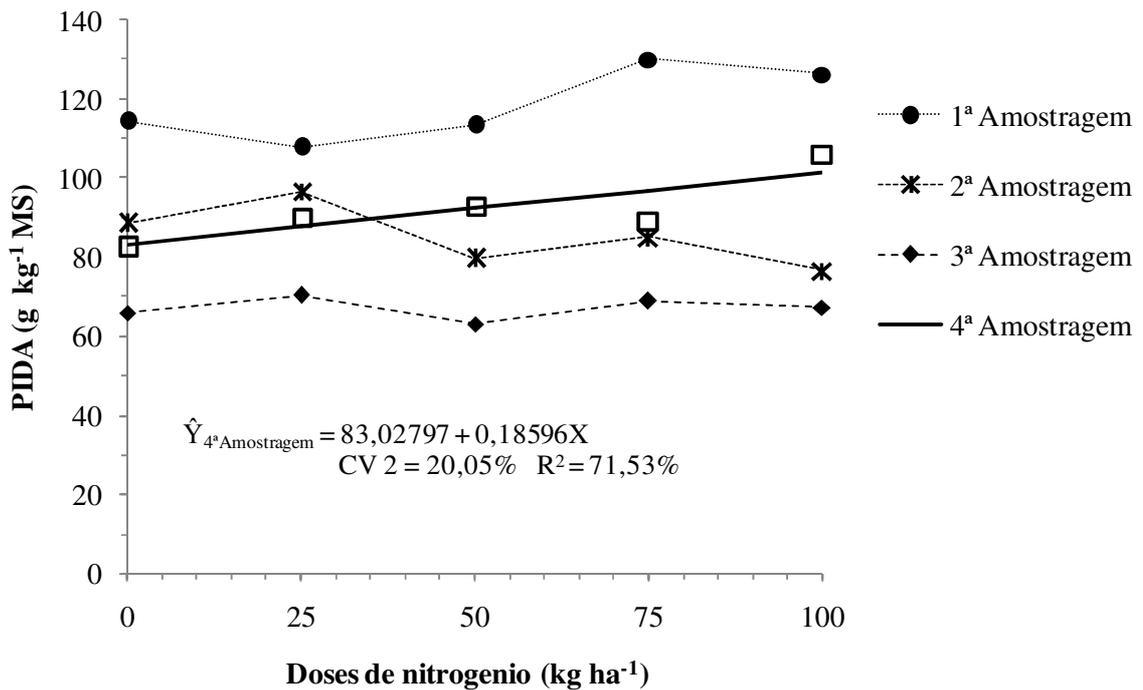


Figura 4. Teores de proteína indigestível em detergente ácido (PIDA) no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N.

Dependendo do laboratório de análise de alimentos, o nitrogênio associado com o resíduo de FDA pode estar relatado como nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), nitrogênio ligado a fibra em detergente ácido (FDA-N), proteína ligada a fibra em detergente ácido (FDA-P) ou proteína danificada pelo calor, expressa como uma porcentagem do nitrogênio total, da proteína bruta total ou da matéria seca do alimento. Em muitos alimentos, cerca de 3 a 8% da PB está como PIDA, mesmo em completa ausência de aquecimento. Entretanto, muitos laboratórios não descontam do total da PB o valor da PIDA, a menos que esta seja excessiva. Existem situações em que se adota uma proporção fixa, como por exemplo, 70% da NIDA ou PIDA como indisponível. Quando do valor da PB for descontado a PIDA, a PB é relatada como proteína bruta ajustada (DAIRY PRIMER PRODUCER, 2011).

No sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), a fração “B<sub>3</sub>” que é constituída de proteínas insolúveis associadas à parede celular (proteínas insolúveis em detergente neutro), com taxa de degradação lenta, de 0,08 a 1,3% h<sup>-1</sup>, sendo que boa parte que escapa a fermentação ruminal, pode ser obtida pela diferença entre PIDN – PIDA. É assumido que a fração proteica insolúvel e completamente indigestível (fração “C”) no rúmen e no intestino é estimada como sendo a PIDA ou NIDA, é uma proteína associada à lignina,

complexos proteína-tanino e produtos da reação de Maillard que são altamente resistentes a ação enzimática. A reação de Maillard envolve produtos com cerca de 11% de nitrogênio que possuem muitas das características físicas da lignina devido a reação de resíduos de açúcares com aminoácidos seguidos por polimerização para formar a substância marrom. A reação mais importante é a condensação dos aminoácidos com proteínas indigestíveis, principalmente os aminoácidos com grupo nucleofílico livres como os grupos amino e sulfúrico na lisina, cistina e metionina e, talvez, do grupo fenólico da tirosina (SNIFFEN et al., 1992; VAN SOEST, 1994; ZEULA, 2002 e DAIRY PRIMER PRODUCER, 2011).

Para os teores de PB (Tabela 2) não houve diferenças entre etapas de fenação na 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> amostragens; na 2<sup>a</sup> amostragem foi observado maior teor ( $p < 0,05$ ) nas etapas de corte, seguida pela de enfardamento.

Os teores de PB tendem a reduzir a medida que se alonga a idade ao corte, devido ao aumento nos teores de parede celular (GONÇALVES et al., 2001), e isso ficou evidenciado de maneira significativa na 2<sup>a</sup> amostragem, mas é possível observar esta tendência na 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> amostragem.

É possível observar que os resultados para PB da 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> amostragem (1<sup>o</sup> corte) são superiores às da 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> amostragens (2<sup>o</sup> corte). Situação similar foi observada por Cecato et al. (2001), ao compararem gramíneas do gênero *Cynodon* sem e com 400 kg N ha<sup>-1</sup> aplicados em quatro cortes, observaram maiores teores de proteína nos dois primeiros cortes e decréscimo no 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> corte, e justificaram essa queda devida a ausência de efeito residual na aplicação de nitrogênio.

As perdas de nitrogênio durante o processo de fenação normalmente são pequenas se comparadas às perdas de carboidratos, mas perdas pequenas de proteína ocorrem durante o processo de murcha, entretanto, perdas grandes de PB ocorrem no campo devido a maceração e quebras de folhas e incidência de chuvas (COLLINS; COBLENTZ, 2007).

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos teores de PB para doses de N na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> amostragens (Figura 5). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Cecato et al. (2001). Gonçalves et al. (2003) encontraram teores de PB de 95,0 e 80,0 g kg<sup>-1</sup> MS para idade de 28 e 42 dias de rebrota em feno de capim Tifton 85, inferiores aos encontrados neste estudo.

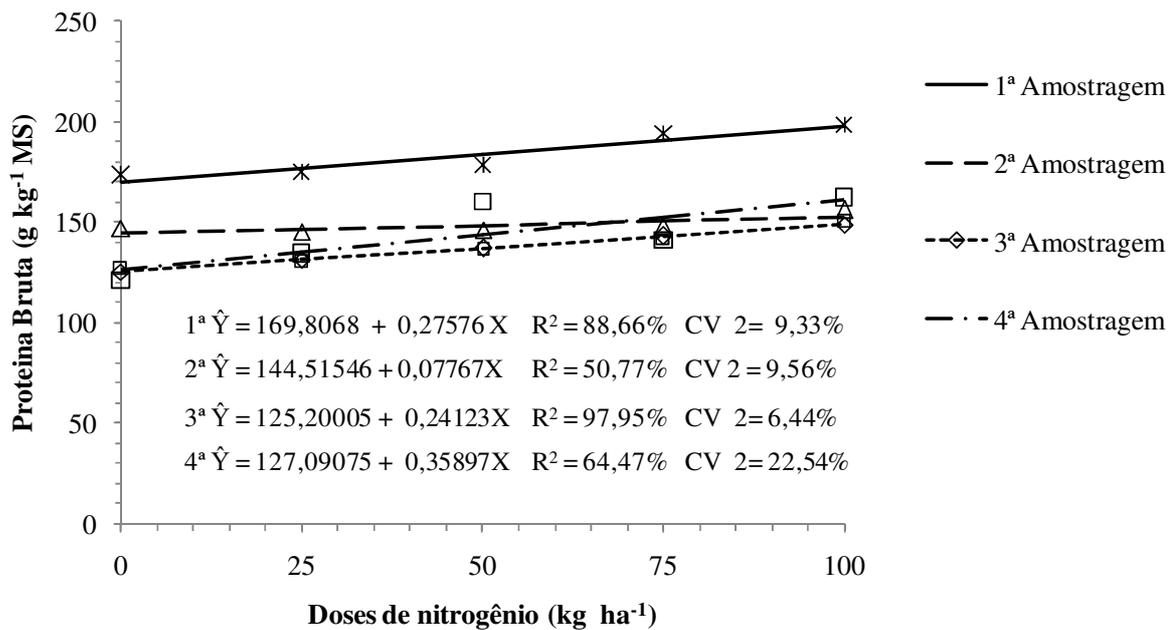


Figura 5. Teores de proteína bruta (PB) no feno de capim Tifton 85 em função das doses de N nas quatro amostragens.

Para os teores CEL (Tabela 2), não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) entre etapas de fenação nos teores na 1ª, 3ª e 4ª amostragens, enquanto que na 2ª amostragem verifica-se maior ( $p < 0,05$ ) teor na etapa de armazenamento, a qual não se diferenciou da etapa de enfardamento e esta, por sua vez, não se diferenciou da etapa de corte.

Em trabalhos desenvolvidos com capim elefante uniformizado a 10 cm do solo e com corte aos 50 dias de rebrota, foi encontrado um teor de 403 g kg<sup>-1</sup> MS de celulose (CARVALHO et al., 2008) que são níveis superiores aos deste estudo (Tabela 2).

Para os teores de LIG observa-se um teor significativo na etapa de armazenamento na 1ª e 3ª amostragens, as quais não diferenciaram-se da etapa de enfardamento; na 2ª e 4ª amostragem não houve diferenças entre etapas.

A lignina é importante na nutrição de ruminantes porque tem uma influência negativa sobre a digestibilidade de outros nutrientes, e isto é verificado através de correlações negativas do teor de lignina com a digestibilidade da matéria seca, da celulose e da hemicelulose. Na maioria dos vegetais superiores o teor de lignina varia de 40 a 120 g kg<sup>-1</sup> MS, mas pode chegar a 200 g kg<sup>-1</sup> nas forragens mais fibrosas (SILVA; QUEIROZ, 2009). Se durante o preparo da forragem no laboratório as amostras permanecerem em temperatura superior a 55°C poderá elevar o teor aparente de lignina, devido a formação do complexo hemicelulose e proteína com lignina (OLIVEIRA, 2006 e SILVA; QUEIROZ, 2009).

Sullivam (1961) estudou o efeito da temperatura ambiente (21,2; 26,6 e 32,2 °C) sobre o teor de lignina em capim sudão e relatou conteúdo médio de 38,7; 53,4 e 60,1 g kg<sup>-1</sup> MS para as temperaturas citadas, respectivamente.

Os teores de LIG do presente estudo são superiores aos encontrados por Gonçalves et al. (2003) num estudo com feno de capim Tifton 85 colhido em quatro idades de rebrota, porém estão dentro dos parâmetros preconizados por Sniffen et al. (1992) que afirmam que a LIG nas gramíneas varia de 5 a 25% da parede celular, enquanto nas leguminosas é mais alto. Bacha (2006) após concluir que os métodos de análise gravimétrica de lignina (lignina detergente ácido, lignina permanganato de potássio e lignina Klason) são insatisfatórios, sugeriu que os métodos de determinação analítica da lignina sejam mais profundamente estudados. Detmann et al. (2004) afirmaram, a respeito das equações predição de digestibilidade a partir da lignina, que pouco se conhece acerca deste potencial preditivo para gramíneas produzidas em regiões tropicais.

É importante destacar que ocorrem variações na digestibilidade da matéria seca das forrageiras com o mesmo teor de lignina, e isso significa a possibilidade de diferentes composições químicas da lignina nas diferentes espécies, principalmente nas diferenças entre gramíneas e leguminosas. Ou seja, são necessários outros parâmetros além da lignina para definir o coeficiente de digestibilidade e isso é bem caracterizado, por exemplo, porque as leguminosas de modo geral possuem um mesmo coeficiente de digestibilidade que gramíneas, porém com um teor de lignina mais elevado (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Para HEM, na 1ª amostragem não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) entre etapas de fenação, mas ocorreu o maior valor na etapa de corte. Os teores de HEM foram superiores ( $p < 0,05$ ) na etapa de corte na 2ª, 3ª e 4ª amostragens. Na 2ª amostragem não houve diferença entre a etapa de corte e enfardamento.

A hemicelulose é uma coleção heterogênea de polissacarídeos, composta por vários açúcares e ligações glicosídicas, sendo que sua composição varia muito entre espécies. Sua digestibilidade está diretamente relacionada com a celulose e inversamente relacionada ao teor de lignina, sendo o polissacarídeo mais ligado a lignina. A hemicelulose de caules e folhas de gramíneas e leguminosas parece estar composta em sua maioria de arabinose e xilose ligadas ente si. A maior parte da hemicelulose em ruminantes escapa da fermentação ruminal para ser fermentada no intestino (VAN SOEST, 1994).

Os valores de HEM encontrados no presente estudo são similares aos encontrados por Aguiar et al. (2006) que ao pesquisarem a composição bromatológica de milho, capim

Sudão, capim elefante e sorgo, encontraram concentrações médias de hemicelulose que variaram entre 192,6 e 279,7 g kg<sup>-1</sup> MS.

#### 4.4 Conclusões

- No armazenamento os fenos apresentam redução nos teores de proteína bruta e incremento de 6 a 35 % para a fibra em detergente ácido.
- Fenos secos em galpão, após trinta dias de armazenamento, apresentam maior redução nos teores de PB e maiores incrementos nos teores de fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro.
- Recomenda-se produzir feno de capim Tifton 85, colhido com idade de rebrota de 28 dias, por possuir menores teores de fibra em detergente ácido e de fibra em detergente neutro.
- A dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio por corte proporciona maiores teores de proteína bruta no feno de capim Tifton 85.

#### 4.5 Referências Bibliográficas

- AGUIAR, E. M.; LIMA, G. F. C.; SANTOS, M. V. F. et al. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2226-2233, 2006.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1598-1624, 2000.
- ASSIS, M. A. de. Degradabilidade in situ de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n.3, p. 657-663, 1999.
- BACHA, C.B. **Determinação do teor de lignina em amostras de gramíneas ao longo do crescimento através de três métodos analíticos e implicações com as equações de “Cornell net carbohydrate and protein system”**. 2006. 110f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.
- BRANCO, R. H. Determinação das frações protéicas de alimentos pelo método de Cornell. In: LOPES, D. C.; SANTANA, M. C. A (Edit.). **Determinação de proteína em alimentos para animais – métodos químicos e físicos**. Viçosa: Ed. UFV, 2005. p. 79-91.

- CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V. et al. Fracionamento de proteínas de silagem de capim elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.648-656, 2008.
- CASTAGNARA, D. D., MESQUITA, E. E. **Adubação nitrogenada sobre o crescimento, a produção ea qualidade de gramíneas forrageiras tropicas**. 2009. 97f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- CECATO, U.; SANTOS, G. T.; MACHADO, M. A. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 781-788, 2001.
- CECAVA, M. J. Making hay and haylage. In: PERRY, T. W.; CECAVA, M. J. **Beef Cattle Feeding and Nutrition**, 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. p. 104-116.
- CLIPES, R. C.; SILVA, J. F. C.; DETMANN, E. et al. Proteína insolúvel em detergente ácido como estimador da fração protéica não degradável no rúmen de forragens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.463-473, 2010.
- COLLINS, M.; COBLENTZ, W. K. Post-harvest Physiology. In: BARNES, R. F. **The Science of Grassland Agriculture**. 2007. v. 2, p.583-599.
- CORRIHER, V. A.; HILL, G. M.; MULLINIX JR., B. G. **Coastal, Russel and Tifton 85 bermudagrass hay consumption by growing beef steers and in situ digestion**. Disponível em: <<http://www.ads.uga.edu/documents/CoastalRussellandTifton85BermudagrassHayConsumptionbyGrowingBeefSteersandinSituDigestion.pdf>>. Acesso: 09 ago. 2011.
- DAIRY PRODUCTION PRIMER – FEEDS & FEEDING MANAGEMENT. Disponível em: <[www.dairyman.ca/DPP/DPP\\_Feeding\\_Sample.pdf](http://www.dairyman.ca/DPP/DPP_Feeding_Sample.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2011.
- DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S. et al. Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, Supl. 1, p.1866-1875, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2006. 412p.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: USP, 1990. 467p.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. et al. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.4, p.804-813, 2003.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. et al. Determinação das frações de proteína e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em idades ao corte. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p. 789-794, 2001.

- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. et al. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4; p.804-813, 2003.
- HATFIELD, R. D.; MANDEBVU, P.; WEST, J. **A comparison of Tifton 85 and Coastal Bermudagrass cell walls.** Disponível em: <[http://www.dfr.wisc.edu/RS97\\_pdfs/PC8.pdf](http://www.dfr.wisc.edu/RS97_pdfs/PC8.pdf)>. Acesso em: 09 ago. 2011.
- IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná.** Disponível em: < <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 30 maio 2010.
- MANDEBVU, P.; WEST, J. W.; HILL, G. M. et al. Comparison of Tifton 85 and Coastal bermudagrasses for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p.1572-1586, 1999.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G. C.; COLLINS, M. Jr.; MERTENS, D. R.; MOSER, L. E (Edit.). **Forage quality evaluation and utilization.** Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, 1994. p. 450-493.
- OLIVEIRA, N. T. E. **Manuscrtos de estatística e métodos experimentais.** Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE; CCA; PPZ, 2010. (Anotações em Sala de Aula)
- OLIVEIRA, A. A. A. **Efeito da temperatura de pré-secagem na digestibilidade e nos fracionamentos da proteína e do carboidrato de gramíneas tropicais.** 2006. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.
- PAIVA, J. A. Análise bromatológica de forragem. In: SANTOS, A. C. (Org.). **Do campus para o campo.** Goiânia: Editora Impacto, 2008. p. 194-215.
- QUADROS, D. G. **Síntese da lignina e sua interação com os componentes da parede celular na qualidade da forragem.** 2001. 27f. Trabalho Acadêmico (Disciplina Nutrição de Ruminantes, Telma Berchielli). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A. B. et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.459-467, 1999.
- ROTZ, C. A.; SHINNERS, K. J. Hay Harvest and Storage. In: BARNES, R. F. **The Science of Grassland Agriculture.** 2007. v. 2, p.601-616.
- SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à produção animal.** 3. ed., Belo Horizonte: Editora Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007. 264 p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 235p.

- SNIFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, R. S. **Adubação nitrogenada e fosfatada na Produção e qualidade de *panicum maximum* cv. Capim Tanzânia**. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga. Disponível em: <<http://www.uesb.br/mestradozootecnia/defendidas/dissertacao/ronaldo.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2010.
- SULLIVAN, J. T. Studies of hemicelulose of forage plants. **Journal Animal Science**, v.35, n.1, p.83-86, 1968.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- ZEOULA, L. M. **Caracterização das frações protéicas e dos carboidratos de alguns alimentos segundo o CNCPS e o AFRC**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; Departamento de Zootecnia, 2002.

## 5 CURVA DE DESIDRATAÇÃO, FUNGOS E MICOTOXINAS EM FENO DE CAPIM TIFTON 85 DESIDRATADO A CAMPO E EM GALPÃO

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi estimar a curva de desidratação, a ocorrência de fungos e de micotoxinas em fenos de capim Tifton 85. Para estimar a curva de desidratação, foi utilizado o delineamento experimental blocos casualizados em parcelas subdivididas, sendo 5x4 para feno seco ao sol (FSS) e 5x12 para feno seco em galpão (FSG), correspondendo a cinco doses de nitrogênio (N) (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de uréia e quatro tempos de coleta (0, 8, 23 e 32 horas) para FSS e doze tempos de coleta (0, 3, 18, 27, 42, 51, 66, 75, 90, 99, 114 e 123 horas) para FSG; ambas com quatro repetições e duas idades de rebrota (28 e 35 dias). Durante a secagem foi feito revolvimento e viragens de forma manual diariamente. Para identificação dos fungos foi utilizado o delineamento experimental 5x3, sendo cinco doses de N e três etapas de fenação (corte, enfardamento e 30 dias de armazenamento), com quatro repetições para cada idade de rebrota e forma de secagem. Foram semeadas amostras de partículas de 5 mm em meio de cultivo BDA e após o crescimento dos fungos, os mesmos foram identificados com auxílio de chaves de identificação específicas e com auxílio de microscopia. Para verificar a presença de micotoxinas foram coletadas 20 amostras compostas (cada amostra composta foi oriunda das quatro repetições de cada dose de N) dos fenos armazenados por 30 dias, sendo 10 oriundas de fenos secados ao sol e 10 de secos em galpão. Para produzir feno com a FSS foram necessárias 32 horas de desidratação, com taxas de perda de água superior a 6,10 g g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup> nas primeiras 8 horas após o corte. A média de perda de água se aproximou de 2,0 g g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup>. Para a FSG foram necessárias 123 horas, com taxas lineares de desidratação inferior a 0,5 g g<sup>-1</sup> de MS h<sup>-1</sup> devido às condições ambientais. Houve predominância de três gêneros de fungos: *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*. A maior população foi de *Fusarium*, seguido por *Penicillium*, nas etapas de enfardamento e armazenamento. A micotoxina fumonisina foi encontrada em maior concentração e não houve diferença (p>0,05) na concentração no feno desidratado sob o sol (90 µg kg<sup>-1</sup>) e em galpão (60 µg kg<sup>-1</sup>). Embora sem riscos para a saúde animal, foi significativa a maior produção (p<0,05) de aflatoxinas (79,89 µg kg<sup>-1</sup>) e zearalenona (40,33 µg kg<sup>-1</sup>) dos fenos desidratados sob o sol, provavelmente favorecidos pela maior diferença de temperatura diurna x noturna, indicando que é necessário produzir feno em ambiente favorável, com desidratação rápida por revolvimento após o corte, para inibir a produção de micotoxinas acima dos níveis tolerados.

**Palavras-chave:** armazenagem, desidratação, micro-organismos, toxinas em alimentos

## **CURVE DEHYDRATION, FUNGI AND MYCOTOXINS IN TIFTON 85 HAY DEHYDRATED AT THE FIELD AND AT WAREHOUSE**

**Abstract:** The objective of this study was to estimate the dehydration curve, the occurrence of fungi and mycotoxins in grass hay in Tifton 85. To estimate the dehydration curve was used randomized block in split plot design 5x4 for drying in the sun and 5x12 for drying in the shed, with five nitrogen rates (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) as urea and four sampling times (0, 8, 23 and 32 hours) to dry in the sun and twelve sampling times (0, 3, 18, 27, 42, 51, 66, 75, 90, 99, 114 e 123 hours) for drying in the shed, both with four replications and two ages of regrowth (28 and 35 days) and each age with the hay dried in the sun and at warehouse (at the shadow), with revolving and turns made by hand daily. For identification of fungi, we used the experimental design 5 x 3, five doses of nitrogen and three steps of haymaking (cutting, baling and storage of 30 days), with four replications for each regrowth age and form of drying. The samples were cut in particle of 5 mm and after seeded in the PDA medium. After growth of the fungi, they were identified with the help of specific identification keys and with the aid of microscopy. To verify the presence of mycotoxins were collected 20 composite samples of hay stored for 30 days, with 10 coming from the sun dried hay and 10 dried in the shed. To produce hay with sun-dried grass were required 32 hours of dehydration, with water loss rates greater than 6.10 g g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> DM in the first 8 hours after cutting and average loss of water approached 2.0 g g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> DM. For forages dried at the shed, it took 123 hours, with linear dehydration rate below of 0.5 g g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> DM due to environmental conditions. There was a predominance of three genera of fungi: *Fusarium*, *Penicillium* and *Aspergillus*. The largest population was *Fusarium*, followed by *Penicillium* at the steps of baling and storage. The fumonisin mycotoxin was found in highest concentration and there was no difference (p>0,05) between the fumonisin concentration at the hay dried in the sun (90 µg kg<sup>-1</sup>) and in the shed (60 µg kg<sup>-1</sup>). Although with low risks to animal health, was significant (p <0.05) higher production of aflatoxins (79,89 µg kg<sup>-1</sup>) and zearalenone (40,33 µg kg<sup>-1</sup>) at the sun hay dried, probably favored by greater diurnal x night temperature difference, indicating that it is necessary to produce hay in a favorable environment, how the rapid dehydration and making turning and spreading after the cutting, to avoid the production of mycotoxins above of permissible levels.

**Key words:** drying rate, micro-organisms, stocking, toxins in food

## 5.1 Introdução

No período da seca ocorre redução da produção e da qualidade das plantas forrageiras tropicais, e estes são fatores importantes para os baixos índices de produtividade na produção de leite e carne em quase todo o Brasil (GONÇALVES et al., 2003). Por isso, nos sistemas de exploração econômica de ruminantes são de suma importância a produção e utilização de volumosos de alta qualidade para serem utilizados durante o período de escassez de forragem proveniente das pastagens (REIS et al., 2001b). Neste contexto, a produção de feno e silagem como formas de utilizar as plantas forrageiras se tornam os principais constituintes da dieta (RIBEIRO et al., 2001).

Existem dificuldades de ordem climática para a produção de feno de alto valor nutritivo no verão e que podem levar a uma baixa eficiência econômica na utilização destes alimentos (REIS et al., 2001a). Entretanto, a fenação faz parte das estratégias para o manejo das pastagens perenes cultivadas e se destaca no processo de obtenção de elevada produtividade das forrageiras de clima tropical (CECATO et al., 2001; PEREIRA et al., 2006). As gramíneas do gênero *Cynodon*, principalmente o capim tifton 85, são capazes de proporcionar elevadas quantidades de forragem de alta qualidade e estão adaptadas ao clima tropical e subtropical (CECATO et al., 2001).

Para produzir um feno de alta qualidade é preciso que a forragem seja de boa qualidade. Essa forragem deve ser colhida e seca com o mínimo de perdas de nutrientes, pois a fenação preconiza a conservação do valor nutritivo da forragem por meio da rápida desidratação e a paralisação da atividade respiratória das plantas e a dos micro-organismos. Assim, a qualidade dos fenos está associado a fatores relacionados às características das plantas, às condições climáticas durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado (REIS et al., 2001), os quais têm importância no valor nutritivo, na ausência ou presença de patógenos e, também, nas perdas de carboidratos solúveis, proteínas, vitaminas e minerais durante o processo de produção (DOMINGUES, 2009).

As conseqüências negativas para um feno que não foi adequadamente seco decorrente das condições ambientais desfavoráveis estão associadas à redução do valor nutritivo, primeiramente por atividade microbiológica e, na seqüência, pela geração de calor. O calor favorece a oxidação de carboidratos não estruturais, o crescimento de fungos, os quais podem estar associados à produção de toxinas e ao aumento de componentes fibrosos e degradação protéica. Essas alterações resultam em decréscimo da performance animal (COBLENTZ et al., 2000), devido à menor ingestão de alimentos.

A forragem seca contém entre 150 a 180 g kg<sup>-1</sup> de umidade e pode ser estocada por cerca de um ano com relativamente poucas perdas ou alterações nos nutrientes disponíveis para o animal. Um típico processo de fenação dura cerca de 2 a 7 dias, entretanto se a forragem for espalhada em finas camadas e seca com boas condições atmosféricas, é possível produzir feno com menos de cinco dias (ROTZ, 1995).

Os principais fatores que afetam a taxa e a extensão do tempo de fenação são o teor de água inicial, a idade de rebrota, a radiação solar, a temperatura e umidade do ar, a umidade do solo e outros fatores ambientais, que influenciam tanto o processo de secagem e como o de umedecimento. As características da forragem como a produtividade, o diâmetro do colmo, a relação entre folhas e colmos, a estrutura da planta também aceleram ou reduzem a perda de umidade. Já os dias ensolarados, solo seco, fina camada de plantas sobre o solo aceleram o processo de fenação. As condições menos favoráveis e períodos de chuva prolongam o processo. Forragens cortadas e deixadas no campo por mais de 14 dias freqüentemente não são recomendadas para o consumo animal (ROTZ, 1995).

No processo de fenação ocorrem ciclos de perdas e ganhos de umidade que é variável de acordo com as condições ambientais e idade da planta (ROTZ, 1995). Entretanto, de uma maneira geral, ocorrem perdas de umidade da planta para o ambiente durante o dia e, à noite, em razão do aumento da umidade e do orvalho, ou quando ocorre chuva, ocorre o umedecimento da forragem em processo de fenação (NERES et al., 2010).

Os fungos estão presentes no ambiente de desenvolvimento das gramíneas, sendo que os gêneros *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus* são os maiores representantes das contaminações. Em condições de campo o gênero *Fusarium* tem predominância de crescimento, sendo que suas exigências são a alta umidade (maior que 70%), oxigênio e temperaturas flutuantes (dias quentes e noites frias) e a eliminação de seus esporos é impraticável (AMARAL; NUSSIO, 2011). Em geral, a produção de micotoxinas pelos gêneros *Fusarium*, como a fumonisina, ocorrem antes da colheita ou logo após. Os fungos do gênero *Aspergillus* necessitam de uma umidade relativa elevada (acima de 16%), não crescem em umidade inferior a 15-18%, e a temperatura ideal para se desenvolverem está entre 24°C e 28°C, sendo os principais produtores de aflatoxinas (DOMINGUES, 2006). Os fungos do gênero *Penicillium* também necessitam de temperaturas similares a estas para se desenvolverem. Os fungos *Penicillium* e *Aspergillus* são mais encontrados como contaminantes durante a secagem e o armazenamento, sendo denominados fungos de armazenamento. Os três gêneros citados são responsáveis pela produção da maioria das micotoxinas conhecidas e estudadas (SWEENEY; DOBSON, 1998).

Os requerimentos de umidade das várias espécies do gênero *Penicillium* são amplos, de forma que algumas espécies necessitam de substrato com pouca atividade de água e outras com alta atividade de água e produzem variadas micotoxinas como ocratoxinas, aflatoxinas, zearalenona, patulina, tricotecenos entre outras (CAST, 2003).

As micotoxinas são metabólitos secundários secretados pelos fungos pertencentes principalmente aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. São produzidas numa grande variedade de matérias primas antes, durante e depois da colheita. São muito resistentes a tratamentos tecnológicos e podem estar presentes em produtos comestíveis tanto para animais como para humanos. As síndromes clínicas por ingestão de micotoxinas em quantidades moderadas a altas são bem caracterizadas e os efeitos variam desde a mortalidade aguda até a redução do crescimento e eficiência reprodutiva (OSWALD, 2011). Os ruminantes podem estar expostos a micotoxinas por meio da pastagem, silagem, fenos, camas e rações formuladas com grãos contaminados. As perdas econômicas são devido à reduzida produção de leite, pobre fertilidade, aumento da contagem de células somáticas no leite, redução da longevidade e maior suscetibilidade a doenças devido à imunossupressão, principalmente pela ingestão contínua de micotoxinas em níveis abaixo daqueles que causam intoxicação premeditada.

Assim, este experimento teve por objetivo estimar a curva de desidratação de dois cortes do capim Tifton 85 para a produção de feno sob efeito de cinco doses de nitrogênio e duas idades de rebrota secado no campo (ao sol) e em galpão (na sombra). Foi avaliado também o crescimento de fungos em função das doses de nitrogênio e as fases de corte, enfardamento e 30 dias depois de armazenado, e a presença das micotoxinas aflatoxina, fumonisina e zearalenona em amostras compostas do feno armazenado.

## 5.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental Antônio Carlos dos Santos Pessoa pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon; possuindo como coordenadas geográficas latitude 24° 33' 40''S, longitude 54° 04' 12'' W e altitude de 420 m. O clima local, classificado segundo Koppen é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a temperatura anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1.600 a 1.800 mm, com trimestre

mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm (IAPAR, 2006). Na Figura 1 e Tabela 1 estão apresentadas as condições climáticas durante o crescimento e secagem das plantas.

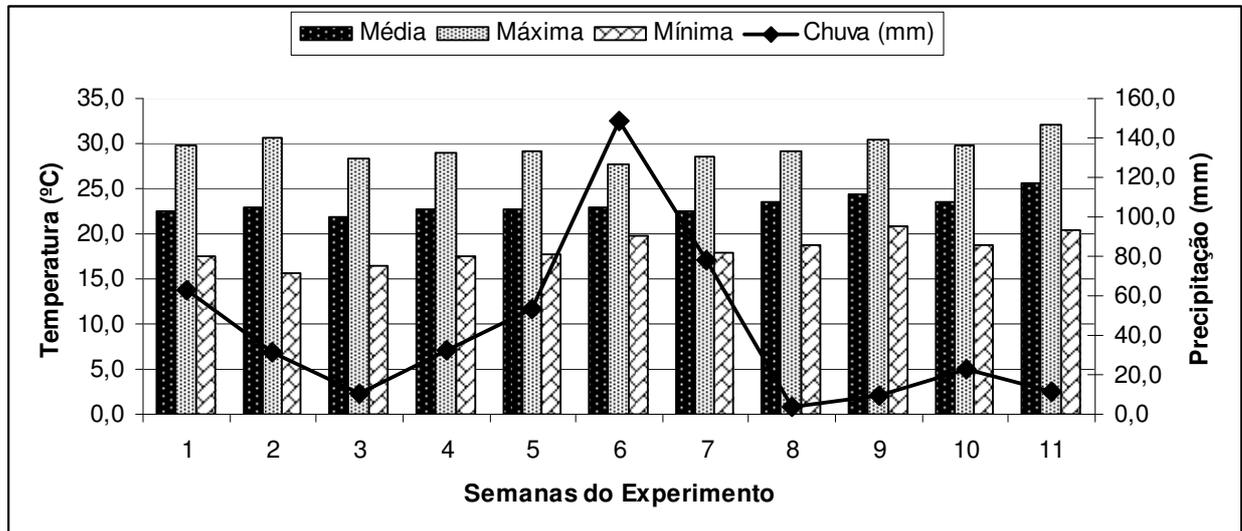


Figura 1. Dados climáticos do período experimental (Marechal Cândido Rondon, Outubro de 2010 a Janeiro de 2011).

Fonte: UNIOESTE – adaptado pelo autor

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2006) e possui as seguintes características químicas: P (Extrator Mehlich) - 8,15 mg dm<sup>-3</sup>; MO 23,92 g dm<sup>-3</sup>; pH CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>; H+Al - 4,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 0,05 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K (Extrator Mehlich) - 0,23 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 3,62 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>) - 1,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB - 5,54 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC - 9,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> V - 56,30%; Al m=0,89%; Cu (Extrator Mehlich) - 6,30; Mn (Extrator Mehlich) - 1,4; Zn (Extrator Mehlich) - 63,00, Fe (Extrator Mehlich) - 25,10 e argila - 650 g kg<sup>-1</sup>.

O experimento foi instalado no campo de produção de feno implantado em 2004 com *Cynodon* sp. cv. Tifton-85, constituído de quatro blocos com dez parcelas de 15 m<sup>2</sup>. O experimento teve início no dia 30 de outubro de 2010 com o corte de uniformização da forrageira e término em 11 de janeiro de 2011. Os cortes para produção de feno cuja secagem foi realizada ao sol ocorreram nos dias 26 de novembro de 2010 (28 dias de idade de rebrota) e 10 de janeiro de 2011 (35 dias de idade de rebrota); os cortes cuja desidratação foi realizada em galpão ocorreram dias 06 (35 dias de rebrota) e 24 (28 dias de rebrota) de dezembro de 2010.

Tabela 1. Dados meteorológicos no período de secagem da forragem de capim Tifton 85 colhida aos 28 e 35 dias de rebrota e seca ao sol e em galpão

Data	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Temperatura ponto orvalho (°C)			Veloc. Vento (m/s)	Radiação (KJ/m <sup>2</sup> )	Chuva (mm)
	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.			
1º corte 28 dias – secagem ao sol												
26/11/2010	23,2	30,6	15,9	67,8	93,0	35,0	16,3	18,7	13,1	1,9	31016,780	0,0
27/11/2010	24,0	32,4	17,3	64,9	90,0	30,0	16,3	19,5	11,6	1,6	15867,960	0,0
1º corte 35 dias – secagem em galpão												
06/12/2010	22,9	28,9	17,3	85,3	97,0	65,0	20,2	23,5	16,6	3,5	20699,556	0,0
07/12/2010	23,7	27,9	20,7	88,7	96,0	75,0	21,7	24,0	19,0	4,3	19179,964	33,0
08/12/2010	23,1	27,5	20,0	92,3	97,0	76,0	21,7	24,7	19,1	1,8	13200,972	38,0
09/12/2010	25,1	31,4	19,3	80,3	97,0	47,0	21,1	23,9	18,1	1,8	30951,360	0,0
10/12/2010	24,0	30,4	20,5	85,6	96,0	67,0	21,4	25,0	18,8	4,2	17785,680	11,0
11/12/2010	24,6	29,9	20,2	82,3	91,0	68,0	21,3	24,3	18,3	3,7	21603,202	0,0
2º corte 28 dias – secagem em galpão												
24/12/2010	23,2	29,8	20,9	89,9	97,0	64,0	21,3	24,0	19,8	2,9	15243,595	5,4
25/12/2010	24,7	30,2	21,5	85,8	97,0	64,0	22,0	24,3	20,7	2,6	23364,960	0,2
26/12/2010	25,6	31,7	21,6	82,8	97,0	59,0	22,2	25,0	20,0	1,9	25862,565	0,0
27/12/2010	24,8	31,7	20,8	83,5	94,0	55,0	21,6	24,9	19,7	3,1	25027,175	0,0
28/12/2010	24,3	30,9	19,9	82,0	95,0	59,0	20,9	24,7	18,5	3,5	23817,670	0,0
29/12/2010	24,4	32,0	19,0	79,8	95,0	53,0	20,4	24,3	18,0	2,7	26749,144	0,2
2º corte 35 dias – secagem ao sol												
10/01/2011	26,6	33,9	20,7	78,9	96,0	51,0	22,2	24,7	20,0	1,8	25421,520	0,0
11/01/2011	24,6	29,2	21,5	87,6	96,0	72,0	22,3	25,3	20,8	2,1	16095,530	10,2

Fonte: UNIOESTE

O delineamento experimental para obtenção das curvas de desidratação foi blocos casualizados em parcelas subdivididas 5x4 para secagem ao sol e 5x12 para secagem em galpão, ambas com quatro repetições e duas idades de rebrota (28 e 35 dias). A cada idade de rebrota foi feita secagem da forragem ao sol e em galpão. Foram cinco doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de uréia e quatro tempos de coleta (0, 8, 23 e 32 horas após o corte) para secagem ao sol e doze tempos de coleta (0, 3, 18, 27, 42, 51, 66, 75, 90, 99, 114 e 123 horas após o corte) para secagem em galpão, com respectivos horários especificados na Tabela 2. O revolvimento e viragens da forragem em processo de secagem foram realizados de forma manual diariamente, no horário entre 10:00 e 15:00 horas. Os períodos experimentais da secagem ao sol e secagem em galpão foram diferentes e por isso as análises de cada idade e cada condição de secagem foram realizadas separadamente.

Tabela 2. Idades de rebrota e horários de coleta das amostras de forragem em processo de fenação para análise do conteúdo de matéria seca (MS).

Horários de coleta	Tempos - Secagem ao sol	Tempos - Secagem em galpão
09:00	0	-
14:00	-	0
17:00	8	3
08:00	23	18
17:00	32	27
08:00	-	42
17:00	-	51
08:00	-	66
17:00	-	75
08:00	-	90
17:00	-	99
08:00	-	114
17:00	-	123

Para a determinação das curvas de desidratação foram coletadas amostras de 300 g de cada parcela nos tempos estabelecidos. As amostras foram selecionadas e submetidas à secagem, embaladas em sacos de papel, pesadas e colocada em estufa com ventilação forçada e mantidas sob temperatura de 55°C por 72 horas para secagem. A última coleta foi realizada no momento do enfardamento (32 e 123 horas para secagem sob o sol e para secagem à sombra, respectivamente). Após a amostragem o material foi armazenado em sacos de rafia com gramatura permitindo boa ventilação, os quais foram armazenados sob condições idênticas no mesmo galpão e protegidos de chuvas e insolação.

Para o crescimento dos fungos o delineamento experimental foi blocos casualizados em parcelas subdivididas 5x3, sendo cinco doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) e três etapas de fenação (corte, enfardamento e 30 dias após o armazenamento), com quatro repetições de campo e duas de laboratório, totalizando 480 placas de Petry; foram realizados quatro cortes sob a forma de amostragens (1<sup>a</sup> amostragem: corte com 28 dias de idade de rebrota e secagem ao sol; 2<sup>a</sup> amostragem: corte com 35 dias de idade de rebrota e secagem em galpão; 3<sup>a</sup> amostragem: corte com 28 dias de idade de rebrota e secagem em galpão e 4<sup>a</sup> amostragem: corte com 35 dias de idade de rebrota e secagem ao sol).

Para quantificar os fungos, primeiramente foi reduzido o tamanho das partículas para 5 mm de cada amostra. Após, 1 g de cada amostra foi diluído em água destilada estéril, na proporção  $10^2$  mL e a seguir semeado em meio de cultivo BDA (200 g de batata, 20 g de dextrose, 15 g de ágar e 1000 mL de água destilada), onde foram isolados por indução de crescimento do micélio. Os gêneros foram identificados com auxílio de chaves de identificação específicas (GUARRO et al., 1999) pela transferência de colônias fúngicas com auxílio de estilete ou agulha para lâmina de microscopia com corante azul algodão de lactofenol, cobertas com lamínula e observadas em microscópio ótico para identificação do fungo.

As amostras para verificar a presença de micotoxinas foram coletadas dos fenos armazenados por 30 dias, por meio de uma amostra composta oriunda das repetições de cada dose de nitrogênio em cada idade, o que resultou 20 amostras, sendo 10 provenientes de secagem ao sol e 10 de secagem em galpão. As micotoxinas foram identificadas por meio do teste de ELISA (Ensaio Imunoenzimático – Neogen) no laboratório NUTRILAB – Nutrifarma Análises Laboratoriais – Bromatologia, Microbiologia e Micotoxilogia, localizado no município de Taió-SC.

Os dados referentes aos teores de matéria seca ao longo dos tempos de desidratação foram submetidos à análise de regressão para obtenção das curvas de desidratação. As escolhas dos modelos de regressão foram realizadas com base na significância dos parâmetros, por meio do teste t parcial e, do grau de explicação da regressão aos dados de MS ( $R^2$ ), respeitando-se a significância dos fatores incluídos no modelo estatístico inicial.

Os dados da quantificação dos fungos e da aflatoxina foram submetidos à análise estatística através do programa SISVAR (1999). Os dados de micotoxinas fumonisina e zearelenona não apresentaram distribuição normal de probabilidades, constatada pelo teste de Shapiro-Wilk, assim a comparação independente e não pareada das micotoxinas foi feita por meio de análise não-paramétrica, utilizando-se o teste de Mann-Whitney (SNEDECOR; COCHRAN, 1989). As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5.3 Resultados e Discussão

### 5.3.1 Curva de desidratação

Não foram constatados efeitos significativos das doses de N sobre os teores de matéria seca do capim Tifton 85 submetido à desidratação para produção de feno em nenhum dos cortes ou idade de rebrota estudado ( $p>0,05$ ) e em todos houve para os tempos de desidratação ( $p<0,05$ ).

Para os cortes e idades cuja desidratação foi realizada ao sol os teores de matéria seca (MS) obtidos ao longo do período de desidratação se ajustaram ao modelo de regressão polinomial de 3ª ordem (Figura 2).

Na primeira etapa, até cerca de 8 horas após os cortes, foi observado uma rápida perda de água, favorecida pelo alto teor de umidade da forragem cortada, pelos estômatos abertos principalmente nas primeiras horas após o corte e pelo déficit da pressão de vapor entre a forragem desidratando e o ar (COLLINS; CLOBLENTZ, 2007). Houve condição climática favorável para a rápida desidratação, embora no segundo dia, após ter recolhido o feno da idade de 35 dias, tenha ocorrido chuva (Tabela 1).

No período entre 8 e 23 horas (Figura 2), a redução da intensidade de desidratação é atribuída ao orvalho, à queda da temperatura, redução da radiação (Tabela 1) e ao aumento da média e mínima na umidade do ar. Situação similar foi observada por NERES et al. (2010) ao realizarem um estudo do processo de produção de feno de alfafa sem viragem, com uma e com duas viragens do material cortado. As flutuações que ocorreram na taxa de desidratação do capim Tifton 85 são contínuas e ocorrem de acordo com o ambiente ao redor da planta, sendo similares aos citados por Rotz (1995).

As curvas de MS cuja desidratação foi realizada em galpão (Figura 3) ajustaram-se à regressão linear. O acondicionamento em galpão arejado e sobre lonas ocorreu devido às condições climáticas desfavoráveis ao processo de fenação com ocorrência de precipitações durante o período de desidratação (Figura 1). O teor adequado (90%) de MS foi obtido após 123 h de secagem em galpão (Figura 3).

A taxa de desidratação do feno desidratado em galpão foi mais lenta, ou seja, para cada acréscimo de uma hora na secagem após o corte, houve aumento de 0,21% na MS devido precipitação e a manutenção da umidade do ar mais alta (Tabela 1). As taxas de desidratação podem atingir índices progressivos próximos a zero, devido ao equilíbrio entre a pressão de vapor de água contida na planta e a do ambiente circundante e podem permanecer

sem alteração no conteúdo de umidade por tempo indefinido, se o ambiente for favorável a isso (ROTZ, 1995). Não ocorreram ciclos de reumedecimento do capim Tifton 85 em processo de fenação no galpão, pois estava protegido do orvalho e da umidade da terra e estão de acordo ao encontrado por Neres et al. (2010).

Apesar do grande aumento no número de horas para desidratação, o teor de MS no corte aos 35 dias secado em galpão não atingiu o teor de MS de 85%. Fenos colhidos com percentual de umidade de 25% devem ser guardados soltos, entre 18 e 22% deve ser picado; se colhido com 20%, 18% ou 16% de umidade deve ser enfardados em fardos pequenos, médios e grandes, respectivamente (CECAVA, 1995).

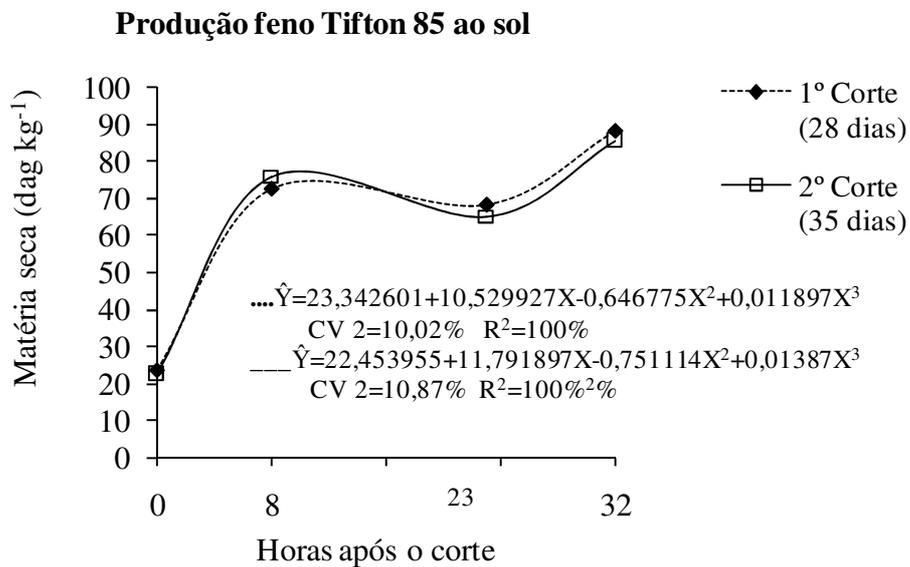


Figura 2. Curvas de desidratação do feno de capim Tifton 85 com desidratação ao sol, com 1º corte aos 28 dias de rebrota e 2º corte aos 35 dias de rebrota (Coeficientes das equações significativos a 1% de probabilidade pelo teste t).

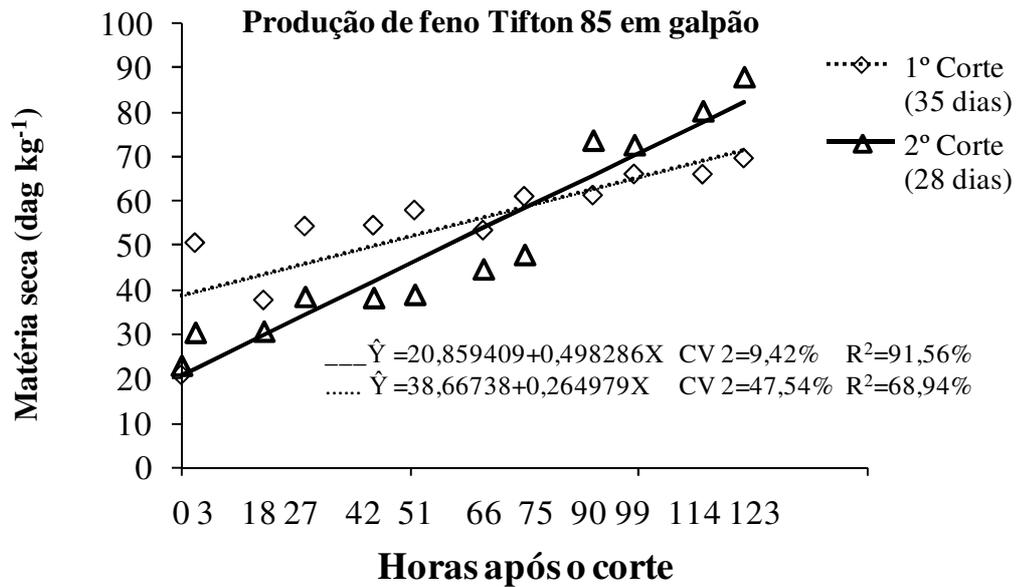


Figura 3. Curvas de desidratação do feno de capim Tifton 85 com desidratação em galpão, com 1º corte aos 35 dias de rebrota e 2º corte aos 28 dias de rebrota (Coeficientes das equações significativos a 1% de probabilidade pelo teste t).

A secagem em galpão prolonga o tempo de secagem em razão da falta de energia solar direta para remover a umidade, pois um processo típico de fenação (ROTZ, 1995) sob o sol dura de dois a sete dias e a produção de feno utilizando outras formas de energia normalmente são impraticáveis ou antieconômicos. A justificativa é a estimativa que para produzir uma tonelada de feno é necessário remover três toneladas de umidade e isto requer energia equivalente a 270 litros de óleo diesel ou cerca de 1,6719 bilhões de calorías (ROTZ, 1995).

Fenos que permanecem com alto teor de umidade favorecem o crescimento de fungos e o aquecimento do material quando enfardado. Os fungos podem levar a redução da ingestão pelos animais e à produção de micotoxinas, enquanto o aquecimento torna indisponível parte das proteínas, principalmente se o calor atingir temperaturas superiores a 40°C, devido à reação de Maillard (CECAVA, 1995; ROTZ, 2003 e COLLINS; CLOBLENTZ, 2007).

O período prolongado para desidratação (Figura 3) também pode levar a perda de carboidratos solúveis, de proteínas, lipídios e vitaminas A e B, além disso, a não exposição ao sol não transforma o ergosterol em vitamina D (CECAVA, 1995; COLLINS; CLOBLENTZ, 2007 e ROTZ; SHINNERS, 2007). Uma possível explicação para o longo período de desidratação pode ter sido o não aproveitamento da radiação direta (Tabela 1) à sombra no galpão. WRIGHT et al. (2000), trabalhando com azevém em condições ambientais controladas, constataram que a radiação direta foi mais importante que o déficit de pressão

entre a planta, o ambiente e a velocidade do vento, devido ao efeito sobre a evaporação do conteúdo interno de umidade da planta.

As perdas médias de água nas primeiras 8 h dos cortes secados ao sol foram superiores a  $6,10 \text{ g g}^{-1}$  de MS  $\text{h}^{-1}$  e a média nas 32 h se aproximou de  $2 \text{ g g}^{-1}$  de MS  $\text{h}^{-1}$  (Figura 2). As taxas lineares de desidratação no galpão para as idades de 28 e 35 dias foram de  $0,4983$  e  $0,3942 \text{ g g}^{-1}$  de MS  $\text{h}^{-1}$ , respectivamente. Portanto, as taxas de desidratação do feno desidratado ao sol são superiores às relatadas por Moser (1995) e Collins e Cloblentz (2007), que afirmaram que a taxa inicial da perda de água pode ser na ordem de  $1 \text{ g g}^{-1}$  de MS principalmente pela rápida evaporação da lâmina foliar tanto de gramíneas quanto de leguminosas. Ambas as taxas de desidratação do feno de capim Tifton 85 desidratado ao sol ou em galpão são também superiores às encontradas por Formiga et al. (2011) em feno de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild. Poir.) com taxas de desidratação variando conforme diâmetro do caule, de  $0,03$  e  $0,05 \text{ g g}^{-1}$  de MS  $\text{h}^{-1}$  de feno.

A taxa de desidratação declina quando ocorre o fechamento dos estômatos (cerca de duas horas após o corte) devido à redução da pressão osmótica das células e ainda restam cerca de 70 a 80% de água, que será reduzida por evaporação pela cutícula, mas também é afetado pela estrutura foliar, características da cutícula e estrutura da planta. Uma terceira etapa da desidratação inicia-se quando a umidade da planta atinge cerca de 45% e é menos influenciada pelo manejo e mais sensível as condições climáticas, principalmente a umidade do ar (MOSER, 1995 citando HARRIS; TULLBERG, 1980). É possível que esta situação seja observada no processo de desidratação no galpão (Figura 3).

A forragem seca em condições de campo (Figura 2) atingiu mais de 80% de MS com 32 horas após o corte. Este resultado está de acordo com as informações relatadas por Jobim et al. (2001) que afirmaram ser necessárias cerca de 24 horas para que as folhas do capim Tifton 85 atinjam, aproximadamente, 90% de MS, enquanto a fração do colmo necessita cerca de 30 horas de exposição da forragem para atingir próximo a 80% de MS, devido ao diâmetro do colmo. Neste estudo não foi possível avaliar o efeito da densidade da forragem cortada sobre a secagem, pois a densidade tem maior impacto sobre o processo de desidratação do que o condicionamento, mistura ou viragem da leiva (WRIGHT et al, 1997 e PINHEIRO; PEÇA, 2004).

É provável que o prolongado tempo de desidratação da secagem em galpão e à sombra tenha resultado em perdas de nutrientes, tais como proteína e carboidratos solúveis, além de provável alteração na composição das fibras. Nas plantas colhidas na fase de crescimento e desidratadas rapidamente ocorrem perdas de 3 a 4% nos teores de MS em decorrência do

processo respiratório que continua até que o percentual de umidade esteja abaixo de 40%. Quando ocorre uma desidratação lenta, como nos períodos chuvosos, há aumento nas perdas de MS e de nutrientes (CECAVA, 1995).

### 5.3.2 Crescimento de Fungos

Quanto à ocorrência de fungos, nos dois cortes e nos três períodos, foram identificados *Fusarium*, *Penicilium* e *Aspergillus*, além de *Rhizopus* e *Cladosporium*.

Na secagem ao sol, houve maior ( $p < 0,05$ ) população de *Aspergillus* na etapa de enfardamento no 1º corte na dose zero kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 4e). Também ocorreu maior população de *Aspergillus* na secagem ao sol no 2º corte na dose 25 kg de N ha<sup>-1</sup> na etapa de armazenamento sobre a mesma dose nas etapas de corte e enfardamento (Figura 5e).

Na secagem em galpão, houve maior população ( $p < 0,05$ ) de *Fusarium* na etapa de enfardamento no 1º corte (Figura 4b) na dose de 25 kg de N ha<sup>-1</sup> e das demais doses (50, 75 e 100 kg de N ha<sup>-1</sup>) sobre a dose zero kg de N ha<sup>-1</sup> e sobre as etapas de corte e armazenamento (Figura 4b).

A população de *Fusarium* no 2º corte foi maior ( $p < 0,05$ ) na etapa de enfardamento em relação à de corte e armazenamento na dose 25 kg de N ha<sup>-1</sup>, que não diferenciou-se das doses 75 e 100 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 5a). Não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) na secagem ao sol no 1º corte (Figura 4a) e na secagem em galpão no 2º corte (Figura 5b). Não houve diferenças para *Penicillium* em nenhuma condição de secagem e corte (Figuras 4c, 4d, 5c e 5d). Não houve significância nas populações de *Aspergillus* na secagem em galpão no 1º corte (Figura 4f) e nem no segundo corte (Figuras 5e; 5f).

Para a população total de fungos na interação entre doses de N x etapas da fenação, destaca-se a predominância de maior população nas fases de enfardamento e armazenamento na secagem ao sol e em galpão (Figuras 6a, 6b, 7a e 7b). Houve diferença ( $p < 0,05$ ) na secagem em galpão nas doses de 25, 50, 75 e 100 kg de N ha<sup>-1</sup> na etapa de enfardamento em relação as demais etapas de fenação (Figura 6b) e na secagem ao sol na dose de 25 kg de N ha<sup>-1</sup> na fase de enfardamento (Figura 7a).

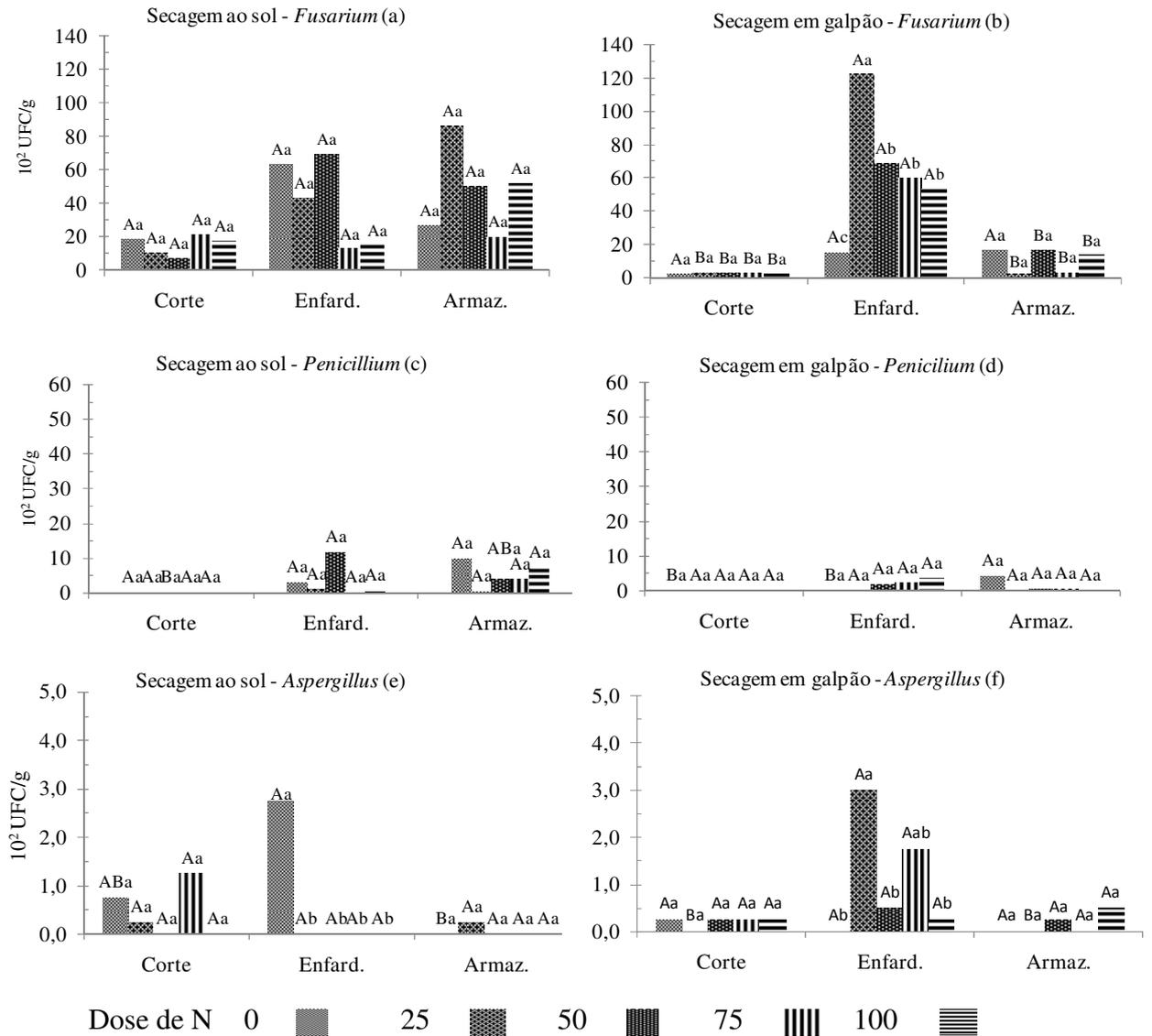


Figura 4. Crescimento de gêneros de fungos no 1º corte em função das doses de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e fases da produção de feno com secagem ao sol e em galpão.

\* Letras minúsculas comparam a quantidade de fungos entre as doses de N dentro de cada uma das etapas de fenação (corte, enfardamento, armazenamento). As letras maiúsculas comparam a quantidade de fungos na mesma dose de N entre as três etapas de fenação. Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Tukey ao nível de 5%

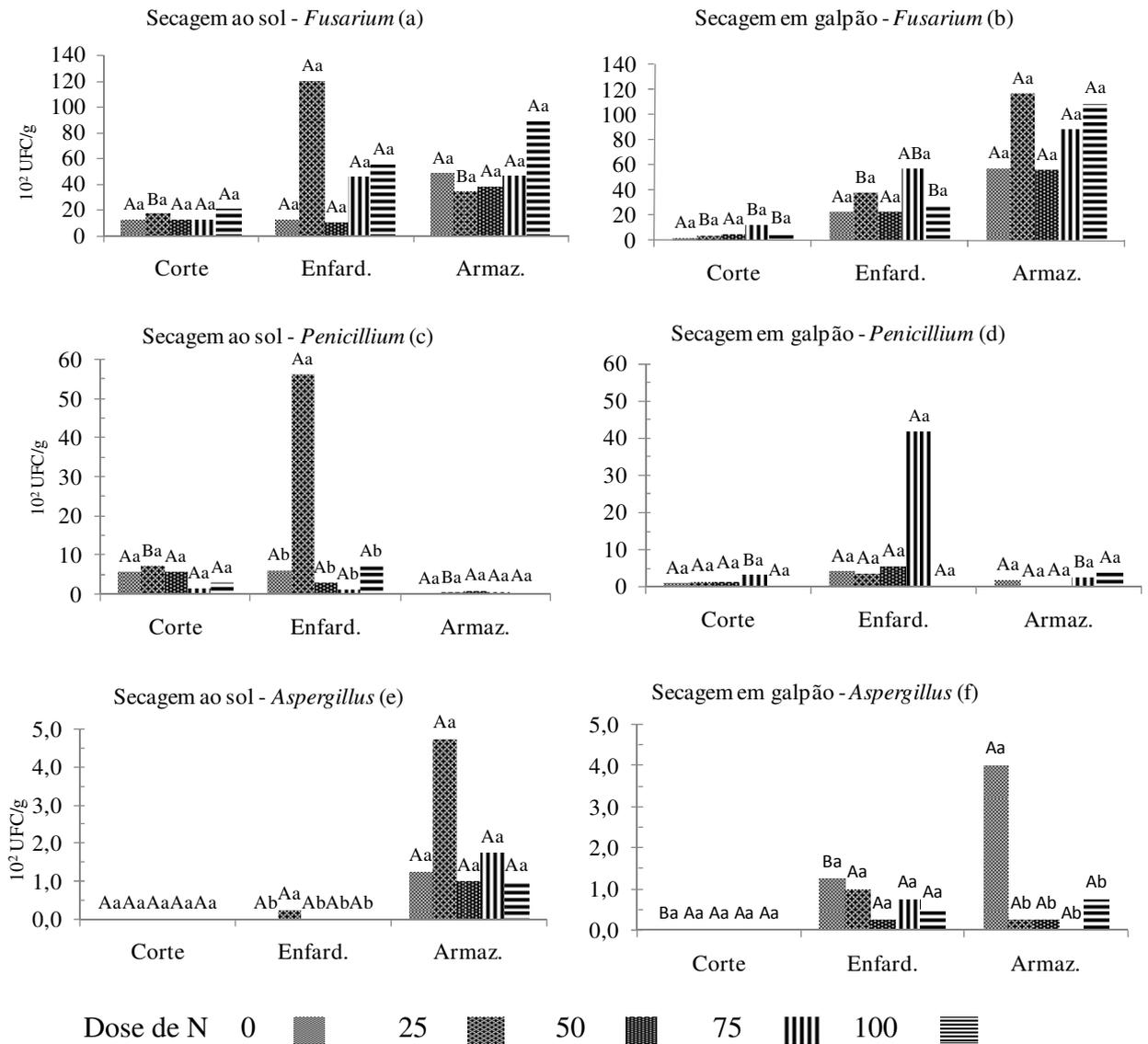


Figura 5. Crescimento de gêneros de fungos no 2º corte em função das doses de N (kg ha<sup>-1</sup>) e fases da produção de feno com secagem ao sol e em galpão.

\* Letras minúsculas comparam a quantidade de fungos entre as doses de N dentro de cada uma das etapas de fenação (corte, enfardamento, armazenamento). As letras maiúsculas comparam a quantidade de fungos na mesma dose de N entre as três etapas de fenação. Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Tukey ao nível de 5%

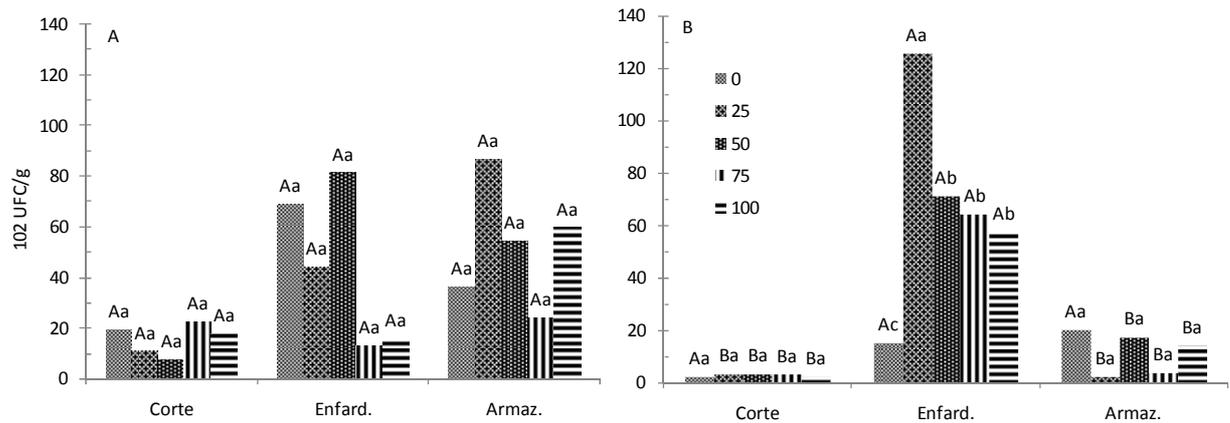


Figura 6. Crescimento total de fungos em função dose de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em cada fase da produção de feno no 1º corte.

(\*Letras minúsculas comparam a quantidade de fungos entre as doses de N dentro de cada uma das etapas de fenação (corte, enfardamento, armazenamento). As letras maiúsculas comparam a quantidade de fungos na mesma dose de N entre as três etapas de fenação. Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Tukey ao nível de 5%).

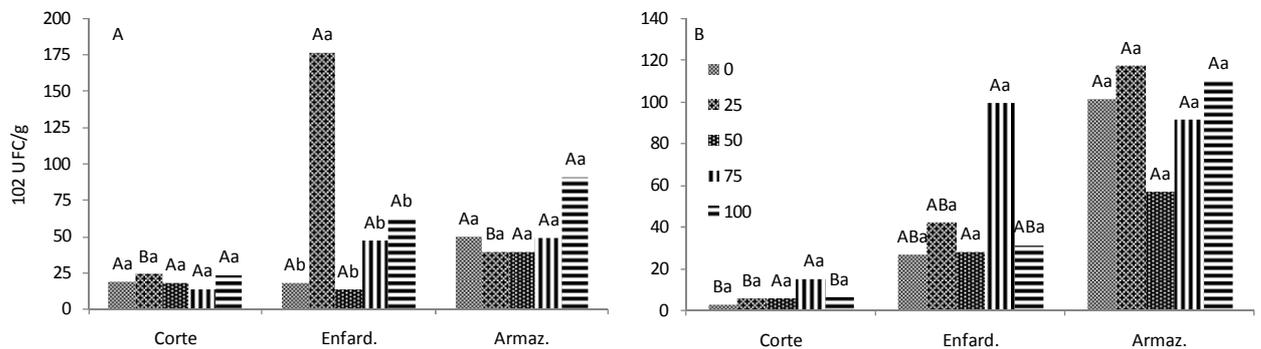


Figura 7. Crescimento total de fungos em função da dose de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em cada fase da produção de feno no 2º corte.

\*Letras minúsculas comparam a quantidade de fungos entre as doses de N dentro de cada uma das etapas de fenação (corte, enfardamento, armazenamento). As letras maiúsculas comparam a quantidade de fungos na mesma dose de N entre as três etapas de fenação. Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Tukey ao nível de 5%).

Nas Figuras 8a e 9a destaca-se a maior ( $p < 0,05$ ) população de *Fusarium* nas etapas de enfardamento e armazenamento na secagem ao sol. No 1º corte e secagem em galpão (Figura 8b), ocorreu a maior população de *Fusarium* na etapa de enfardamento. E no 2º corte e secagem em galpão, a maior ( $p < 0,05$ ) população deste fungo ocorreu na etapa de armazenamento (Figura 9b). Não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) na população de *Penicillium* entre etapas de fenação, tanto no feno seco ao sol como em galpão.

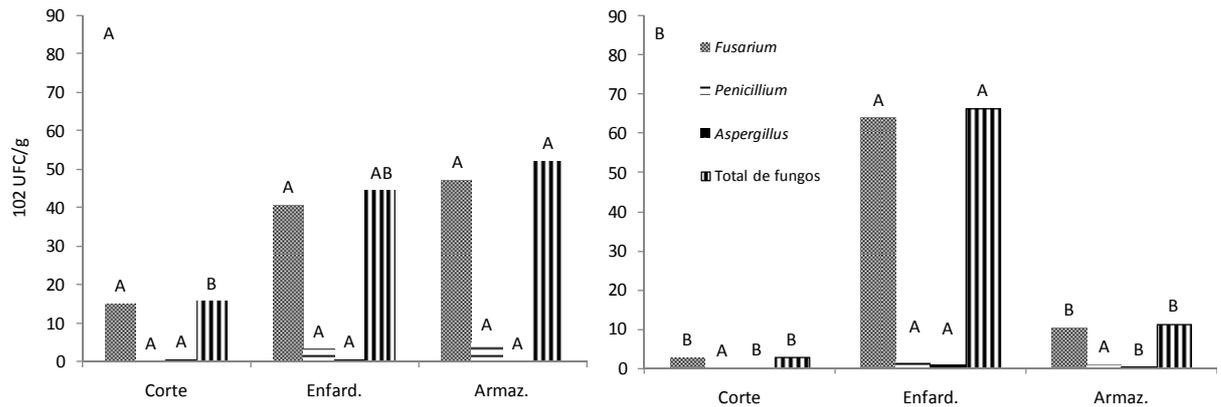


Figura 8. Crescimento total de gêneros de fungos em função da fase da produção (corte, enfardamento e armazenamento) de feno no 1º corte.

\*Barras com cores idênticas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

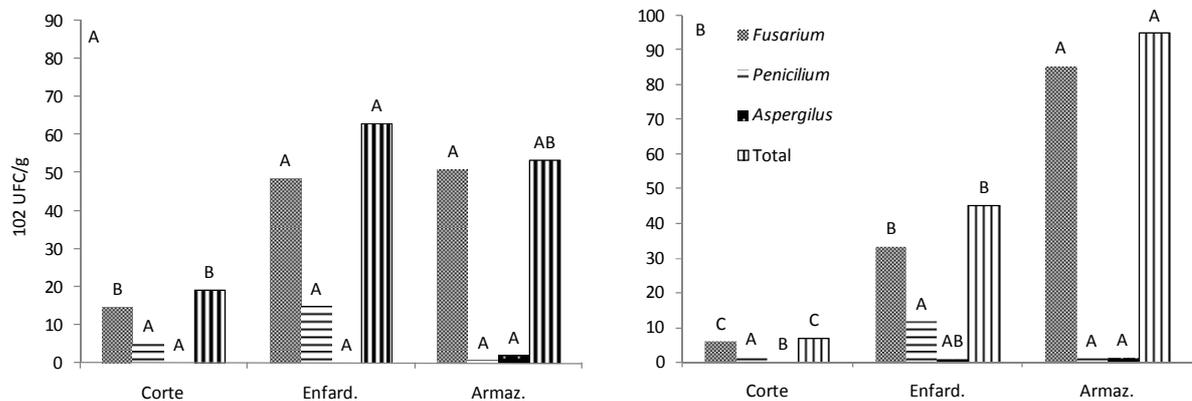


Figura 9. Crescimento total de gêneros de fungos em função da fase da produção (corte, enfardamento e armazenamento) de feno no 2º corte.

Barras de mesma cor seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o gênero *Aspergillus* destaca-se a maior ( $p < 0,05$ ) população na etapa de enfardamento (Figura 8b) e armazenamento (Figura 9b) no feno seco em galpão. Uma possível explicação seria o maior teor de umidade deste feno, pois estes fungos não crescem em teores de umidade inferiores a 15% (DOMINGUES, 2006).

Em pesquisas com alfafa foi encontrado maior incidência de fungos na forragem cortada que não foi submetida a emurchecimento e que permaneceram amontoada e esta diferença prevaleceu também na fase de armazenamento por 60 dias (NASCIMENTO et al., 2000). Estes autores também encontraram maior prevalência de fungos imediatamente após o corte e identificaram várias espécies, sendo que aos 15 e 30 dias de armazenamento, o gênero *Penicillium* foi o prevalente, seguido pelo *Aspergillus* nos fenos secados 50% e 60% ao sol.

No presente trabalho, em ambas as condições de secagem, o feno permaneceu espalhado sendo submetido à viragem diária. De uma maneira geral a maior população de fungos ocorreu na fase de enfardamento e armazenamento. O gênero prevalente foi *Fusarium*, seguido por *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Rhizopus*. A secagem lenta permite a colonização do feno por fungos saprófitas, como *Fusarium*, *Alternaria* e *Cladosporium* (NASCIMENTO et al, 2000) e talvez isso explique a maior população de *Fusarium* na fase com 30 dias armazenamento em ambos os cortes secados a sombra.

Fungos são formadores de micotoxinas, sendo o *Fusarium* gerador da fumonisina (POZZI, 2002) e a zearalenona, *Aspergillus* de aflatoxinas e ocratoxinas e *Penicillium* de ocratoxina (KAWASHIMA; SOARES, 2006).

### 5.3.3 Micotoxinas

As vinte amostras compostas foram analisadas para a presença de aflatoxina, fumonisina e zearalenona. Os resultados das análises estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Análises para presença de aflatoxina, fumonisina e zearalenona, realizados pelo teste de ELISA – Ensaio Imunoenzimático (Neogen)

Variável	Tratamento	n	Média da Toxina	p-value	C.V.(%)
Aflatoxina	Secagem a campo (sol)	10	5,38 $\mu\text{g kg}^{-1}$	0,0071**	48,23
	Secagem em galpão (sombra)	10	3,07 $\mu\text{g kg}^{-1}$		
Fumonisina*	Secagem a campo (sol)	10	90,00 $\mu\text{g kg}^{-1}$	0,8038	128,87
	Secagem em galpão (sombra)	10	60,00 $\mu\text{g kg}^{-1}$		
Zearalenona*	Secagem a campo (sol)	10	79,89 $\mu\text{g kg}^{-1}$	0,0257**	66,17
	Secagem em galpão (sombra)	10	40,33 $\mu\text{g kg}^{-1}$		

\*Estatística pelo teste de Mann-Whitney.

\*\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Análises feitas na NUTRILAB – Nutrifarma Análises Laboratoriais – bromatologia, microbiologia e micotoxicologia – Taió – SC.

Para aflatoxinas, a média das amostras secas ao sol ( $5,38 \pm 1,73 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) foram maiores do que a média das amostras secas a sombra ( $3,07 \pm 1,67 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), e embora os níveis de aflatoxina sejam baixos, os resultados foram significativos ( $p=0,0071$ ) para maior presença no feno secado ao sol. Em 100% das amostras, para ambos os tratamentos, foi detectado presença de aflatoxinas, com variação entre 2,8 e  $7,7 \mu\text{g kg}^{-1}$  para secagem a campo e 0,5 e  $5 \mu\text{g kg}^{-1}$  para secagem em galpão.

As recomendações do Food Drugs and Administration e do Laboratório de Análises de Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria sugerem limites

máximos (LM) de  $20 \mu\text{g kg}^{-1}$  para terneiros e machos adultos e zero para vacas em lactação (QUEIROZ et al., 2011; <http://www.lamic.ufsm.br/legislacao.html>).

Dados do LAMIC apontam que o milho é o principal cereal contaminado por aflatoxinas e os resultados de treze anos de análises (37.877 amostras) apresentaram 50,3% de positividade, com concentração média de  $12,2 \mu\text{g kg}^{-1}$  (MALMANN; DILKIN 2007).

A aflatoxina é produzida pelos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* e perdura por longo tempo no alimento após formada, sendo termorresistente e resistindo a temperaturas de até  $220^{\circ}\text{C}$ . São conhecidas as aflatoxinas  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$  e  $G_2$ , sendo a aflatoxina  $B_1$  uma das substâncias mais carcinogênicas que se conhece (DOMINGUES, 2006). As aflatoxinas são produzidas principalmente com umidade relativa do ar entre 80 a 85%, atividade de água maior que 70% e temperaturas entre 24 a  $35^{\circ}\text{C}$  (MALMANN; DILKIN, 2007). Uma hipótese para o maior teor de micotoxinas no feno seco ao sol pode ser a variação térmica diurna x noturna estimulando os fungos a produzirem micotoxinas antes que a forragem tenha atingido teores de umidade abaixo de 15% (CAST, 2003).

Os níveis médios de fumonisina para as amostras provenientes do feno secado ao sol foi de  $90 \mu\text{g kg}^{-1}$  e para as provenientes de feno secado no galpão de  $60 \mu\text{g kg}^{-1}$  e não houve significância ( $p=0,8038$ ) na comparação (Tabela 3). Para ambos os tratamentos houve contaminação de 50% das amostras, com variação entre 100 e  $300 \mu\text{g kg}^{-1}$  para amostras secadas a campo e 100 e  $200 \mu\text{g kg}^{-1}$  para amostras secas em galpão. Talvez isto possa ser explicado, porque a fumonisina é uma micotoxina causada por fungos do gênero *Fusarium*, que é um fungo de campo capaz de produzir toxinas no estágio de pré-colheita, e é tido como flora de grãos e restos de plantas mortos que servem de substrato para sua permanência no campo, podendo infectar uma cultura subsequente e produzir toxinas (BULLERMAN; TSAI, 1994).

Altos níveis de fumonisina estão associados com períodos quentes e secos, seguidos por períodos de alta umidade e temperaturas amenas (MALLMAN; DILKIN, 2007). Os limites de consumo para ruminantes de um modo geral são de  $30.000 \mu\text{g kg}^{-1}$  e para ruminantes com mais de três meses de idade e que serão abatidos não deve ultrapassar a  $60.000 \mu\text{g kg}^{-1}$  do alimento. Em ambos os casos o alimento não deve ultrapassar 50% da dieta total ([http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01\\_pageview2/Fumonisin.htm](http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01_pageview2/Fumonisin.htm)).

Embora os limites legais para fumonisininas ainda não foram estabelecidos, o “Mycotoxin Committee of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians” recomenda  $50.000 \mu\text{g kg}^{-1}$  para bovinos (MUNKVOLD; DESJARDINS, 1997), enquanto Mallmann e Dilkin (2007) recomendam  $60.000 \mu\text{g kg}^{-1}$ . Condições como

clima quente e seco, seguido por períodos de alta umidade, danos por insetos e condições impróprias de estocagem como umidade acima de 20% favorecem a produção de micotoxinas pelos fungos, sendo que os bovinos e ovinos são mais resistentes à intoxicação por fumonisinas, com lesão leve no fígado (BARROS, 2011).

A produção de fumonisina é restrita ao período de pré-colheita e secagem e os níveis tendem a aumentar gradativamente com o período de maturação. Exceto em condições extremas, a estocagem convencional não é motivo de preocupação (SCHIABEL, 2004). Não há métodos práticos disponíveis que reduza significativamente a contaminação de fumonisina, principalmente em milho, mas boas práticas de manejo pré-colheita, colheita (incluindo tempo de colheita, controle de temperatura e umidade durante o transporte e estocagem) e pós-colheita devem ser rotina para evitar a contaminação e desenvolvimento dos fungos e liberação de micotoxinas (FAO/WHO, 2000).

Em eqüinos a fumonisina B<sub>1</sub> está associada a leucoencefalomalácia, doenças pulmonares em suínos, hepatotoxicidade e carcinogênese em ratos, câncer de esôfago e estômago em humanos (CAST, 2003). Os limites de fumonisina no milho para eqüinos não devem ultrapassar 5.000 µg kg<sup>-1</sup> e 1.000 µg kg<sup>-1</sup> na dieta total (MALLMANN; DILKIN, 2007).

O ambiente é um fator importante para contaminação por fumonisina (*Fusarium verticillioides* sinônimo de *F. moniliforme*). Por isso, ambientes pouco favoráveis ao desenvolvimento destes patógenos nas plantas resultam em baixa contaminação de fumonisina nas silagens e alimentos conservados. A contaminação por fumonisinas em amostras de silagens de milho no meio Oeste do Estados Unidos é de 97% (média de 615 µg kg<sup>-1</sup>) para fumonisina B<sub>1</sub>. Para fumonisina B<sub>2</sub> é de 72% (média de 93 µg kg<sup>-1</sup>). Para fumonisina B<sub>3</sub> é de 57% (média de 51 µg kg<sup>-1</sup>). Há um contraste em relação a contaminação de amostras de silagens de milho da Holanda, realizadas entre os anos de 2001 e 2002, em que foram detectadas as presenças das fumonisinas B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> em apenas 1,4% das amostras. Não está comprovado a degradação das fumonisinas em alimentos conservados (DRIEHUIS, 2011).

Esporos de *Fusarium sp.* podem ser transportados a longas distâncias através do ar nas estações chuvosas causando contaminações por micotoxinas em grandes áreas (QUEIROZ et al., 2011). Esta informação é importante, uma vez que o capim Tifton 85 estava ladeado por cultivar de milho e as médias de fumonisina e zearalenona foram mais altas que aflatoxina.

Para zearalenona, a média das amostras secas ao sol foi de 79,89 µg kg<sup>-1</sup> e para as secas a sombra de 40,33 µg kg<sup>-1</sup> e a diferença foi significativa (p=0,0257). As concentrações

variaram entre 33,7 e 138,9  $\mu\text{g kg}^{-1}$  para amostras secas ao sol e entre 16 e 101,6  $\mu\text{g kg}^{-1}$  para amostras secas em galpão, sendo que 100% das amostras de ambos os tratamentos apresentaram positividade. Resultados de análises de amostras de silagens de milho e outras gramíneas dos Estados Unidos e Europa realizados entre os anos de 1989 e 2007 tiveram uma média de concentração para zearalenona entre 50 e 450  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , com média geral de 170  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . Na Holanda, 120 amostras de silagens de gramíneas entre os anos de 2002 a 2004 tiveram 6% de positividade e, em 2005 16 amostras tiveram 13% de positividade com concentrações médias de 90 e 130  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente. A zearalenona é estável em silagens (DRIEHUIS, 2011).

Uma possível explicação para a maior presença de zearalenona nas amostras secadas ao sol são as diferenças de temperaturas diurna e noturna que ocorreram durante o processo de secagem, em que a forragem secada ao sol ficou exposta a temperaturas mais altas durante o dia, chegando a ultrapassar os 30°C no limite máximo e durante a noite chegando próximo a 15°C e com umidade superior a 20% (Figuras 1 e Tabela 1). Os fungos do gênero *Fusarium* são mais susceptíveis à produção de micotoxinas quando submetidos a choque térmico, principalmente com alternância de temperaturas, em especial a diurna e a noturna, e estando com teor de umidade superior a 22% (MABONI et al., 2011).

A zearalenona é um metabólito secundário produzido por muitas espécies de *Fusarium*, especialmente *Fusarium graminearum* e *Fusarium culmorum*. Estas espécies são conhecidas por colonizar milho, sorgo, cevada, aveia, trigo e outras gramíneas e tendem a se devolver durante períodos frios ou períodos de alta umidade e estação de colheita tanto nas regiões de clima temperado e quente do mundo (MILICEVIC et al., 2010).

Zearalenona é também conhecida como RAL e F-2 toxina, e é um potente metabólito estrogênico, que causa infertilidade, aborto e outros problemas reprodutivos em vacas leiteiras. Em novilhas podem reduzir a fertilidade quando alimentadas com dietas com mais de 12.500  $\mu\text{g kg}^{-1}$  ([http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01\\_pageview2/Zearalenone.htm](http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/t01_pageview2/Zearalenone.htm)). Leva ao hiperestrogenismo, principalmente em fêmeas suínas, e a vulvovaginite, sendo o principal sinal clínico da intoxicação, junto com sinais de estro, prolapso retal e vaginal, infertilidade, pseudogestação (MALLMANN; DILKIN, 2007). A toxina é termo-estável e não é destruída por longos períodos de estocagem, aquecimento ou pela adição de ácido propiônico ou outros controladores de fungos. O LAMIC recomenda o máximo de 250  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (ppb) nos alimentos fornecidos para ruminantes.

As micotoxinas são encontradas em concentrações baixas na maioria dos alimentos contaminados por fungos toxígenos, e poucas vezes são observados índices muito elevados e

por isso, os casos agudos de intoxicações que apresentam sintomas clínicos ou anatomopatológicos evidentes, são pouco freqüentes. O que predomina são os efeitos crônicos que não despertam a atenção imediata do clínico e nutricionista (CRUZ, 2010).

#### 5.4 Conclusões

Para produção de feno de capim Tifton 85, com idade de rebrota de 28 e 35 dias, com secagem ao sol, é necessário um período inferior a 40 horas.

Para produção de feno de capim Tifton 85 em galpão é necessário um tempo superior a 120 horas.

Nas etapas de enfardamento e armazenamento, para fenos secos ao sol e à sombra, ocorre maior população total de fungos, sendo o *Fusarium* o gênero predominante.

O feno seco ao sol proporciona maior teor das micotoxinas, aflatoxina e zearalenona, em comparação ao feno seco em galpão.

#### 5.5 Referências

- AMARAL, R. C.; NUSSIO, L. G. Fungos e micotoxinas. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2011. p.221-250.
- BARROS, C. S. L. **Intoxicação por fumonisina em suínos e eqüinos. Laboratório de Patologia Veterinária.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011. Disponível em: <[www.ufsm.br/lpv/aulas/II%20ENDIVET/endivet-palestra\\_5.pdf](http://www.ufsm.br/lpv/aulas/II%20ENDIVET/endivet-palestra_5.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2011.
- BULLERMAN, L. B.; TSAI, W. Y. L. Incidence and levels the fumonisins in corn and corn-based foods and feeds. **Journal of Food Protection**, v.57, n.6, p.541-546, 1994.
- CECAVA, M. J. Making hay and haylage. In: PERRY, T. W.; CECAVA, M. J. **Beef Cattle Feeding and Nutrition**, 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. p. 104-116.
- CECATO, U. et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 781-788, 2001.
- COBLENTZ, W. K.; TURNER, J. E.; SCARBROUGH, D. A. et al. Storage characteristics and nutritive value changes in bermudagrass hay as affected by moisture content and density of rectangular bales. **Crop Science**, v. 40, p. 1375-1383, 2000.
- COLLINS, M.; COBLENTZ, W. K. Post-harvest Physiology. In: BARNES, R.F. **The Science of Grassland Agriculture**, 2007. v. 2, p.583-599.

- COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY - CAST. **Mycotoxins: Risks in Plant, Animal and Human Systems**. Nº 139. Ames/Iowa: CAST Task Force Report, 2003. 200p.
- CRUZ, L. C. H.da. **Micologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2010, 350p.
- DOMINGUES, P. F. **Higiene dos alimentos**. Botucatu: UNESP; FMVZ; Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública, 2006. Disponível em: <[http://www.fmvz.unesp.br/Eventos/Especializacao/disciplinas/Aula6\\_Alimentos.pdf](http://www.fmvz.unesp.br/Eventos/Especializacao/disciplinas/Aula6_Alimentos.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2011.
- DOMINGUES, J. L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, supl., p. 259-269, 2009.
- DRIEHUIS, F. Occurrence of mycotoxins in silage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2., 2011, Piracicaba. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 85-103.
- EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. et al. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.804-813, 2003.
- FOODS AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Codex Alimentarius commission. Position paper on fumonins**. Roma, 2000. Disponível em: <[ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac32/fa00\\_22e.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac32/fa00_22e.pdf)>. Acesso em: 07 ago. 2011.
- FORMIGA, L. D. A. S.; PEREIRA FILHO, J. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, N. G. et al. Diâmetro do caule sobre a desidratação, composição química e produção do feno de Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Wild. Poir.). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.22-31, 2011.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 10 abr. 2011.
- JOBIM, C. C.; LOMBARDI, L.; GONÇALVES, G. D. et al. Desidratação de cultivares de *Cynodon* spp. durante o processo de fenação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4. p. 795-799, 2001.
- KAWASHIMA, L. M.; SOARES, L. M. V. Incidência de fumonisina B<sub>1</sub>, aflatoxinas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>, ocratoxina e a zearalenona em produtos de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p. 516-521, 2006.
- LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICOTOXICOLÓGICAS (LAMIC). **Limites máximos (ppb) de micotoxinas recomendados pelo LAMIC para animais de produção**. Universidade Federal de Santa Maria, 2011. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br/legislacao.html>>. Acesso em: 11 jul. 2011.

- MABONI, F.; FICK, F.; MÜRMAN, L. et al. **Avaliação dos níveis de contaminação de sorgo por zearalenona no sul do país.** Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br/papers/115z.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2011.
- MALLMANN, C.A.; DILKIN, P. **Micotoxinas e micotoxicoses em suínos.** Santa Maria: Ed. Do Autor, 2007. 240p.
- MILICEVIC, D. R.; SKRINJAR, M.; BALTIC, T. Real and perceived risks por mycotoxin contamination in foods and feeds: challenges for food safety control. **Toxins**, n.2, p.572-592, 2010.
- MOSER, L. E. Post Harvest Physiological Changes in Forage Plants, Chapter 1. In: MOORE, K. J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (eds) **Post-harvest physiology and preservation of forages.** Madison, WI: American Society of Agronomy Inc., 1995. p. 1-19. (CSSA, Special Publication N.22).
- MUNKVOLD, G. P.; DESJARDINS, A. E. Fumonisin in maize: can we reduce their occurrence? **Plant Disease**, v. 81, p. 556-565, 1997.
- NASCIMENTO, J. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, A. C. et al. Influência do método de fenação e tempo de armazenamento sobre a composição bromatológica e ocorrência de fungos no feno de alfafa (*Medicago sativa*, L. cv. Flórida 77). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.3. p. 669-677, 2000.
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E. et al. Production of alfafa hay under different drying methods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1976-1683, 2010.
- OSWALD, I. **Micotoxinas e imunidade.** Disponível em: <[http://www.knowmycotoxins.com/pt/documents/IsabellePortugueseFinal18.12\\_000.pdf](http://www.knowmycotoxins.com/pt/documents/IsabellePortugueseFinal18.12_000.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2011.
- PINHEIRO, A. C.; PEÇA, J. O. Forage drying models for oats and vetches under Mediterranean climate conditions. **Mathematics and Computers in Simulation**, n. 65, p. 87-100, 2004.
- POZZI, C. R.; ARCARO, J. R. P.; ARCARO JUNIOR, I. et al. Aspectos relacionadas à ocorrência e mecanismo de ação de fumonisin. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 901-907, 2002.
- QUEIROZ, O.C.M.; RABAGLINO, M.B.; ADESOGAN, A.T. Mycotoxins in silage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2., 2011, Piracicaba. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2011. p.105-126.
- REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p.1-39.

- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; RESENDE, K. T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais.1.Constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.674-681, 2001a.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; RESENDE, K. T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 2. Compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.682-686, 2001b.
- RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.2, p.589-595, 2001.
- ROTZ, C.A. Field curing of forage. In: MOORE, K. J.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (eds) **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison, WI: American Society of Agronomy Inc., 1995. p. 39-66.
- ROTZ, C. A.; SHINNERS, K. J. Hay Harvest and Storage. In: BARNES, R. F. **The Science of Grassland Agriculture**, 2007. v. 2, p.601-616.
- SCHIABEL, V. C. **Genética e toxicidade de *Fusarium verticillioides* em grãos de milho (*Zea mays* L.) sob plantio direto e convencional**. 2004. 95f. (Dissertação em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- SISVAR: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos; versão 5.3. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999.
- SWEENWEY, M. J.; DOBSON, A. D. W. Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 43, p. 141-158, 1998.
- WRIGHT, D. A; FROST, J. P.; PATTERSON, D. C. et al. The influence of weight of ryegrass per unit area and treatment at and after mowing on rate of drying. **Grass and Forage Science**, v.52, p.86-98, 1997.
- WRIGHT, D. A; FROST, J. P.; KILPATRICK, D. J. The influence of weather factors on the drying rate of cut perennial ryegrass herbage under controlled conditions. **Grass and Forage Science**, v.55, p.331-342, 2000.