

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MORFOGÊNESE E ANATOMIA FOLIAR DE *Panicum
maximum* Jacq. cv IPR-86 MILÊNIO SUBMETIDO A DOSES
CRESCENTES DE NITROGÊNIO

Autora: Kelen Cristina Basso
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Pastagem e forragicultura.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto - 2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

B322m Basso, Kelen Cristina
Morfogênese e anatomia foliar de *Panicum maximum* Jacq.
cv IPR-86 milênio submetido a doses crecentes de
nitrogênio / Kelen Cristina Basso. -- Maringá, 2009.
54 f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Ulisses Cecato.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação
em Zootecnia, 2009.

1. *Panicum maximum* cv Milênio - Anatomia foliar. 2.
Panicum maximum cv Milênio - Adubação nitrogenada. 3.
Panicum maximum cv Milênio - Qualidade da forragem. 4.
Panicum maximum cv Milênio - Morfogênese e
perfilhamento. 5. *Panicum maximum* cv Milênio - Vegetação
- Produção. Universidade Estadual de Maringá. Centro de
Ciências Agrárias. Programa de Pós-graduação em
Zootecnia. II. Título

CDD 21.ed.633.2

Peão

Diga você me conhece
 Eu já fui boiadeiro
 Conheço essas trilhas
 Quilômetros, milhas
 Que vem e que vão
 Pelo alto sertão
 Que agora se chama
 Não mais de sertão
 Mas de terra vendida
 Civilização

Ventos que arrombam janelas
 E arrancam porteiras
 Espora de prata riscando as
 fronteiras
 Selei meu cavalo
 Matula no fardo
 Andando ligeiro
 Um abraço apertado
 E um suspiro dobrado
 Não tem mais sertão

Os caminhos mudam com o tempo
 Só o tempo muda um coração
 Segue seu destino boiadeiro
 Que a boiada foi no caminhão
 A fogueira, a noite
 Redes no galpão
 O paiero, a moda,
 O mate, a proza
 A saga, a sina
 O causo e onça
 Tem mais não..

Tempos e vidas cumpridas
 Pó, poeira, estrada
 Estórias contidas
 Nas encruzilhadas
 Em noites perdidas
 No meio do mundo
 Mundão cabeludo
 Onde tudo é floresta
 E campina silvestre
 Mundão "caba" não
 Sabe que "prum" bom viajante
 Nada é distante
 "Prum" bom companheiro
 Não conto dinheiro
 Existe uma vida
 Uma vida vivida
 Sentida e sofrida
 De vez por inteiro
 E esse é o preço "preu" ser
 brasileiro

Ofereço

A Maria Aparecida e Eduardo Basso

Dos quais tenho muita honra de ser filha,

e ao meu irmão Kleber que é parte essencial da minha vida.

Dedico

A família Basso em especial aos meus

avós Arlindo (in memoriam) e Cesira; José e Maria (in memoriam).

Aos meus tios Maércio e Ivanilde pelo

exemplo de perseverança e união.

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, por todas as alegrias que me tem proporcionado.

A Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade concedida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR – pela disponibilização de infraestrutura para o projeto de Doutorado.

Ao Professor Dr. Ulysses Cecato, pelo seu exemplo de dedicação ao trabalho, por seu conhecimento e experiência que transmite aos seus orientados.

A Professora Dra. Beatriz Lempp, pela amizade, com toda a minha admiração, diante da dedicação em suas pesquisas e do domínio de conhecimentos que possui, meus sinceros agradecimentos.

Aos funcionários do IAPAR, pela ajuda no desenvolvimento do experimento.

Aos professores do PPZ, que contribuíram para a melhoria do meu conhecimento na área de forragicultura: Dr. Clóves C. Jobim e Dr. Marcos W. do Canto.

À Dra. Simony Marta Bernardo Lugão e Dr. Willian Gonçalves do Nascimento, pela contribuição para realização deste trabalho.

Meu respeito e admiração aos amigos que estarão sempre em meus pensamentos: Leandro Martins Barbero (Lele) e Veridiana Limão (Vivi), e José Augusto Nogueira

Gomes (Zé), pela contribuição indispensável no trabalho a campo e nas análises finais, pelos conselhos e convivência, contribuíram para que eu desenvolvesse com mais confiança meu trabalho.

Aos amigos, Dr. Alexandre Lenzi (Gaúcho), que mesmo em curto período de convivência, se tornou muito importante em minha vida, ao Dr. Juliano Romam (Mocho) amigo desde o início de minha jornada, neste curso, meu sincero muito obrigada e ao amigo Cláudio Roma, exemplo de perseverança e de dedicação à pesquisa.

Aos companheiros e amigos da República Mata Virgem: Luis (Segurança), Rafael (Barrero), Gabriel (Bibi), Crystian (Cris), Rodrigo (Manão). Muito obrigada, pela acolhida durante esses anos e companheirismo em todos os momentos.

Aos demais amigos e colegas do Grupo de Estudos (GEFORCE) e aos amigos que fiz em Paranaíba, em especial ao Paulo e Ricardo Castilho.

Aos amigos dracenenses, companheiros indispensáveis em todos os momentos: André Silvestre, Andréia, Constantino, Fernanda, Flávia, Giovani e Giuliano Mascoli, Milton Polon, Renato Segati, Tiago Bortolato, Vitor e Vitor Hugo.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente participaram para que este trabalho pudesse ser realizado.

BIOGRAFIA

KELEN CRISTINA BASSO, filha de Eduardo Basso e Maria Aparecida Spigoti Basso, nasceu em Dracena, Estado de São Paulo no dia 30 de abril de 1978.

Em Janeiro de 2001 concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Jaboticabal.

Trabalhou em diversas áreas atendendo a pequenos produtores rurais, até que no ano de 2003, iniciou na Pós-graduação (MBA), em Gestão Econômica e Financeira da Faculdade de Ciências Gerencias de Dracena, obtendo o título de especialista.

Em 2004 ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, realizando estudos na área de melhoramento de forrageiras, conquistando o título de mestre em fevereiro de 2006.

Em março de 2006, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Pastagem e Forragicultura para obtenção do título de doutor em 27 de agosto de 2009.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
I – INTRODUÇÃO GERAL	01
1. Revisão de literatura.....	03
1.1 Características morfogênicas.....	03
1.1.1 Taxa de aparecimento das folhas (TApF) e filocrono.....	04
1.1.2 Taxa de alongamento foliar (TAIF).....	05
1.1.3 Duração da vida da folha (DVF).....	06
1.2. Características estruturais.....	06
1.2.1. Número de folhas verdes (NFV) e comprimento final das folhas (CFF).....	07
1.2.2. Alongamento de colmos (TAIC).....	08
1.3. Proporção de tecidos em lâminas foliares.....	09
Citação Bibliográfica	11
II – OBJETIVOS GERAIS.....	15
III – Morfogênese em pastagem de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio	16

Resumo	16
Abstract	17
Introdução	17
Material e Métodos	18
Resultados e Discussão	22
Conclusões	27
Literatura Citada	27
IV – Dinâmica do perfilhamento do capim-milênio submetido a doses de nitrogênio	29
Resumo	29
Abstract	29
Introdução	30
Material e Métodos	31
Resultados e Discussão	33
Conclusões	39
Referências.....	39
V – Componentes do tecido de lâminas foliares de capim-milênio submetido a doses de nitrogênio	41
Resumo	41
Abstract	42
Introdução	42
Material e Métodos	43
Resultados e Discussão	46
Conclusões	53
Referências Bibliográficas.....	53

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO III	
Tabela 1	Comprimento final das folhas (CFF, cm/folha), taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm/perf.dia), taxa de senescência de folhas (TSeF, cm/perf.dia), duração da vida das folhas (DVF, dias/folha) e taxa de alongamento de colmos (TAIC, cm/perf.dia) de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada, durante as épocas do ano.....
	22
Tabela 2	Produção de massa seca (AMS, t/ha), taxa de acúmulo de matéria seca (TA), em kg MS/ha/dia, porcentagem de folhas (%F), porcentagem de colmo+bainha (%C) e porcentagem de material morto (%MM) no pré-pastejo avaliadas em capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio, durante as épocas do ano.....
	26
CAPÍTULO IV	
Tabela 1	Densidade populacional de perfilhos basais (DDP, perfilhos/m ²), taxa de aparecimento de perfilhos basais (TApP) e taxa de mortalidade de perfilhos basais (TMoP) (perfilhos/100 perfilhos.dia) do capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada durante as épocas do ano.....
	34
Tabela 2	Densidade populacional de perfilhos aéreos (DDPa, perfilhos/m ²), taxa de aparecimento de perfilhos aéreos (TApPa) e taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (TMoPa, perfilhos/100 perfilhos.dia) do capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada durante as épocas do ano.....
	35

CAPÍTULO V

Tabela 1	Proporção de epiderme adaxial (EPIada) e bainha parenquimática dos feixes (BPF), expressa em % na seção transversal em lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.....	46
Tabela 2	Coefficientes de correlação linear entre proporção de tecidos e características morfofisiológicas de lâminas foliares de capim-milênio.....	51
Tabela 3	Coefficientes de correlação linear entre proporção de tecidos e valor nutritivo de lâminas foliares de capim-milênio.....	52

LISTA DE FIGURAS

	Página
 CAPÍTULO III	
Figura 1 Precipitação mensal (mm), temperatura máxima, média e mínima (°C) durante o período experimental (outubro de 2006 a maio de 2007).....	19
Figura 2 (a). Filocrono (dias), (b). Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas/perf.dia), (c) Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm/perf.dia), (d) Número de folhas verdes (NFV, folhas/perf.), (e) Taxa senescência de folhas (TSeF, cm/perf.dia) e (f) Duração da vida das folhas (DVF, dias) em pastos de capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio, durante as épocas do ano.....	23
 CAPÍTULO IV	
Figura 1 Precipitação mensal (mm), temperatura máxima, média e mínima (°C) durante o período experimental (outubro de 2006 a maio de 2007).....	31
Figura 2 Dinâmica populacional de perfilhos totais basais em capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.....	36
Figura 3 Dinâmica populacional de perfilhos totais aéreos em capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.....	37
Figura 4 Índice de estabilidade da população de perfilhos de capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.....	38
 CAPÍTULO V	
Figura 1 (a) Epiderme abaxial (EPIaba) e (b) Tecido vascular (TV) expressas em % na seção transversal de lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio.....	47

Figura 2	Proporção relativa de esclerênquima (ESC) (b) Mesofilo, expressas em % na seção transversal de lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio.....	47
Figura 3	(a) Comprimento de lâminas foliares (cm), (b) Área foliar (AF, cm ²) e (c) Área foliar específica (AFE, cm ² /g) de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada, no período do verão.....	49
Figura 4	(a) Proteína Bruta, (b) Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca, (c) Fibra em detergente neutro (FDN), (d) Fibra em detergente ácido, (e) Lignina em porcentagem nas lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada, no período do verão.....	50

RESUMO

O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, em Paranaíba-PR, de outubro de 2006 a maio de 2007, em uma área submetida durante dez anos aos mesmos tratamentos do presente trabalho. Objetivou-se avaliar as características morfogênicas e estruturais, proporção de tecidos nas lâminas foliares e sua correlação com o valor nutritivo da pastagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas no tempo, sendo os níveis de nitrogênio as parcelas principais e as subparcelas as estações do ano (primavera, verão e outono), com quatro repetições utilizando-se os seguintes níveis de adubação nitrogenada como tratamentos: controle = sem N; 150 kg; 300 kg e 450 kg/ha/ano de N. O método empregado foi de pastejo com lotação intermitente e a gramínea utilizada foi a cv. de *Panicum maximum* Jacq. IPR-86 Milênio. Foi utilizado como critério de entrada e saída dos animais nos pastos as alturas de 90 e 50 cm para o pré e pós-pastejo, respectivamente. Para o rebaixamento do pasto utilizou-se novilhos cruzados (Zebu x Europeu) com peso vivo inicial médio de 170 kg. Os perfilhos para avaliação das características morfogênicas foram marcados logo após a saída dos animais do piquete e inicialmente foram anotados o número de folhas expandidas e em expansão, comprimento e senescência. Para a avaliação da proporção de tecidos foram coletadas a última e penúltima folha de perfilhos vegetativos quando o pasto atingiu a altura de manejo (90 cm). Para avaliação de demografia de perfilhos, foram selecionadas touceiras representativas da pastagem e as gerações de perfilho foram marcadas após, no máximo, sete dias da saída dos animais dos piquetes, e cada geração foi marcada com fios coloridos e os perfilhos foram identificados como aéreos ou basais, e cada nova geração era marcada com uma cor específica, sendo anotados também os perfilhos mortos em cada uma delas. Para a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) houve resposta linear crescente com as doses de N. O período de

verão foi o que apresentou maior comprimento final das folhas (CFF) e taxa de alongamento foliar (TAIF), a duração da vida das folhas (DVF) e a taxa de senescência (TSeF) responderam as doses de N até 368 kg de ponto mínimo. A proporção de tecidos na lâmina foliar variou com as doses de nitrogênio, os piquetes que não receberam adubação apresentaram maiores proporções de esclerênquima e tecido vascular enquanto a porcentagem de células do mesofilo (MES) respondeu de modo linear e positivo ao aumento da adubação. Houve correlação positiva entre área foliar (AF) e BPF (bainha parenquimática dos feixes), área foliar específica (AFE) e BPF, MES e largura de lâminas. A porcentagem de PB (proteína bruta) e DIVMS (digestibilidade *in vitro* da matéria seca) foram maiores para os tratamentos com maior adubação (300 e 450 kg). O nitrogênio aplicado à pastagem pode influenciar na melhoria do valor nutritivo de lâminas foliares do capim-milênio e na proporção de tecidos considerados de alta digestibilidade. A utilização da adubação nitrogenada juntamente com o correto manejo da pastagem gera incremento nas variáveis morfogênicas mais importantes, podendo diminuir consideravelmente a porcentagem de tecidos de lenta degradação.

Palavras-chave: adubação, morfologia, sistema de pastejo, taxa de aparecimento de folhas, taxa de senescência

ABSTRACT

The experiment was carried out at Agronomic Institute of Paraná - IAPAR in Paranavaí-PR, from October 2006 to May 2007 in an area for ten years at the same treatments of the present work. The objective was to evaluate the morphogenetic and structural characteristics, proportion of tissues in leaves and its correlation with the nutritional value of pasture. The experimental design was completely randomized in a split-plot design in time, being the levels of nitrogen the main plots and subplots the seasons (spring, summer and autumn) with four replications using the following levels of nitrogen as Treatments: Control = no N, 150 kg, 300 kg and 450 kg / ha / year of N. The method employed was the intermittent stocking grazing and the grass used was *Panicum maximum* Jacq. IPR-86 Millennium. It was used as a criterion to enter and exit of animals in the pasture, the heights of 90 and 50 cm for the pre and post-grazing, respectively. For lowering the forage there were used crossbred steers (Zebu x European) with average initial weight of 170 kg. Tillers for morphogenetic characteristics evaluation were marked soon after the the animals exit in the paddock and initially there were recorded the number of expanded leaves and in expanding, senescence and length measurements. For the evaluation of the tissue proportion the last and penultimate leaves of vegetative tillers were collected when the sward has reached the height of management (90 cm). To evaluate the tillers demographics there, were selected clumps representative of the pasture and the generations of tillers were marked after a maximum of seven days of animal removal from paddocks, and each generation has been marked with colored yarn and the tillers were identified as air or baseline, and each new generation was marked with a specific color, and also noted the dead tillers in each one of them. For the rate of leaf appearance there was a linear response to increasing doses of N. The summer period was the one that provided the

greatest final length of leaves and leaf elongation rate, the lifetime of the leaves and the rate of senescence responded to N rates up to 368 kg minimum point. The proportion of tissues in the leaf varied with the doses of nitrogen, the paddocks that had not received fertilizer had higher proportions of sclerenchyma and vascular tissue while the percentage of cells in the mesophyll responded so positively to the linear increase in fertilization. There was positive Correlation between LA (leaf area) and PBS (parenchyma bundle sheath), SLA (specific leaf area) and PBS, MES (mesophyll) and width of blades. The percentage of CP (crude protein) and IVDDM (in vitro digestibility of dry matter) were higher for treatments with higher fertilization (300 and 450 kg). The nitrogen applied to pasture can influence in the improve of the nutritive value of leaf blades of grass-Millennium and in the proportion of tissues considered of high digestibility. The use of nitrogen fertilizer with the proper management of grazing generates increase in the most important morphogenetic traits and can significantly reduce the percentage of slow degradation of tissues.

Key Words: fertilization, grazing system, morphology, rate of leaf appearance, rate of senescence

I – INTRODUÇÃO

A área de pastagens cultivadas aumentou 17% nos últimos 32 anos, enquanto a produção de carne aumentou em torno de 114%, este aumento deve-se não somente à adoção de novas tecnologias pelos pecuaristas, como vacinação, mineralização e técnicas de manejo de pastos, mas também ao uso de novas forrageiras mais adaptadas e produtivas, desenvolvidas pelas instituições de pesquisa (Jank et al., 2005).

Os ganhos em produtividade animal associados à expansão do cultivo de plantas forrageiras melhoradas em áreas de pastagens nativas, são provas do benefício proporcionado pela obtenção de genótipos mais produtivos e adaptados a diferentes ambientes.

Dentre as forrageiras de maior relevância para pastagens tropicais no Brasil, destaca-se o gênero *Panicum*, por serem plantas de alto potencial produtivo e valor nutritivo elevado.

A cultivar IPR-86 Milênio, está registrada no Ministério da Agricultura desde 1999, porém seu lançamento oficial ainda não ocorreu, antes essa cultivar recebia a denominação, segundo Savidan et al., (1990), de acesso BRA-006998 e foi o material mais produtivo entre aqueles analisados da coleção recebida do Institute Français de Recherche Scientifique et Developpment em Coopération (ORSTOM). Seu acúmulo de biomassa verde atingiu 220 t/ha/ano e de massa seca de folhas chegou a 38 t/ha/ano, com 9,7% dessa produção durante a seca. Quanto à proteína bruta, os teores foram de 14,4% e 9,0%.

Conhecer o processo de crescimento das forrageiras que estão sendo lançadas e avaliadas em programas de melhoramento é o passo inicial para a definição de estratégias de manejo de pastos. Para gramíneas tropicais deve-se considerar a taxa de aparecimento e alongamento de folhas, duração da vida das folhas e taxa de

alongamento de colmo, pois, todas elas são influenciadas pelos fatores climáticos, como luz, água, temperatura e também pela fertilidade do solo (Sarmiento, 2005).

Para que se identifique a condição que maximiza a eficiência de produção e colheita da forragem, é necessário um banco de informações sobre as características morfogênicas e estruturais do pasto (Barbosa, 2004), e também o comportamento das plantas em solos adubados e não adubados, avaliando o efeito de minerais sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, a fim de aperfeiçoar ao máximo o potencial da planta em produzir folhas.

Trabalhos conduzidos no Brasil com capim-mombaça (Garcez Neto et al., 2002; Lavres Jr. & Monteiro, 2003; Eichler et al., 2008), demonstraram efeito significativo da fertilização nitrogenada sobre a taxa de aparecimento de folhas e produção de perfilhos. Outros trabalhos estudando a utilização de nitrogênio (N) e a produção de forragem em *Panicum maximum* cv IPR-86 Milênio, foram realizados por Lugão et al., (2003) e Sarmiento et al., (2008) e verificaram o aumento da massa de forragem com o aumento das doses de nitrogênio.

Com o aumento da produção de massa de forragem pela utilização de N conseqüentemente se obtém melhores taxas de rendimento por área, pois ocorre aumento na taxa de lotação incrementando a produtividade e rentabilidade. Cecato et al., (2005) salientam que a baixa produção animal em pastagens, especialmente a produção de carne/ha/ano é resultado do processo de degradação das pastagens, que tem sua origem na acidez e baixa fertilidade do solo, falta de adubação corretiva e de manutenção de nutrientes, práticas inadequadas de formação e por último, mas não menos importante o manejo.

Somado a todos esses fatores, estudos avaliando a proporção de tecidos nas lâminas foliares de diversas gramíneas vêm sendo realizados (Lempp, 2007). Alguns já comprovam que é possível melhorar o valor nutritivo das gramíneas por meio da adubação nitrogenada (Lempp et al., 2004) pelo aumento na porcentagem de tecidos de considerados de alta digestibilidade.

1. Revisão de literatura

1.1. Características morfogênicas

A morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*genesis*) e expansão da forma (*morphos*) da planta no espaço (Chapman & Lemaire, 1993). Existem três características básicas para descrever o crescimento das plantas: taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento de folhas e duração de vida da folha.

Segundo Gillet et al., (1984), cada planta apresenta um mecanismo geneticamente determinado para a morfogênese cuja realização é governada pela temperatura (Duru & Ducrocq, 2000), intensidade luminosa (Ryle, 1966); disponibilidade hídrica (Durand et al., 1997), nutrientes (Garcez Neto et al., 2002) e efeitos do pastejo (Barbosa et al., 2002).

A produtividade de uma gramínea decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante após o corte ou pastejo para restaurar a área foliar da planta e permitir a perenidade do pasto. O entendimento de características morfogênicas permite uma visualização da curva de produção, acúmulo de forragem e uma estimativa da qualidade do pasto (Gomide et al., 1997).

Para maximizar a utilização da forragem pelos animais é importante conhecer todos os processos que envolvem o aparecimento e morte das folhas para que assim, seja possível determinar os intervalos de desfolhações mais adequados para cada espécie forrageira e desse modo permitir que maior proporção de folhas verdes seja colhida pelos animais pelo uma vez (Santos et al., 2004) evitando o acúmulo de material senescente.

Lemaire & Chapman (1996) evidenciaram que o N e outros fatores ambientais podem influenciar nas características morfogênicas (taxas de aparecimento de folhas e de alongamento e de senescência foliar) e estruturais (densidade de perfilhos e tamanho

das folhas) das forrageiras e o N é importante para o aumento da produtividade, é responsável pelo aumento no tamanho das folhas, alongamento dos colmos e o aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, fatores diretamente relacionados à produção de massa seca da planta forrageira (Werner, 1986).

1.1.1.1. Taxa de aparecimento das folhas (TApF) e filocrono

A taxa de aparecimento das folhas (TApF) tem sido obtida pelo cálculo do número de folhas surgidas por perfilho, dividido pelo número de dias do período de avaliação. Desempenha o papel central na morfogênese, por se relacionar diretamente com o IAF, influenciando também a densidade de perfilhos e o número de folhas por perfilho (Lemaire & Chapman, 1996).

A área foliar da pastagem e a densidade dos perfilhos irá depender do número de folhas que são emitidas e da taxa de expansão das lâminas foliares (Van Esbroeck et al., 1989), que variam grandemente com as condições ambientais e de manejo. Em condições adequadas de crescimento, o número de folhas que uma gramínea mantém por perfilho é relativamente constante, uma vez que o aparecimento de nova folha coincide com a morte da mais velha (Santos et al., 2004).

A TApF responde imediatamente a qualquer mudança de temperatura percebida pelo meristema apical (Barbosa, 2004). Durante o processo de crescimento da planta, a TApF tende a diminuir, o que ocorre na verdade é que a taxa de iniciação das folhas no meristema apical (plastocrono) permanece constante em função da temperatura, mas com o aumento do comprimento da bainha das folhas sucessivas de gramíneas cespitosas, há uma maior demora no surgimento das folhas acima do pseudocolmo (Duru & Ducrocq, 2000).

Os trabalhos disponíveis na literatura relatam o efeito dos nutrientes sobre a TApF, principalmente do nitrogênio. Cruz & Boval, 1999, trabalharam com gramíneas cespitosas e relataram à existência de um pequeno efeito na TapF. Já os trabalhos com capim-mombaça (Garcez Neto et al., 2002) e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Alexandrino et al., 2000), demonstraram efeito crescente da fertilização nitrogenada sobre a TApF.

O filocrono é o tempo, em dias, para a formação de uma folha e também pode ser definido em termos de tempo térmico, é obtido como o inverso da TApF. De acordo

com Lemaire & Agnusdei (2000), para cada espécie o filocrono é uma variável relativamente constante, o que promove uma base de escala para o estudo da morfogênese.

1.1.2. Taxa de alongamento foliar (TAIF)

O crescimento de folhas de gramíneas é confinado à região basal da folha, a qual é completamente encoberta pelas bainhas de folhas mais velhas (Davidson & Milthore, 1966, citado por Barbosa, 2004). Em gramíneas o alongamento foliar está restrito a uma zona na base da folha em expansão protegida pelo pseudocolmo (Skinner & Nelson, 1995).

Grandes variações entre espécies e dentro de cada espécie ocorrem em função do manejo adotado e das condições climáticas, a TAIF responde a qualquer mudança que ocorra no ambiente, porém os efeitos são mais pronunciados em resposta a adubação nitrogenada (Barbosa, 2004).

Segundo Gastal & Nelson (1994) o maior acúmulo de N encontra-se na zona de divisão celular, como meristemas e bases de folhas, e talvez por isso essa variável seja tão sensível ao aumento do N no solo. Alexandrino et al., (2004); Alexandrino et al., (2005) e Martuscello et al., (2006), são alguns dos trabalhos que demonstram o efeito positivo das doses de N sobre a TAIF.

Segundo Skinner & Nelson (1995), células meristemáticas da bainha estão presentes relativamente mais cedo nas folhas em desenvolvimento. Porém, o início da expansão da folha é confinado, primeiramente, em sua lâmina e o processo de expansão da bainha começa, efetivamente, quando a expansão da lâmina começa a declinar. O período de transição entre a expansão da lâmina para a expansão da bainha foliar é facilmente reconhecido pelo aparecimento da lígula e exposição do meristema intercalar, a partir da base da folha (Schnyder et al., 2000).

1.1.3. Duração da vida da folha (DVF)

Segundo Lemaire & Agnusdei (2000), a DVF representa o período durante o qual, após completa desfolhação, tecidos verdes se acumulam em um perfilho individual adulto sem que ocorra qualquer perda por senescência determinando o equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência.

O efeito do corte ou pastejo pode alterar a DVF, o maior tempo de alongamento de lâminas foliares atrasa o processo de senescência, podendo aumentar a DVF. Isto pode ser comprovado por Garcez Neto et al., (2002) que demonstraram em trabalho com capim-mombaça com doses de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 200 mg/dm³) e três alturas de corte (5, 10 e 20 cm) do que cortes mais elevados, quando não se observam variações na taxa de alongamento de folhas, aumentam a DVF, devido ao processo morfológico de desenvolvimento do órgão foliar. Ou seja, se o corte for feito a uma altura maior e a taxa de alongamento não variar com a altura deste, é possível que a folha, além de ter sua duração de alongamento aumentada, atrasando o início da senescência, e a duração de sua vida estendida.

Com relação ao nitrogênio, sua deficiência reduz apenas ligeiramente a duração de vida das folhas (Gastal et al., 1992), mas apesar disto, a taxa de senescência aumenta em razão do pronunciado efeito do N sobre a TAlF e no tamanho da folha (Mazzanti, 1993). Assim, um aumento nas doses de N, sem adequado ajuste no manejo do pastejo pode levar a um aumento na senescência e ao acúmulo de material morto na pastagem (Barbosa, 2004).

Martuscello et al., (2006) relataram que o uso de nitrogênio pode acelerar o processo de senescência das folhas promovendo uma diminuição na DVF e segundo Mazzanti et al., (1994) isso ocorre em razão da concorrência por luz, determinada pelo aumento da TAlF e pelo maior comprimento final das folhas (CFF).

1.2. Características estruturais

Os três componentes morfogênicos das folhas (TApF, TAlF e DVF) em associação, determinam os componentes estruturais do dossel forrageiro: comprimento final das folhas (CFF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e número de folhas verdes por perfilho (NFV) (Chapman & Lemaire, 1993).

Com relação a DPP, primeiro é preciso entender o que é perfilho, conhecido como a unidade básica de desenvolvimento das plantas forrageiras (Nabinger & Medeiros, 1995). As gramíneas utilizam o perfilhamento como forma de crescimento, aumento de produtividade e, sobretudo como forma de sobrevivência das plantas na pastagem (Hodgson, 1990).

O perfilhamento é dependente de condições internas e externas à planta, sendo regulado principalmente pelo genótipo, balanço hormonal, florescimento, luz, temperatura, fotoperíodo, água, nutrição mineral e desfolhação (Langer, 1979).

O potencial de perfilhamento de um genótipo é determinado pela sua velocidade de emissão de folhas, a cada folha formada corresponde à formação de uma gema axilar com potencial de geração de um perfilho aéreo (Matthew et al., 1999).

Espécies de gramíneas perenes contêm dois grupos de perfilhos: perfilhos basilares, que se originam da base da planta e, mais tarde, possuem seu próprio sistema radicular, e perfilhos aéreos, que surgem a partir de gemas superiores dos colmos em florescimento ou com meristema decapitado e que não desenvolveram sistema radicular independente (Chapman & Lemaire, 1993).

Uma das formas de maximizar o perfilhamento e assim, aumentar a produção de massa, está em utilizar o nitrogênio, este nutriente tem a vantagem adicional de estimular o perfilhamento da gramínea (Fagundes et al., 2006).

Os efeitos do N e das épocas de avaliação sobre a população de perfilhos, podem constituir os principais fatores determinantes da produção de biomassa, juntamente com o rendimento por perfilho (Nelson et al., 1977). Ademais, o perfilhamento da planta forrageira é uma resposta das plantas à fertilidade do solo, associada à época, à frequência e ao intervalo entre cortes (Corsi & Nascimento Jr., 1994). E também está correlacionado intimamente com o genótipo de cada cultivar.

1.2.1. Número de folhas verdes (NFV) e comprimento final das folhas (CFF)

O número de folhas verdes (NFV) é obtido pelo número médio de folhas em alongamento e alongadas por perfilho desconsiderando folhas senescentes de cada perfilho e é resultante do produto entre a TApF e a DVF.

O comprimento final das folhas (CFF) aumenta com o aumento da temperatura por estar relacionado com a TApF em temperaturas similares, normalmente, as folhas são maiores na fase reprodutiva do que na fase vegetativa (Nabinger & Pontes, 2001). É

uma característica vegetal plástica e responsiva a intensidade de desfolhação, sendo considerada uma estratégia morfológica de escape da planta ao pastejo (Lemaire & Chapman, 1996).

O N por exercer efeito direto na TApF e TAlF, também interfere no tamanho final da folha. Garcez Neto et al., (2002), encontraram efeito positivo da adubação nitrogenada e da altura de corte no NFV e CFF por perfilho em capim-mombaça. Neste trabalho houve o retardamento do processo de senescência quando ocorreu a aplicação de elevadas doses de nitrogênio, porém para cada espécie o processo poderá ocorrer de maneira diferente.

1.2.2. Alongamento de Colmo (TAIC)

Uma das características estruturais do dossel considerada de grande importância para plantas de ciclo C_4 é a TAIC, o alongamento de colmos ocorre quando estas estão na fase vegetativa e quando passam da fase vegetativa para a fase reprodutiva, como acontece com as de ciclo C_3 . Santos et al., (1999) observaram que a fração colmo contribuiu com 70 % da matéria seca em oferta na massa de forragem pré-pastejo durante a fase reprodutiva em cultivares de *Panicum maximum*.

O aumento na TAIC acarreta a diminuição da relação entre folha:colmo o que interfere negativamente na produção animal alterando o comportamento ingestivo dos animais e o consumo (Santos et al., 2004).

O incremento da produção de massa de forragem por meio da utilização de adubação nitrogenada pode ser ocasionado em parte pelo aumento na TAIC, o N acelera o processo de crescimento das plantas podendo ocorrer o sombreamento das partes mais baixas do dossel tornando necessário que a planta alongue colmos em busca da captação por luz (Sbrissia & Da Silva, 2001).

Carnevali (2003) trabalhando com diferentes interceptações luminosas (IL) no capim-marandu, onde os pastos que interceptavam maior quantidade de luz (100%) apresentavam maior TAIC em relação aos que interceptavam menos (95%), aumentos explicados pelo maior intervalo de pastejo obtido pelo tratamento 100% IL (35 dias) em relação ao tratamento de 95% IL (24 dias em média).

1.3. Proporção de tecidos em lâminas foliares

O aperfeiçoamento nos últimos anos das lentes de aumento e dos microscópios, bem como o desenvolvimento de técnicas de preparação de amostras, foram praticamente às bases para o progresso da ciência, principalmente na área biológica (Lempp, 2007).

Os estudos anatômicos com forrageiras visando verificar o efeito da anatomia na digestibilidade, tiveram início a partir de 1970 (Akin et al., 1973). Estes estudos complementam as informações sobre os fatores que interferem na qualidade das forrageiras, visto que nem sempre a análise química e a digestibilidade explicam todas as variações no consumo das forrageiras.

A anatomia da folha influencia não só a produção de forragem, mas também seu valor nutritivo e conseqüentemente interfere no desempenho animal. Em termos gerais, as células do mesofilo (MES) e as do floema de parede celular delgada são rapidamente digeridas (Akin et al., 1973). As células da epiderme e da bainha parenquimática dos feixes (BPF) são reconhecidas como de digestão lenta e parcial. Tecidos como esclerênquima (ESC) e o xilema, que apresentam parede celular espessa e lignificada, são muito pouco digeridos (Akin, 1989).

Conforme Wilkins (1972), alguns tecidos permanecem intactos depois de prolongado tempo de incubação *in vitro*, indicando que algumas características da estrutura das lâminas foliares poderiam limitar a degradação dos tecidos pelos microrganismos do rúmen.

A característica anatômica de lâminas foliares de gramíneas do tipo C₄, caracterizada por maior proporção dos feixes vasculares, ESC e BPF, é a de possuírem menor digestibilidade em relação às C₃, comprometendo seu valor nutritivo (Wilson & Hatfield, 1997).

Wilson et al., (1983) comparando gramíneas C₃, C₄ e tipos intermediários C₃/C₄ do gênero *Panicum*, cultivadas no mesmo ambiente verificaram que as espécies C₃ apresentaram maiores proporções de mesofilo e menores de esclerênquima, tecido vascular e epiderme do que as C₄. Assim, a quantificação da área ocupada pelos tecidos da BPF em uma seção transversal pode ser bom indicativo do valor nutricional, pois possibilita identificar as cultivares ou doses de adubação nitrogenada que poderão influenciar na maior digestibilidade em função da produção de tecidos lignificados.

Alguns estudos comprovam que a adubação nitrogenada propicia o desenvolvimento de tecido novo, rico em proteína bruta e pobre em parede celular e lignina (Whitney, 1974), o nitrogênio é o principal nutriente para a manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, sendo o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos constituintes da estrutura vegetal e, portanto, responsável por características ligadas ao porte da planta, tais como o tamanho das folhas, largura e área foliar (Werner, 1986).

Em estudo avaliando a anatomia de lâminas foliares de *Panicum maximum* Jacq cv. Massai sob o efeito de doses de nitrogênio, Lempp et al., (2004) observaram que a adubação pode elevar o valor nutritivo da cultivar devido ao aumento nas proporções de células do MES e da BPF, isto se não ocorrer espessamento da parede celular dessas células.

Citação Bibliográfica

- AKIN, D.E. Histological and physical affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v.21, p.17-25. 1989
- AKIN, D.E. Rumen microbial degradation of grass tissue revealed by scanning electron microscopy. **Agronomy Journal**, v.65, p.825-828, 1973.
- ALEXANDRINO E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al., Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A.J. et al., Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.27, n.1, p.17-24, 2005.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R., et al., Efeito de três doses de nitrogênio sobre características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. (CD ROM) Forragicultura. FOR-432.
- BARBOSA, R.A. **Manejo da desfolhação e seus efeitos nas características morfológicas e no acúmulo de forragem do capim Tanzânia (*Panicum maximum*)**. Viçosa, 2004. 111p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa.
- BARBOSA, R.A., NASCIMENTO JR, D. EUCLIDES, V.P.B. et al., Características morfológicas e acúmulo de forragem do Capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.583-593, 2002.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Piracicaba, 2003. 149p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ.
- CECATO, U.; GALBEIRO, S.; RODRIGUES, A. M. Adubação de Pastagens – relação custo/benefício. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGENS. CECATO, U; JOBIM, C. C. et al., **Anais...** (CD ROOM). Maringá, 2005.

- CHAPMAN, D. F., LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.
- CORSI, M.; NASCIMENTO JR., D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 15-48.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some traits to temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G. (ed) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Proceedings of an International Symposium**, Curitiba, Brazil, 1999. p.134-150.
- DURAND, J. L., GASTAL, F., ETCHEBEST, S. et al., Inter-specific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal of Agronomy**, v.7, p. 99- 107, 1997.
- DURU, M., DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p. 635-643, 2000.
- EICHLER, V.; SERAPHIN, E.S.; PORTES, T.A. et al., Produção de massa seca, número de perfilhos e área foliar do capim-mombaça cultivado em diferentes níveis de nitrogênio e fósforo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 617-626, jul./set. 2008.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al., Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A.J., et al., Avaliação das características morfológicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife-PE. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. (CD ROM) Forragicultura. FOR-104.
- GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437-442, 1992.
- GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant physiology**, v.105, p.191-197, 1994.
- GILLET, M.; LEMAIRE, G.; GOSSE, G. Essai d'élaboration d'un schéma global de croissance des graminées fourragères. **Agronomie**, 4, 75-82, 1984.
- GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A., QUEIROZ, D.S., PACIULLO, D.S.C. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. Juiz de Fora, **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p 117-119.
- HODGSON, J. 1990. **Grazing Management: Science into practice**. New York: John Wiley & Sons. 203p.
- JANK, L., VALLE, C.B, RESENDE, R.M.S. et al., Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n. 226, p. 26-35, 2005.

- LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. London: 2.ed., Edward Arnold, London, 1979.
- LAVRES JR., J.; MONTEIRO, F.A. Perfilamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1068-1075, 2003.
- LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al., (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International. p.265-288, 2000.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Cab international. p.03-36, 1996.
- LEMPP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.315-329, 2007.
- LEMPP, B.; KICHEL, A.G.; MIRANDA, A.H.B. et al., Proporção e arranjo de tecidos em lâminas foliares de *Panicum maximum* cv. Massai. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. (CD ROM) Forragicultura. FOR-072.
- LUGÃO, S.; RODRIGUES, L.; ABRAHÃO, J.; MALHEIROS, E.; MORAIS, A. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do Nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-006998) adubadas com Nitrogênio. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, Maringá, v. 25, no. 2, p. 371-379, 2003.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR, D.; SANTOS, P.M. et al., Características morfológicas e estruturais de capim-massair submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- MATTHEWS, P.N.P.; HARRINGTON, K.C.; HAMPTON, J.G. Management of grazing systems. In: WHITE, J. and HODGSON, J. (eds) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Oxford University Press, Auckland, p.153-174, 1999.
- MAZZANTI, A. Analisis del efecto del nitrogeneo sobre el crecimiento de gramineas forrajeras. IN: MAZZANTI A. (Ed). Curso de actualización técnica. **Enfoque morfo-fisiológico para el manejo de pasturas**. Balcarce. 1993. 7p.
- MAZZANTI, A.; LEMAIER, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, n.2, p.111-120, 1994.
- NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.59-128.
- NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-771.
- NELSON, C.J.; ASAY, K.H.; SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 17, p. 449-452, 1977.
- RYLE, G.J.A. Effects of photoperiod in the glasshouse on the growth of leaves and tillers in three perennial grasses. **Annals of Applied Biology**, v.57, p.257-268, 1966.

- SANTOS, P.M., BALSALOBRE, M.A.A., CORSI, M. Características Morfogenéticas e Taxa de Acúmulo de Forragem do Capim-Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.843-851, 2004.
- SANTOS, P.M.; CORSI, M., BALSALOBRE, M.A.A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.244-249, 1999.
- SARMENTO, P. **Respostas agrônômicas e morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998), sob pastejo à adubação nitrogenada.** Jaboticabal, 2005. 92p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista.
- SARMENTO, P.; RODRIGUES, L.R.A.; LUGÃO, S.M.B. et al., Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.27-34, 2008.
- SAVIDAN, Y.H., JANK, L., COSTA, J.C.G. 1990. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum*.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. 68p.
- SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, p.731-754, 2001.
- SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R.; NELSON, C.J. Na integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A., et al., (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology.** CAB International. p.41-60, 2000.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
- VAN ESBROECK, G.A., KING, J.R., BARON, V.S. 1989. Effects of temperature and photoperiod on the extension growth of six temperate grasses. In: International Grassland Congress, 16, Nice, **Proceedings...** Nice, p.459-4460.
- WERNER, J.C. **Adubação de pastagens.** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18.).
- WHITNEY, A. S. Growth of Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under clipping. Effects of nitrogen fertilization, cutting interval, and season on yields and forage characteristics. **Agronomy Journal**, 1974.
- WILKINS, R. J. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relationships with chemical and anatomical parameters. **Journal of Animal Science**, v.78, n.3, 1972, p.457-464.
- WILSON, J. R.; HATFIELD, R. D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen micro flora. **Journal of Agriculture**, Aust., v.48, p.165-180, 1997.
- WILSON, J.R.; BROWN, R.H.; WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C3, C4, and C3/C4 intermediate types of *Panicum* species. **Crop Science**, v.23, n.1, p.142-146, 1983.

II – OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se, com a realização do presente trabalho, avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio, sobre as características morfogênicas e estruturais, distribuição dos componentes de tecidos das lâminas foliares e sua correlação com o valor nutritivo de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio em pastejo intermitente.

III – Morfogênese em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio

RESUMO - Este trabalho foi realizado para avaliar a influência do uso de doses crescentes de nitrogênio (controle = sem N; 150; 300 e 450 kg de N/ha), nas características morfológicas do capim-milênio, em sistema de pastejo com lotação intermitente entre outubro de 2006 a maio de 2007. O delineamento foi inteiramente causalizado, com arranjo em parcelas subdivididas no tempo. Foram avaliados os parâmetros morfológicos, bem como o acúmulo de forragem. As taxas de acúmulo dos piquetes que receberam 300 e 450 kg de N/ha foram semelhantes: 104,30 e 110,40 kg de MS/ha/dia, respectivamente. A taxa de aparecimento de folhas aumentou linearmente sendo até 50% maior para os pastos com 450 kg de N em relação aos sem adubação. O filocrono diminuiu com o aumento das doses de N até o ponto de mínimo de 310 kg de N, sendo 37%, 50% e 40% menor para os tratamentos com 150, 300 e 450 kg de N, respectivamente, em relação ao tratamento sem N. A taxa de senescência das folhas foi maior na primavera e a duração da vida das folhas maior no outono. A taxa de alongamento foi em média 60% maior para os tratamentos que receberam adubação. Pastagens que não recebem adubação nitrogenada tornam-se ineficientes diminuindo drasticamente seu fluxo de tecidos ao contrário daquelas que recebem adubação mantendo-se produtivas por mais tempo.

Palavras-chave: Adubação, lotação intermitente, taxa de alongamento, taxa de acúmulo

Morphogenesis in a pasture of *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Millennium under increasing doses of nitrogen

ABSTRACT -This study was carried out to evaluate the influence of the use of increasing doses of nitrogen (control = no N, 150, 300 and 450 kg N/ha), in the morphogenetic characteristics of grass-Millennium, in grazing systems with intermittent stocking, between October 2006 to May 2007. The design was completely randomized, with split plot arrangement in time. The biomass accumulation rate of paddocks that received 300 and 450 kg N/ha were similar: 104.30 and 110.40 kg DM/ha/day, respectively. The rate of leaf appearance increased linearly being 50% higher for the pasture with 450 kg of N for that without fertilization. The phyllochron decreased with increasing N rates to the point of minimum of 310 kg of N, and 37%, 50% and 40% lower for pasture in the 150, 300 and 450 kg N, respectively, for that without fertilization. The rate of senescence of leaves was higher in spring and leaves long life were higher in autumn. Elongation rate was on average 60% higher for the treatments that received fertilizer. Pastures not receiving nitrogen become inefficient drastically were reducing its flow of tissues unlike those that receive fertilization being vigorous and productive for longer.

Key Words: fertilization, stocking flashing, elongation rate, accumulation rate

Introdução

Dentre os gêneros considerados de alta produção de massa no Brasil, as espécies de *Panicum* são muito utilizadas em sistemas de produção, sendo responsáveis por cerca de 20% das sementes de forrageiras comercializadas no país (Jank et al., 2005). A cultivar IPR-86 Milênio foi à planta mais produtiva dentre as pertencentes a coleção recebida em 1982 pela Embrapa Gado de Corte (Savidam et al., 1990).

Como a produção de folhas é prioridade na alimentação, para o bom manejo, é necessário conhecer e compreender não apenas o processo de transformação do pasto (forragem) em produto animal, mas sobretudo entender e controlar os processos de crescimento e desenvolvimento que resultam na produção da forragem a ser consumida (Da Silva et al., 2009). Assim, quando se entende a dinâmica de crescimento e desenvolvimento das plantas que compõem uma pastagem e suas respostas

morfofisiológicas aos fatores que as influenciam, torna-se mais fácil adequar o manejo do pasto visando à sustentabilidade do sistema de produção com alta produtividade dos componentes planta e animal, respeitando os limites ecofisiológicos das plantas forrageiras (Nascimento Jr & Adese, 2004).

De acordo com Cecato et al., (1996), o crescimento e a persistência de gramíneas, são frequentemente limitados pela deficiência de nitrogênio (N) no solo, pois este nutriente acelera a taxa de iniciação e expansão de novas folhas e aumenta o vigor de rebrota, resultando em maior produção de biomassa e capacidade de suporte das pastagens.

Trabalhos mostram que o uso de N aumenta a produção de forragem por meio do incremento no fluxo de tecidos (Duru & Ducrocq, 2000). Trabalhos conduzidos no Brasil com capim-mombaça (Garcez Neto et al., 2002) e capim-tanzânia (Oliveira et al., 2007), demonstraram efeito significativo da fertilização nitrogenada sobre a taxa de aparecimento de folhas (TApF) e também para a taxa de alongamento das folhas (TAIF).

Desta forma, torna-se necessário a reunião de uma base de dados relacionados ao manejo de novas cultivares, como o capim-milênio, e a descrição detalhada do crescimento e do comportamento da planta sob pastejo com a utilização de N.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de nitrogênio sobre as características morfogênicas e estruturais, bem como o acúmulo de forragem em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio sob o sistema de pastejo com lotação intermitente.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do IAPAR, em Paranavaí-PR, localizada a 23° 05' S de latitude 52° 26' W de longitude e uma altitude média de 480m. O tipo climático predominante na região é o cfa – clima subtropical úmido mesotérmico pela classificação de Köppen. Este se caracteriza pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas e uma tendência de concentração das chuvas no período da primavera e do verão. A temperatura média anual é de 22°C. A precipitação pluvial anual situa-se em torno de 1.200 mm. Os dados de precipitação e temperatura estão listados na Figura 1.

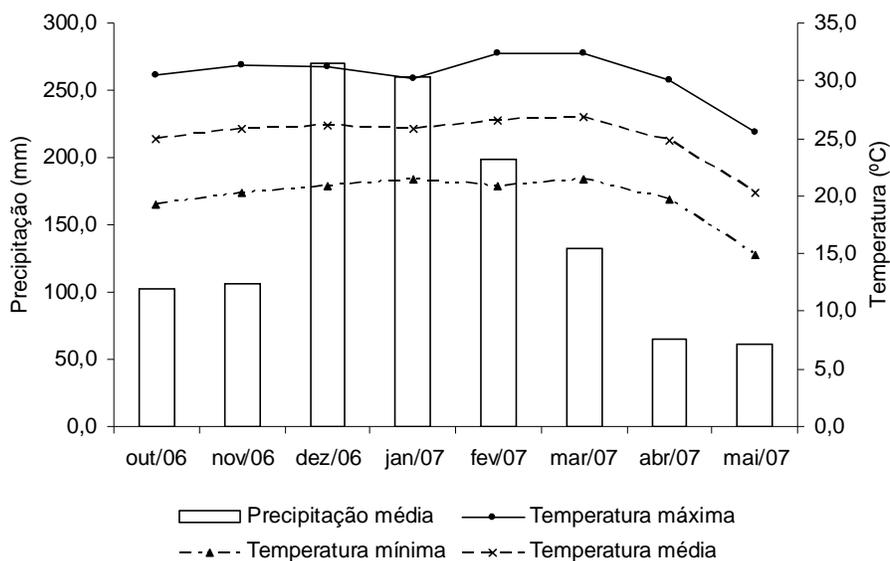


Figura 1. Precipitação mensal (mm), temperatura máxima, média e mínima (°C) durante o período experimental (outubro de 2006 a maio de 2007).

A cv. IPR-86 Milênio de *Panicum maximum* Jacq (capim-milênio) foi estabelecido em outubro de 1995, e as adubações foram iniciadas em novembro 1997. Os dados deste trabalho referem-se ao período de outubro de 2006 a março de 2007. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico textura arenosa (Avd), topografia quase plana e boa drenagem, cujos valores das características físicas foram: 89% de areia, 10% de argila e 1% de silte (Embrapa, 2006). A análise do solo (0-20 cm), realizada ao início da instalação do experimento, revelou pH (CaCl²) = 5,67; P (mg/dm³) = 11,00; K (cmol_c/dm³) = 0,23; Ca (cmol_c/dm³) = 2,05; Mg (cmol_c/dm³) = 1,44; H+Al (cmol_c/dm³) = 2,55; SB (cmol_c/dm³) = 4,8; T (cmol_c/dm³) = 6,22; V(%) = 59,95.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, arranjado em parcelas subdivididas, com medidas repetidas no tempo. As doses de nitrogênio foram estudadas nas parcelas principais e as estações do ano nas subparcelas.

Juntamente com a primeira adubação nitrogenada foi realizada a adubação fosfatada, tendo como fonte o superfosfato simples, com intuito de elevar o teor de fósforo, a aproximadamente, 15 mg/dm³. A adubação potássica foi parcelada junto com a nitrogenada, usando-se o cloreto de potássio como fonte objetivando-se elevar a

saturação de K a 4% da CTC. Toda a adubação foi realizada a lanço logo após a saída dos animais do piquete.

Cada tratamento foi constituído de quatro unidades experimentais (piquetes), sendo que para os tratamentos sem adubação e com 150 kg de N a área de cada piquete foi de 1.687,5 m² e para os tratamentos 300 e 450 kg foram de 837,5 m². Os ciclos de pastejar foram determinados pela altura de entrada (pré-pastejo) e altura de saída (pós-pastejo), sendo estas de 90 e 40 cm, respectivamente.

O período de ocupação dos animais e de rebrotação do pasto foi variável de acordo com o ritmo de crescimento de cada piquete. Os animais utilizados para rebaixamento foram machos inteiros cruzados (Nelore x Marchigiana, Nelore x Simental e Nelore x Red Angus).

A taxa de acúmulo de forragem (kg/ha de MS.dia) foi obtida pela diferença entre a massa de forragem no pré-pastejo e no pós-pastejo, dividida pelo número de dias do ciclo. Sendo que a massa de forragem foi mensurada por meio do uso de um quadro de 1 m², posicionado em pontos representativos da pastagem e a forragem contida no interior do quadro foi cortada a 40 cm do solo. Para os piquetes maiores (zero e 150 kg de N) foram coletadas seis amostras e para os restantes (300 e 450 kg) foram coletadas quatro amostras. Para a avaliação dos componentes morfológicos da forragem foi retirada uma alíquota representativa das amostras colhidas para a estimativa da massa de forragem. Essa alíquota foi separada nas frações lâmina foliar, pseudocolmo (colmo + bainha) e material morto, as quais foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante. Os componentes morfológicos foram convertidos e expressos como proporção (%) da massa de forragem.

Para análise das características morfogênicas em quatro transectas por piquete foram marcados e identificados 10 perfilhos (metade na parte interior da touceira e metade ao redor) representativos da pastagem. Nestes perfilhos foram realizadas as seguintes avaliações: (a) classificação como basal ou aéreo e (b) classificação como reprodutivo ou vegetativo; (c) contagem do número de folhas. As folhas foram avaliadas quanto: (a) comprimento da lâmina foliar; (b) classificada como intacta ou desfolhada e (c) classificada como folha em expansão, expandida, senescente ou morta. As folhas foram consideradas senescentes quando parte da lâmina foliar apresentava sinais de senescência; mortas quando mais de 50% da lâmina estivesse comprometido pela senescência.

As avaliações foram feitas duas vezes por semana durante a rebrota e interrompidas quando os animais entravam no pasto (pré-pastejo) e uma nova classe de perfilhos foi remarcada sempre quando o pasto apresentava a condição de pós-pastejo, sendo realizadas os seguintes cálculos:

- taxa de aparecimento de folhas (TapF): número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação – folhas/perfilho/dia.
- filocrono (FIL): inverso da taxa de aparecimento de folhas – dias/folha/perfilho.
- taxa de alongamento de folhas (TAIF): somatório de todo alongamento da lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação – cm/perfilho/dia.
- duração de vida de folhas (DVF): período de tempo entre o aparecimento de uma folha até sua morte. Estimada a partir da seguinte equação proposta por Lemaire e Chapman (1996):

$$DVF = NFV \times \text{Filocrono (dias)}$$

- número de folhas verdes (NFV): número médio de folhas em alongamento e alongadas por perfilho desconsiderando folhas senescentes de cada perfilho.
- comprimento final das folhas (CFF): comprimento médio de todas as folhas presentes no perfilho sendo medido do ápice foliar até a lígula (cm).
- taxa de alongamento de colmos (TAIC): somatório de todo alongamento de colmo/pseudocolmo por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação – cm/perfilho/dia.
- taxa de senescência de folhas (TSeF): somatório de toda senescência de folhas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação – cm/perfilho/dia.

Os resultados foram submetidos à análise de regressão, utilizando o procedimento MIXED do programa SAS, versão 9.1 (SAS Institute, 2003). Para a comparação das médias foi realizado teste de Tukey ($P < 0,05$), enquanto na avaliação das doses de nitrogênio foi utilizada análise de regressão.

Resultados e Discussão

Para todas as características avaliadas, não houve interação entre as estações do ano e as doses de N. A maior duração da vida das folhas (DVF) foi encontrada no outono e verão, o que coincide com os menores valores de taxa de senescência de folhas (TSeF) seguida pela menor taxa de alongamento de folhas (TAIF), caracterizando o

mecanismo da planta para manter área foliar fotossinteticamente ativa em detrimento do aumento em expansão de órgãos como questão de sua sobrevivência (Tabela 1).

Os resultados obtidos comprovam que o período do verão e primavera é o mais favorável ao crescimento das plantas de clima tropical, o que pode ser notado pelos valores da TAlF e do CFF, sendo menor no outono coincidindo com o período de florescimento da planta, que em resposta a sua fisiologia, preconiza a produção de sementes, diminuindo o alongamento de folhas e também seu comprimento final.

Tabela 1. Comprimento final de folhas (CFF, cm/folha), taxa de alongamento de folhas (TAlF, cm/perf.dia), taxa de senescência de folhas (TSeF, cm/perf.dia), duração da vida das folhas (DVF, dias/folha) e taxa de alongamento de colmos (TAIC, cm/perf.dia) de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada, durante as épocas do ano.

Estações	Variáveis				
	CFF (cm/folha)	TAlF (cm/perf.dia)	TSeF (cm/perf.dia)	DVF (dias/folha)	TAIC (cm/perf.dia)
Primavera	34,43 AB (1,59)	6,78 AB (0,58)	0,73 A (0,078)	52,92 B (2,37)	0,15 (0,04)
Verão	36,28 A (1,37)	6,96 A (0,44)	0,46 B (0,071)	57,28 AB (1,87)	0,13 (0,02)
Outono	32,85 B (1,37)	5,29 B (0,44)	0,44 B (0,071)	61,87 A (1,87)	0,24 (0,83)

Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem entre si ($P > 0,05$).

O filocrono e a TapF não diferiram com as épocas do ano, mas sim com o aumento das doses de N (Figuras 2a e b). O filocrono apresentou resposta quadrática com o aumento das doses de N sendo 37%, 50% e 40% menor para os tratamentos que receberam a adubação nitrogenada, respectivamente 150, 300 e 450 kg de N em relação aos piquetes que não receberam adubação nitrogenada, atingindo o ponto de mínimo aos 310 kg de N.

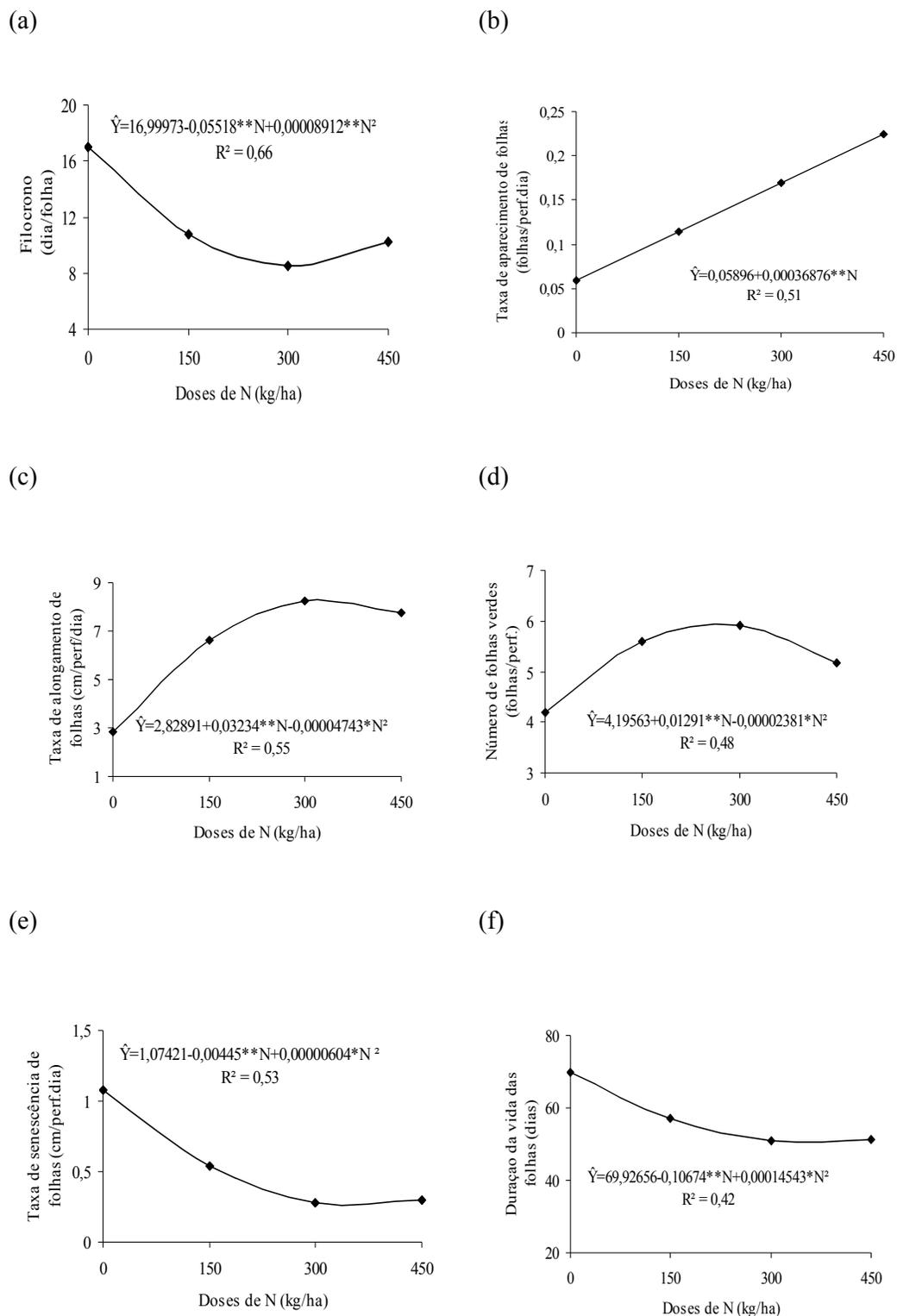


Figura 2. (a). Filocrono (dias), (b). Taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas/perf.dia), (c) Taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm/perf.dia), (d) Número de folhas verdes (NFV, folhas/perf.), (e) Taxa senescência de folhas (TSeF, cm/perf.dia) e (f) Duração da vida das folhas (DVF, dias) em pastos de capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio, durante as épocas do ano.

A TApF respondeu linearmente a adubação nitrogenada variando de 0,05 para o pasto sem adubação e 0,22 (folhas/perf.dia) para os pastos adubados com 450 kg de N, (Figura 2b) indicando que o uso de N promove o aumento do crescimento das folhas, porque existe um grande acúmulo de N na zona de divisão celular conforme relatado por Gastal & Nelson (1994). Este nutriente faz parte das moléculas de clorofila, estando envolvido diretamente com a fotossíntese e é componente essencial dos aminoácidos que formam as proteínas, influenciando nos processos de morfogênese das gramíneas (Cruz & Boval, 1999).

A TAlF nas gramíneas que receberam N foi em média 60% maior do que as não adubadas (Figura 2c), atingindo ponto de máximo com 341 kg de N. A TAlF variou de 2,82; 6,61; 8,26 e 7,78 para os pastos sem adubação e submetidos a 150; 300 e 450 kg de N/ha/ano respondendo de forma quadrática as doses de N. Esse aumento na TAlF, promovido pelo N é atribuído por Volenec & Nelson (1983) à maior produção de células (divisão celular) nas zonas de crescimento, como meristemas e região basal das folhas.

Para *P. maximum* tem sido bem relatado os efeitos do N no aumento dos fatores que indicam crescimento (TAlF, TApF) e interferem diretamente no aumento da produtividade da planta forrageira, esse elemento tem influência direta sobre os aspectos morfofisiológicos da planta em razão de sua participação na estrutura das proteínas, da clorofila e de carreadores que participam de processos fisiológicos no vegetal (Martha Jr., 2003).

O NFV respondeu de maneira quadrática as doses de N, até atingir o ponto máximo com 269 kg de N (5,90 folhas/perfilho), sendo maior em 25%, 30% e 20% aos pastos que não receberam adubação, respectivamente para os submetidos a 150; 300 e 450 kg de N (Figura 2d). Segundo Oliveira et al., (2007) o NFV pode estar associado ao estímulo do N à produção de novos tecidos. Silveira & Monteiro (2007) também verificaram que as doses de N influenciaram positivamente no número total de folhas de capim-tanzânia adubado com N e cálcio, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão.

As forrageiras em resposta a ambientes com deficiência de N, podem responder diminuindo seu NFV, porque os processos de crescimento da folha, especialmente, produção de células, competem fortemente para que o N seja importado das zonas de

crescimento, visto que o desenvolvimento de polipeptídios cloroplásticos depende, em sua composição do N (Gastal & Nelson, 1994).

Sendo assim, plantas com déficit de N podem diminuir sua eficiência fotossintética tornando necessário a manutenção das folhas (DVF) e menor quantidade de folhas verdes em detrimento do aumento de produção de novos tecidos, para que assim possam completar seu ciclo de desenvolvimento, chegando ao florescimento, dando continuidade ao mecanismo de perpetuação da espécie.

A TSeF foi maior para as plantas que eram submetidas ao tratamento 0 (1,07 cm/perf.dia) respondendo de maneira quadrática com o aumento das doses de N, atingindo o ponto de mínimo aos 368 kg de N (0,28 cm/perf.dia), isto pode ter ocorrido, porque os perfilhos marcados nestes piquetes eram perfilhos mais velhos e assim, o ritmo morfogênico foi menor, fazendo com que a taxa de senescência fosse mais pronunciada nesses piquetes.

A DVF foi maior para os pastos sem adubação nitrogenada (70 dias), demonstrando resposta quadrática ao aumento das doses de N, com ponto mínimo aos 367 kg de N (51 dias), (Figura 2e f).

Segundo Martuscello et al., (2006) maiores valores na DVF e menor NFV em pastos sem adubação deve-se provavelmente em razão do efeito do N antecipando o processo de senescência nas plantas com a translocação de nutrientes para auxiliar na expansão de novas folhas.

Os pastos mais adubados tiveram um período de rebrota muito menor que aqueles que não receberam N, sendo avaliados por um período mais curto de tempo, o que corrobora para que os valores de senescência obtidos fossem menores, não permitindo a senescência nos pastos adubados, indicando que o manejo com relação à altura de 90 cm pode estar colaborando para que os animais consumam a planta no momento certo, ou seja, quando a grande maioria das folhas ainda não se apresentam senescentes.

Na tabela 2, estão listados o acúmulo de massa de forragem (AMS, t/ha), taxa de acúmulo de forragem (TA, kg de MS/ha.dia) e as porcentagens de folha, colmo e material morto (%F, %C e %MM).

O AMS foi maior para os pastos com 300 e 450 kg de N, a TA aumentou com o aumento das doses de N, e a proporção de colmos seguiu o mesmo comportamento, sendo maior nos piquetes mais adubados (300 e 450 kg de N), indicando que com o

aumento da massa de forragem, a planta alonga o entrenó em busca de maior quantidade de luz, devido ao sombreamento nos estratos inferiores (Da Silva & Corsi, 2003).

Tabela 2. Acúmulo de massa seca (AMS, t/ha), taxa de acúmulo de massa seca (TA), em kg MS/ha/dia, porcentagem de folhas (%F), porcentagem de colmo+bainha (%C) e porcentagem de material morto (%MM) no pré-pastejo avaliadas em capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio, durante as épocas do ano.

Tratamento	Variáveis				
	AMS	TA	%F	%C	%MM
150	13.928 B (640,70)	86,04 B (9,67)	53,96 (2,18)	24,23 B (1,47)	21,67 (1,49)
300	16.458 A (640,70)	97,30 A (9,67)	48,86 (2,18)	32,93 A (1,47)	18,20 (1,49)
450	17.865 A (640,70)	106,38 A (9,67)	47,39 (2,18)	34,66 A (1,47)	18,05 (1,49)
-----Épocas-----					
Primavera	4.185 B (256,12)	94,93 A (7,35)	50,28 AB (2,98)	26,70 B (0,95)	23,03 A (1,67)
Verão	8.976 A (256,12)	101,67 A (7,35)	53,45 A (0,73)	28,63 B (0,57)	17,88 B (0,64)
Outono	3.870 B (256,12)	86,13 B (7,35)	46,48 B (2,30)	36,49 A (1,45)	17,02 B (1,36)

Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias com mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si ($P>0,05$).

A primavera e o verão proporcionaram os maiores AMS, TA e %F. Isso devido ao comportamento nas características morfogênicas (CFF, TAIF, DVF) que responderam as condições favoráveis do clima nessa época (Tabela 1).

Na primavera houve maior %MM, isso porque, com o início do experimento havia grande quantidade material senescente, resultante da senescência ocorrida no inverno. A %C foi maior no outono, época em que se verificou a maior quantidade de perfilhos reprodutivos, caracterizando o mecanismo das forrageiras tropicais em alongar os entrenós quando ocorre a passagem da fase vegetativa para reprodutiva.

Estudos envolvendo o efeito do N na avaliação de massa seca em capim-mombaça foram realizados por Manarin & Monteiro (2002) e Lavres Jr. & Monteiro (2002), houve aumento na produção de massa com o aumento das doses de N. Colozza et al., (2000) avaliaram as respostas do capim-aruaana a doses de N e verificaram que a produção de massa seca da parte aérea variou positivamente em resposta às doses de N.

Conclusões

As características morfogênicas do capim-milênio são influenciadas pelas doses de nitrogênio exercendo efeito positivo nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas.

A adubação nitrogenada tem efeito positivo na produção de massa e na taxa de acúmulo em pastos de capim-milênio. Desta forma a utilização da adubação nitrogenada pode ser uma ferramenta útil para maximizar a utilização das gramíneas em pastejo, de forma que possibilita aumentar a frequência de desfolhação, como consequência de um ritmo morfogênico mais acelerado.

Literatura Citada

- CECATO, U.; GOMES, L.H.; ASSIS, M.A. et al., Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.114-116.
- COLOZZA, M.T.; KIEHL, J.C.; WERNER, J.C. et al., Respostas de *Panicum maximum* cultivar Aruana a doses de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**, v.57, n.1, p.21-32, 2000.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some traits to temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G. (ed) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Proceedings of an International Symposium**, Curitiba, Brazil, 1999. p.134-150
- DA SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. et al., Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009
- Da Silva, S.C.; Corsi, M. Manejo do pastejo. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba, 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p.155-185.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, p.645-653, 2000.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J. et al., Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

- GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant physiology**, v.105, p.191-197, 1994.
- JANK, L., VALLE, C.B, et al., Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n. 226, p. 26-35, 2005.
- LAVRES JR., J.; MONTEIRO, F.A. Combinações de doses de nitrogênio e potássio para a produção e nutrição do capim mombaça. **Boletim de Indústria Animal**, v.59, n.2, p.102- 114, 2002.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Cab international. p.03-36, 1996.
- MANARIN, C.A.; MONTEIRO, F.A. Nitrogênio na produção e diagnose foliar do capim-Mombaça. **Boletim de Indústria Animal**, v.59, n.2, p.115-123, 2002.
- MARTHA JR., G.B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim-Tanzânia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003. 149p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR, D. et al., Características morfogênicas e estruturais de capim-massair submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- NASCIMENTO JR., D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG:Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.289-330.
- OLIVEIRA, A.B.; PIRES, J.V.; MATOS NETO, U.de. et al., Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1006-1013, 2007 (supl.)
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT User’s Guide**, Version 9.1. Cary 2002-2003.
- SAVIDAN, Y.H., JANK, L., COSTA, J.C.G. 1990. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. 68p.
- SILVEIRA, C.P.; MONTEIRO, F.A. Morfogênese e produção de biomassa do capim-tanzânia adubado com nitrogênio e cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.335-342, 2007.
- VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, v.23, p.720-724, 1983.

IV – Dinâmica do perfilhamento do capim-milênio submetido a doses crescentes de nitrogênio

Resumo - Este trabalho foi realizado com intuito de avaliar a influência do uso de doses de nitrogênio (controle=sem N; 150; 300 e 450 kg de N/ha), na dinâmica de perfilhos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, em sistema de pastejo com lotação intermitente entre outubro de 2006 a maio de 2007. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com arranjo em parcelas subdivididas no tempo. As avaliações consistiram no monitoramento do nascimento e mortalidade de perfilhos no período de pós-pastejo, nas estações de primavera, verão e outono, sendo os novos perfilhos classificados como basais ou aéreos. O período do verão proporcionou maior densidade de perfilhos/m² (250,3) e as taxas de aparecimento foram semelhantes entre a primavera e verão (1,2 e 1,1 perfilhos/100 perfilhos.dia), respectivamente. Os pastos adubados com 300 e 450 kg de N, foram semelhantes para as variáveis TApP (1,1 perfilhos/100 perfilhos.dia) e TMoP (0,8 e 0,9), respectivamente para 300 e 450 kg de N. A dinâmica de perfilhamento se comportou de forma semelhante em todos os tratamentos, respondendo as mudanças climáticas de acordo com as estações do ano.

Termos para indexação: Adubação, demografia, *Panicum maximum*, pastejo rotacionado

Dynamics of tillering of millennium grass under increasing doses of nitrogen

Abstract - To evaluate the dynamics of tillers of *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Millennium under the influence of nitrogen rates (control = no N, 150, 300 and 450kg N / ha), an experiment was carried out in the grazing system with intermittent stocking from October 2006 to May 2007. The design was completely randomized, with split-plot arrangement in time. The evaluations consisted in tracking the birth and death of tillers from post-grazing in the spring, summer and autumn seasons, and the new tillers classified as basal or air. The period of the summer had higher density of tillers / m² (250.3) and the appearance rates were similar between spring and summer (1.2 and 1.1 tillers/100 tillers.perday), respectively. The pastures fertilized with 300 and 450 kg of N were similar for variables TAPPI (1.1 tillers/100 tillers.perday) and TMoP (0.8 and 0.9), respectively. The dynamics of tillers behaved similarly in all treatments, responding to climate change with the seasons.

Key Word: fertilization, demographics, *Panicum maximum*, intermittent stocking

Introdução

Uma forma de incrementar a produtividade das pastagens é o aumento do suprimento de nitrogênio no solo, sendo o N um elemento importante na morfogênese e no perfilhamento (Pearse & Wilman, 1984). O perfilhamento é uma característica de grande importância para a formação da população de plantas e garante a perenidade destas após situações de estresse e permanência após severas desfolhas (Bahmani et al., 2003).

O aumento no número de perfilhos por planta proporciona maior cobertura do solo pela planta forrageira, portanto, a adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de matéria seca, contribui para a redução da degradação do solo, diminui a exposição ao impacto da chuva e a exposição ao sol (Da Silva et al., 2009).

Turner & Begg (1978) indicam que o perfilhamento é reduzido pelo estresse hídrico, deficiência de nitrogênio e redução na quantidade de luz e, por isso, o conhecimento das características morfológicas e fisiológicas das diferentes espécies de gramíneas forrageiras torna-se essencial para estabelecer normas adequadas de manejo visando à perenidade da pastagem.

Um fator utilizado para medir o equilíbrio da população de perfilhos é o índice de estabilidade da população. Segundo Bahmani et al., (2003), esse índice pode explicar algumas variações entre o número de perfilhos, sendo que valores abaixo de 1,0 indicam que a sobrevivência, aliada ao aparecimento de novos perfilhos, não é suficiente para compensar as taxas de mortalidade e que a população tenderia a diminuir (Difante et al., 2008).

O reconhecimento da variação em padrões populacionais de perfilhos fornece base para um ajuste fino dos sistemas de manejo de pastejo, que pode levar a incrementos na produtividade das pastagens (Matthew et al., 1999). E, esse conhecimento deve ser específico para cada espécie que é lançada no mercado, levando em consideração sua produção, forma de crescimento e exigências em minerais no solo.

A cultivar de *Panicum maximum* Jacq cv. IPR-86 Milênio se destaca por apresentar alta produção de matéria seca e alto valor nutritivo (Savidan et al., 1990), assim como a maioria das gramíneas do gênero, tornando-se de valiosa importância para contribuir com a variabilidade de forrageiras disponíveis no mercado com alto potencial produtivo.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses de nitrogênio sobre a dinâmica de perfilhamento de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio em sistema de pastejo com lotação intermitente.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do IAPAR, em Paranavaí-PR, localizada a 23° 05' S de latitude 52° 26' W de longitude e uma altitude média de 480m. O tipo climático predominante na região é o cfa – clima subtropical úmido mesotérmico pela classificação de Köeppen. Este se caracteriza pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas e uma tendência de concentração das chuvas no período da primavera e verão. A temperatura média anual é de 22°C. A precipitação pluvial anual situa-se em torno de 1.200 mm. Os dados de precipitação e temperatura estão listados na Figura 1.

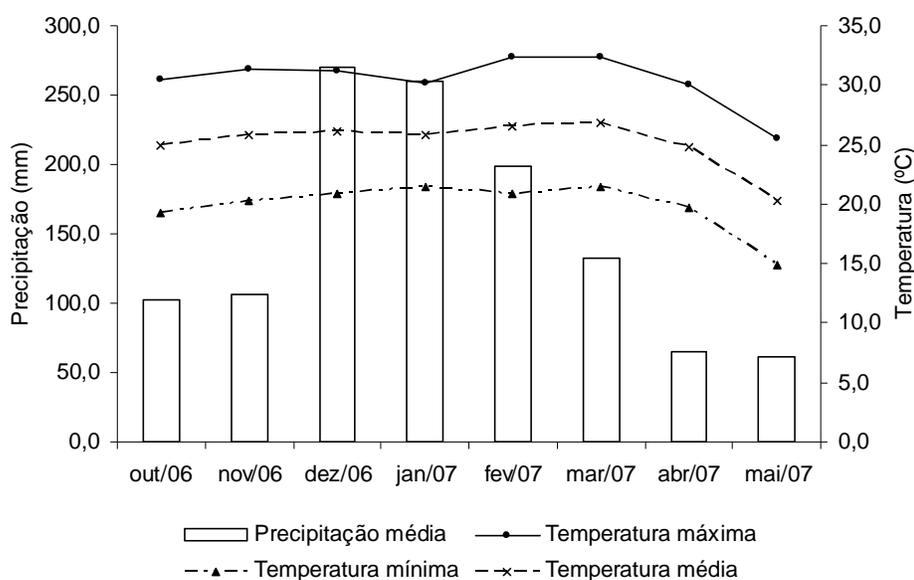


Figura 1. Precipitação mensal (mm), temperatura máxima, média e mínima (°C) durante o período experimental (outubro de 2006 a maio de 2007).

A cv. IPR-86 Milênio de *Panicum maximum* Jacq (capim-milênio) foi estabelecido em outubro de 1995, e as adubações foram iniciadas em novembro 1997. Os dados deste trabalho referem-se ao período de outubro de 2006 a março de 2007. O solo da área experimental foi classificado como Podzólico Vermelho Distrófico textura arenosa (Lvd), topografia quase plana e boa drenagem, cujos valores das características físicas foram: 89% de areia, 10% de argila e 1% de silte (Embrapa, 2006). A análise do solo (0-20 cm), realizada ao início da instalação do experimento, revelou pH (CaCl²), 5,67; P (mg/dm³), 11,00; K (cmol_c/dm³), 0,23; Ca (cmol_c/dm³), 2,05; Mg (cmol_c/dm³), 1,44; H+Al (cmol_c/dm³), 2,55; SB (cmol_c/dm³), 4,8; T (cmol_c/dm³), 6,22; V(%), 59,95.

Juntamente com a primeira adubação nitrogenada foi realizada a adubação fosfatada, tendo como fonte o superfosfato simples, com intuito de elevar o teor de fósforo, a 15 mg/dm³. A adubação potássica foi parcelada junto com a nitrogenada, usando-se o cloreto de potássio como fonte objetivando-se elevar a saturação de K a 4% da CTC. Toda a adubação foi realizada a lanço logo após a saída dos animais do piquete.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Cada tratamento foi constituído de quatro unidades experimentais (piquetes), sendo que para os tratamentos sem adubação e com 150 kg a área de cada piquete foi de 1687,5 m² e para os tratamentos 300 e 450 kg foram de 837,5 m². Os ciclos de pastejar foram determinados pela altura de entrada (pré-pastejo) e altura de saída (pós-pastejo), sendo estas de 90 e 50 cm, respectivamente.

Para o estudo de demografia de perfilhos foram marcadas três touceiras nos piquetes menores (300 e 450 kg) e cinco nos piquetes maiores (150 kg e zero de N), todas elas representativas da unidade experimental. Na primeira avaliação todos os perfilhos de cada touceira selecionada, foram marcados com fios coloridos de uma única cor, identificando-se a geração de perfilhos de referência. No pós-pastejo de cada piquete, após no máximo, sete dias da saída dos animais, uma nova cor foi utilizada para a identificação das novas gerações surgidas durante a rebrota. Em cada procedimento de contagem e marcação de perfilhos, estes foram diferenciados em perfilhos aéreos e basais.

A partir das marcações obteve-se a densidade populacional de perfilhos basais e aéreos por m² (DPP e DPPa). Foram calculadas as taxas de aparecimento e morte (perfilhos/100 perfilhos.dia) do número total de perfilhos basais (TApP e TMoP), e dos perfilhos aéreos (TApPa e TMoPa). Os cálculos foram realizados da seguinte forma: TApP = perfilhos surgidos/total de perfilhos vivos na marcação anterior e TMoP = perfilhos mortos/total de perfilhos vivos na marcação anterior.

O índice de estabilidade (P1/P0) da população de perfilhos foi calculado de acordo com a metodologia descrita por Bahmani et al., (2003) utilizando-se a expressão:

$$P1/P0 = TSoP (1+TApP), \text{ em que } TSoP \text{ (taxa de sobrevivência de perfilhos)} = 1-TMoP,$$

sendo:

$P1/P0$ = Proporção entre a população de perfilhos existentes no ciclo 1 e população existente no ciclo 0.

A dinâmica populacional de perfilhos totais, basais e aéreos, bem como o índice de estabilidade, são apresentados utilizando-se estatística descritiva (médias) para cada período de avaliação. Não foi possível calcular as taxas de aparecimento e morte de perfilhos, dos

pastos que não receberam adubação nitrogenada, pois não ocorreu mais de um ciclo de pastejo nesses piquetes devido ao seu crescimento lento.

Em função do número de ciclos e intervalo de pastejo variável entre piquetes e tratamentos, os dados foram transformados em médias ponderadas para três estações do ano (primavera, verão e outono), com base nas datas e duração de cada ciclo de pastejo.

Não foi possível avaliar os piquetes que não receberam adubação nitrogenada, estes estavam em alto grau de degradação e não atingiram a altura de entrada para que houvesse um segundo ciclo de pastejo.

Os dados, assim processados, foram analisados segundo um esquema de parcelas subdivididas no tempo, em que os tratamentos constituíram as parcelas e as estações do ano, as subparcelas. As análises de variância das médias ponderadas por estação não detectaram heterogeneidade das variâncias. Dessa forma, procedeu-se à ANOVA dos dados. Para tal, foi utilizado o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2003), em que os comandos RANDOM e TEST foram empregados. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, adotando-se 5% de nível de significância.

Resultados e Discussão

Não houve interação entre épocas e doses de nitrogênio para as variáveis avaliadas. Maior número de perfilhos basais (DPP) foi verificado no verão e menor no outono. A TApP foi maior nos períodos de maior crescimento das forrageiras (primavera e verão) e a maior TMoP foi maior na primavera (Tabela 1).

Na primavera, não foi possível a identificação da idade dos perfilhos (início das marcações), porém, nesta época os perfilhos existentes na pastagem são geralmente perfilhos velhos, fato que pode explicar a maior mortalidade nesse período, perfilhos mais velhos foram morrendo mais rapidamente e, no verão, houve uma maior renovação (“Turnover”), as condições de ambiente somadas com o uso de nitrogênio propiciaram maior TApP. Carvalho et al., (2001) avaliando o perfilhamento do capim “Tifton 85” em diferentes alturas de pastejo verificaram a alta renovação de perfilhos (maiores taxas de nascimento) na época do verão, e relatam que práticas de manejo que assegurem altas taxas de natalidade durante o verão tornam-se essenciais para a manutenção e/ou incremento da densidade populacional de perfilhos durante as estações de outono, inverno e primavera.

A maior DPP foi obtida nos piquetes que receberam 300 kg de N (Tabela 1), pastos sem adubação perfilham pouco, devido a falta de nutrientes no solo, e pastos que recebem muita adubação têm a tendência de possuir maior espaço entre touceiras, diminuindo a DPP,

como ocorreu com os piquetes com 450 kg de N, e aqueles com adubação mediana apresentam uma taxa de aparecimento boa com touceiras menos espaçadas.

Sarmiento et al., (2005), ao trabalhar com IPR-86 Milênio sob doses de N (zero; 150; 300 e 450 kg/ha) evidenciaram densidades máximas estimadas de perfilhos de 239, 194 e 138 perfilhos/m², com doses de 275, 295 e 220 kg/ha de N.

Tabela 1. Densidade populacional de perfilhos basais (DDP, perfilhos/m²), taxa de aparecimento de perfilhos basais (TApP) e taxa de mortalidade de perfilhos basais (TMoP) (perfilhos/100 perfilhos.dia) do capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada durante as épocas do ano.

Épocas	Tratamentos			Média	EPM
	150	300	450		
-----DPP (perfilhos/m ²)-----					
Primavera	190,5	267,7	217,8	225,4B	12,9
Verão	215,9	288,8	246,1	250,3 ^a	12,9
Outono	179,0	221,3	153,2	184,5C	12,9
Média	195,2b	259,3a	205,7b		
EPM	22,5	19,45	19,45		
-----TApP (perfilhos/100 perfilhos.dia)-----					
Primavera	0,8	1,3	1,4	1,2 ^a	0,08
Verão	0,8	1,2	1,3	1,1 ^a	0,08
Outono	0,4	0,7	0,6	0,6B	0,08
Média	0,6b	1,1a	1,1a		
EPM	0,11	0,09	0,09		
-----TMoP (perfilhos/100 perfilhos.dia)-----					
Primavera	0,4	1,0	0,1	0,8 ^a	0,06
Verão	0,4	0,9	0,9	0,7B	0,03
Outono	0,3	0,6	0,7	0,6B	0,05
Média	0,4b	0,8a	0,9a		
EPM	0,08	0,07	0,07		

EPM: erro padrão da média.

Médias com mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si (P>0,05)

Médias com mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05).

Os pastos adubados com 300 e 450 kg de N foram semelhantes quanto a TApP, sendo quase o dobro da taxa de aparecimento obtida pelos pastos com 150 kg de N. Entretanto como mecanismo de manutenção da estabilidade da população, os pastos submetidos a dose de 150 tiveram uma menor TMoP. Segundo Volenec & Nelson (1984), o efeito da adubação nitrogenada é decorrente da maior produção de células, sendo que o N está concentrado nos locais de maior divisão celular como nas gemas basais (Gastal & Nelson, 1994).

Garcez Neto et al., (2002) em estudo com capim-mombaça com diferentes níveis de suprimento de N e alturas de corte, também verificaram que o suprimento de N teve efeitos significativos sobre o número total de perfilhos.

Para os perfilhos aéreos, também não foi encontrado efeito de interação entre épocas e doses de N, a DPPa não diferiu entre as estações do ano avaliadas e nem entre as doses de N (Tabela 2). Para o capim-milênio, no presente experimento, a quantidade de perfilhos aéreos manteve-se constante durante o período de avaliação, indicando que talvez sua participação não seja significativa para a produção total da pastagem.

A TApPa foi maior na primavera, época em que houve o aumento na taxa de lotação dos pastos, fator que pode ter influenciado nessa variável, podendo ser uma resposta da planta ao manejo mais intenso empregado, que, segundo Santos et al., (2009) pode estar relacionado a plasticidade fenotípica da planta aos incrementos nas estratégias de manejo em razão da remoção meristema apical (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade populacional de perfilhos aéreos (DDPa, perfilhos/m²), taxa de aparecimento de perfilhos aéreos (TApPa) e taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (TMoPa, perfilhos/100 perfilhos.dia) do capim-milênio submetido à doses crescentes de adubação nitrogenada durante as épocas do ano.

Épocas	Tratamentos			Média	EPM
	150	300	450		
-----DPPa (perfilhos/m ²)-----					
Primavera	22,7	34,8	30,5	29,7	3,0
Verão	26,3	33,4	33,0	31,0	2,4
Outono	34,1	23,2	30,5	29,3	4,8
Média	27,7	30,5	31,3		
EPM	5,1	4,5	4,5		
-----TApPa (perfilhos/100 perfilhos,dia)-----					
Primavera	1,6	1,6	1,9	1,7 ^a	0,1
Verão	1,1	1,4	1,3	1,3 ^B	0,1
Outono	0,8	0,7	0,7	0,7 ^C	0,1
Média	1,6	1,3	1,3		
EPM	0,1	0,1	0,1		
-----TMoPa (perfilhos/100 perfilhos,dia)-----					
Primavera	0,6	1,2	1,3	1,0	0,1
Verão	0,6	1,3	1,4	1,1	0,05
Outono	0,5	1,0	1,3	0,9	0,09
Média	0,6 ^b	1,1 ^a	1,3 ^a		
EPM	0,1	0,09	0,09		

EPM: erro padrão da média.

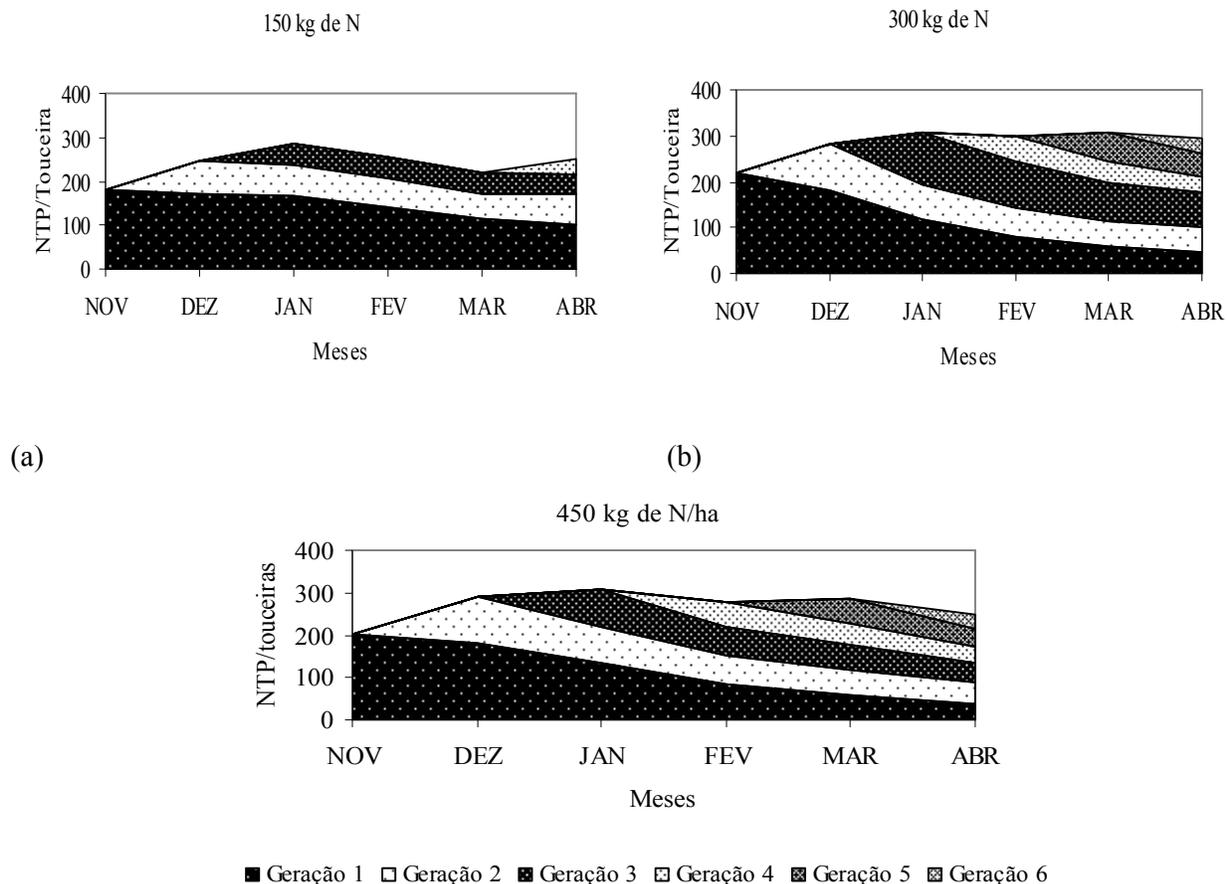
Médias com mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si (P>0,05)

Médias com mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05)

As doses de adubação propiciaram diferença para TMoPa, sendo maior para os pastos que receberam 300 e 450 kg de N/ha e para os pastos com 150 kg de N essa variável obteve quase a metade do valor encontrado para os piquetes adubados (Tabela 2). A maior decapitação de perfilhos aéreos pelos animais pode explicar esse fato, houve maiores taxas de

lotação nos piquetes mais adubados por causa da alta produção de massa e altas taxas de acúmulo.

O tratamento 150 kg de N permitiu que houvesse apenas quatro ciclos de pastejo durante o período experimental, enquanto para os tratamentos 300 e 450 kg de N foi possível a avaliação das gerações de perfilho por seis ciclos de pastejo (Figura 2).



(c) Figura 2. Dinâmica populacional de perfilhos totais basais em capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.

A partir do mês de fevereiro houve uma drástica diminuição na população de perfilhos da primeira geração, principalmente, para os piquetes com 300 e 450 kg de N, em cerca de 79% e 82%, respectivamente. Também foram registradas nesse mês, diminuição da precipitação média em relação a dezembro e janeiro e outro fator que poderia ter ocasionado essa diminuição seria o aumento na intensidade de pastejo desses piquetes, que recebiam maior quantidade de animais em períodos de descanso menores que os piquetes que receberam 150 kg de N/ha (Figura 2).

As gerações seguintes foram sempre menores que a primeira para os pastos com doses de 150 e 450 kg de N. Para os piquetes que receberam 300 kg de N, houve um aumento no número de perfilhos na terceira geração (janeiro), o que pode ter influenciado na DPP que em média foi maior para esses piquetes.

A quarta geração para os pastos com o tratamento 150 e a sexta para pasto com 300 e 450 kg de N (abril), foram bem menos vigorosas que as anteriores, em média o número de perfilhos nascidos foi de 32 por touceira, que coincide com a menor TApP (Tabela 3), pois ocorria o intenso florescimento do capim nessa época, o que comprova o mecanismo da planta em priorizar o florescimento em detrimento do aumento no número de perfilhos novos.

Para os perfilhos aéreos foi observado diminuição no número de perfilhos a partir do mês de janeiro, principalmente para os piquetes que receberam 300 e 450 kg de N (Figura 3).

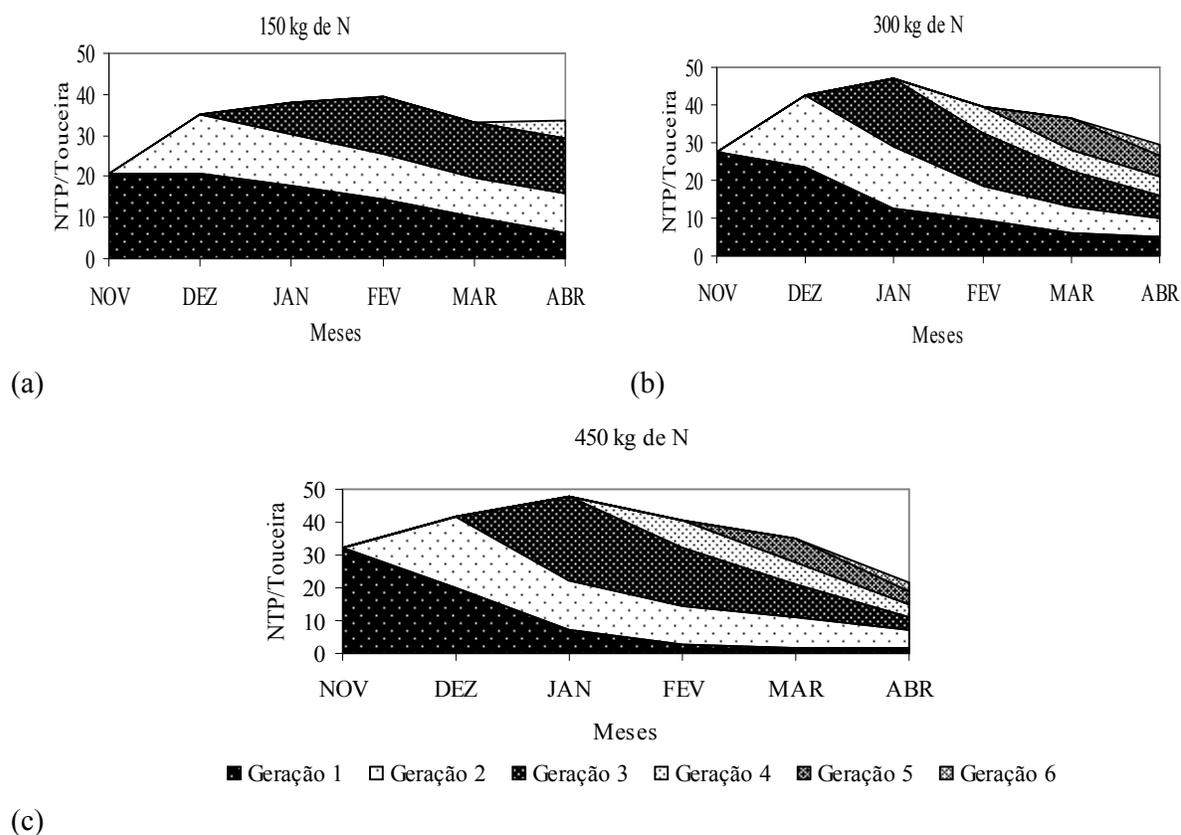


Figura 3. Dinâmica populacional de perfilhos totais aéreos em capim-milênio submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.

Difante et al., (2008), avaliando a dinâmica de perfilhamento em capim-marandu submetido a diferentes alturas e intervalos de corte, observaram declínio nas taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos basais para todos os cortes e intervalos avaliados, e

nos meses de dezembro e janeiro foram registrados as maiores TApPa, por causa da maior renovação de tecidos, favorecida pelo aumento da temperatura e precipitação.

Os fatores favoráveis de ambiente somados as altas taxas de lotação obtidas no mês de janeiro neste experimento, explicam a maior emissão de perfilhos ocorrido nessa geração (terceira geração), que foi cerca de 10% superior ao mês de dezembro para todos os tratamentos empregados.

Para os tratamentos 300 e 450 kg de N, houve um comportamento semelhante para o índice de estabilidade, apresentando valores maiores que 1,00, indicando que ocorreu maiores taxas de nascimento em detrimento as taxas de mortalidade. A partir do mês de fevereiro houve uma maior estabilidade de perfilhos, visto que os valores se aproximaram a 1,0 (Figura 4).

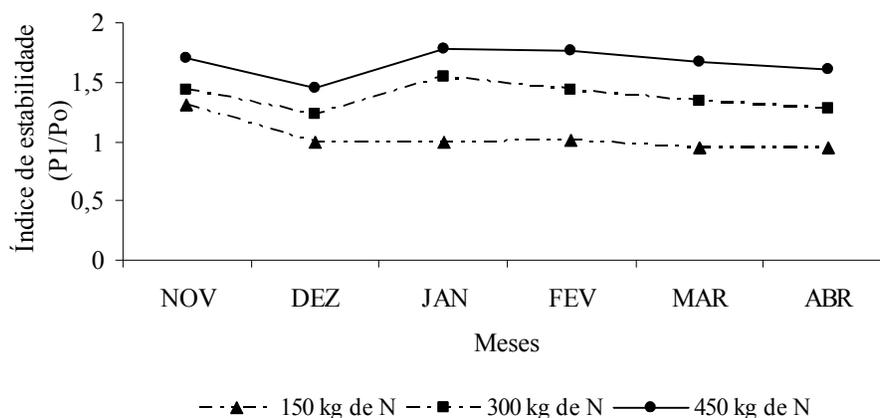


Figura 4. Índice de estabilidade da população de perfilhos de capim-milênio submetido a doses crescente de adubação nitrogenada.

O índice de estabilidade foi elevado para os pastos com 300 e 450 kg de N, coincidindo com a alta TApP nesse período (janeiro), pelo efeito associado do N, com luminosidade e água. Desta forma, a população estaria aumentando, com um declínio no mês de dezembro e após o mês de janeiro ocorre uma tendência à estabilidade, com o índice se aproximando de 1,00 nos próximos meses de avaliação.

O início das marcações de perfilhos ocorreu no mês de novembro, sendo o final da primavera e início do verão, por isso, os valores maiores que 1,00 para todos os tratamentos, indicando, maior número de nascimentos em relação à mortalidade de perfilhos, devido a época favorável de crescimento.

Com o aumento da utilização do pasto e com a diminuição do ciclo de rebrota ocorrendo mais vezes nos pastos mais adubados (300 e 450 kg de N), ocorreu a abertura do pasto pela remoção de folhas pelo animal mais vezes, permitindo a entrada de luz no dossel e ativação de gemas basais nos estratos inferiores, e pastos que receberam 150 kg de N mantiveram-se mais estáveis, após o mês de novembro, com índice de estabilidade próximos e iguais a 1,00 ao longo do período de dezembro a abril. Estes piquetes apresentaram períodos de rebrota maiores e, também pela produção, as taxas de lotação foram menores, o que permitiu que os pastos chegassem ao equilíbrio entre nascimento e mortalidade mais rapidamente que nos tratamentos mais adubados e de utilização mais intensa.

Conclusões

A primavera e verão proporcionam condições para que sejam maiores a densidade, taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos. Pastos com doses elevadas de nitrogênio apresentam taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos maiores que pastos menos adubados, ao ponto que pastos que recebem menores doses de N apresentam populações mais estáveis de perfilhos.

A adubação nitrogenada associada às condições climáticas favoráveis existentes na primavera e verão proporcionam maior renovação de perfilhos na população de plantas. Desta forma o pasto apresenta uma maior participação de perfilhos jovens.

Referências

BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivars, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, n.8, p.803-817, 2003.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.567-575, 2001.

DA SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V.; MARANHÃO, C.M.Q.de; PATÊS, N.M.S.da; SANTOS, L.C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009.

DIFANTE, G.S.dos; NASCIMENTO Jr, D.N.do; SILVA, S.C.da.; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A.M.; ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.189-196, 2008.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. (2 Ed). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. da; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GASTAL, F. & NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant physiology**, v.105, p.191-197, 1994.

HERLING, V.; MARTINS SOBRINHO, E.; LUZ, P.; SUDA, C.; BRAGA, G.; LIMA, C. Efeitos de tipos e doses de calcário na produção e valor nutritivo da matéria seca do capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.23, n.5, p.1243-1248, 2001.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; HAMILTON, N. R. S. Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS E ECOLOGIA DO PASTEJO, 1., Curitiba, 1999. **Anais...** Curitiba : UFPR, 1999. p. 109-133.

PEARSE, P.J.; WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal Agricultural Science**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.da; BALBINO, E.M.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, S.P.da. Caracterização dos perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.4, p.643-649, 2009.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L.R.de; LUGÃO, S.M.B.; CRUZ, M.C.P.; CAMPOS, F.P. de; FERREIRA, M.E. Respostas agronomicas e morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob pastejo, à adubação nitrogenada. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.62, n.4, p.333-346, 2005.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT User's Guide**, Version 9.1. Cary 2002-2003.

SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. 1990. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. 68p.

TURNER, N.C., BEGG, J.E. 1978. Response of pasture plants to water deficits. In: WILSON, J.R. (Ed.) **Plant relations in pastures**. Melbourne, CSIRO. p.50-66.

VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, v.23, p.720-724, 1983.

V – Componentes do tecido de lâminas foliares de capim-milênio submetido a doses de nitrogênio

Resumo

Este trabalho foi realizado para avaliar a influência do uso de doses crescentes de nitrogênio (controle=sem N; 150; 300 e 450 kg de N/ha), nas proporções de tecidos de lâminas foliares e no valor nutritivo de capim-milênio, em sistema de pastejo com lotação intermitente no período do verão de 2007. O delineamento foi inteiramente casualizado. As folhas foram coletadas de perfilhos vegetativos, sendo a última e penúltima folha expandida. A porcentagem de esclerênquima (ESC) foi 37% menor para os pastos adubados com 150 e 300 kg de N/ha e 27% menor para os com adubação de 450kg em relação aos pastos sem adubação. A porcentagem de mesofilo (MES) aumentou linearmente com as doses de nitrogênio, sendo até 10% maior para os pastos com 450 kg de N, em relação aos não adubados. As características morfológicas (Área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e comprimento) aumentaram linearmente com o aumento das doses de nitrogênio. Houve correlação positiva entre AF e BPF (bainha parenquimática dos feixes), AFE e BPF, MES (mesofilo) e largura de lâminas. A porcentagem de PB (proteína bruta) e DIVMS (digestibilidade *in vitro* da matéria seca) foram maiores para os tratamentos com maior adubação (300 e 450 kg). A epiderme abaxial (EPIaba) e os teores de fibra em detergente ácido e neutro (FDA e FDN) tiveram correlação positiva, o mesmo ocorreu entre a DIVMS e BPF. O nitrogênio aplicado à pastagem pode influenciar na melhoria do valor nutritivo de lâminas foliares do capim-milênio e na proporção de tecidos considerados de alta digestibilidade.

Palavras-chave: Adubação, área foliar, correlação, morfologia, pastejo intermitente

Components of the tissue of leaves blades of Millennium grass under doses of nitrogen

The objective was to evaluate the influence of the use of increasing doses of nitrogen (control = no N, 150, 300 and 450 kg N / ha), in proportions of tissues of leaf blades and the nutritional value of grass-Millennium, in grazing system with intermittent stocking during the summer of 2007. The design was completely randomized. There were collected the last and penultimate expanded leaves of vegetative tillers. The proportion of abaxial epidermis (EPIaba) and vascular tissue (VT) decreased linearly with increasing doses of nitrogen. The percentage of sclerenchyma (ESC) was 37% lower for the pasture fertilized with 150 and 300 kg N / ha and 27% lower for those with 450 kg on pasture without fertilization. The percentage of mesophyll (MES) increased linearly with doses of nitrogen, being 10% higher for pasture with 450 kg of N in relation to non-fertilized. The morphological characteristics (leaf area (LA), specific leaf area (SLA) and length) increased linearly with increasing doses of nitrogen. The percentage of CP (crude protein) and IVDDM (in vitro digestibility of dry matter) were higher for treatments with higher fertilization (300 and 450 kg). The EPIaba and the levels of acid detergent fiber and neutral (NDF and ADF) had positive correlation, the same occurred between IVDDM and PBS. The nitrogen applied to pasture can influence improving the nutritive value of leaf blades of grass-Millennium and in the proportion of tissues considered with high digestibility.

Key Words: fertilization, leaf area, correlation, morphology, intermittent grazing

Introdução

O estudo das proporções de diferentes tecidos nas lâminas foliares tem relevante destaque, pois complementam informações sobre os fatores que interferem na qualidade das forrageiras, visto que nem sempre a análise química e a digestibilidade explicam todas as variações no consumo das forrageiras (Lempp, 2007).

A nutrição mineral contribui para a organização estrutural da lâmina, o nitrogênio é o nutriente que possui influência direta sobre os aspectos morfológicos e anatômicos servindo como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos (Taiz & Zeiger, 2004). E, o suprimento deste nutriente via adubação, torna-se em vários casos, essencial para a expressão do potencial genético

de produção de massa quanto ao acúmulo de biomassa e mesmo para manter a sobrevivência da gramínea sob pastejo, quando outros fatores que conduzem a degradação dos pastos não são negligenciados.

Em estudo avaliando a anatomia de lâminas foliares de *Panicum maximum* Jacq cv. Massai sob o efeito de doses de nitrogênio, Lempp et al., (2004) observaram que o nitrogênio pode elevar o valor nutritivo da cultivar devido ao aumento nas proporções de células do mesofilo (MES) e da bainha parenquimática dos feixes (BPF), isto se não ocorrer espessamento da parede celular dessas células.

A associação entre a proporção de tecidos, medida em seções transversais de lâminas foliares de gramíneas forrageiras têm sido estudada desde 1972 (Wilkins, 1972). Akin & Amos (1975) demonstraram que as células do MES e as do floema, de delgada parede celular, são rapidamente digeridas, enquanto as da epiderme e as da BPF são de digestão lenta e parcial. O esclerênquima (ESC) e o xilema, que apresentam parede celular espessa e lignificada, são indigestíveis (Akin, 1989). E, este é o principal componente morfológico de gramíneas C_4 associado ao desempenho animal. Mas, poucos estudos foram realizados para obter informações quanto ao efeito de nutrientes, como o nitrogênio, na proporção de tecidos de lâminas foliares.

O objetivo deste trabalho foi verificar se doses crescentes de adubação nitrogenada, interferem na proporção anatômica de tecidos em seções transversais de lâminas foliares e no valor nutritivo de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do IAPAR, em Paranavaí-PR, localizada a 23° 05' S de latitude 52° 26' W de longitude e uma altitude média de 480m. O tipo climático predominante na região é o cfa – clima subtropical úmido mesotérmico pela classificação de Köppen. Este se caracteriza pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas e uma tendência de concentração das chuvas no período da primavera e verão. A temperatura média anual é de 22°C. A precipitação pluvial anual situa-se em torno de 1.200 mm.

A cv. IPR-86 Milênio de *Panicum maximum* Jacq (capim-milênio) foi estabelecida em outubro de 1995, e as adubações foram iniciadas em novembro 1997. Os dados deste trabalho referem-se ao período de janeiro de 2007. O solo da área

experimental foi caracterizado como Argisolo Vermelho distrófico textura arenosa (Avd), topografia quase plana e boa drenagem, cujos valores das características físicas foram: 89% de areia, 10% de argila e 1% de silte (Embrapa, 2006). A análise do solo (0-20 cm), realizada no início da instalação do experimento, revelou pH (CaCl_2), 5,67; C (g/dm^3), 10,03; P (mg/dm^3), 11,00; K ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), 0,23; Ca ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), 2,05; Mg ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), 1,44; H+Al ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), 2,55; SB ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), 4,8; T ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), 6,22; V (%), 59,95.

Juntamente com a primeira adubação nitrogenada, cuja fonte utilizada foi o nitrato de amônio, foi realizada a adubação fosfatada, tendo como fonte o superfosfato simples, com intuito de elevar o teor de fósforo, a $15 \text{ mg}/\text{dm}^3$. A adubação potássica foi parcelada junto com a nitrogenada, usando-se o cloreto de potássio como fonte objetivando-se elevar a saturação de K a 4% da CTC. Toda a adubação foi realizada a lanço logo após a saída dos animais do piquete.

Os tratamentos utilizados foram: sem adubação; 150; 300 e 450 kg de N/ha O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, sendo que, cada tratamento foi constituído de oito unidades experimentais (piquetes) totalizando uma área de 2,02 ha, Os ciclos de pastejo foram determinados pela altura de pré-pastejo (90 cm) e pós-pastejo (40 cm).

Quando os pastos se aproximavam da altura de pré-pastejo, foram coletadas 13 lâminas de cada repetição, sendo estas coletadas de perfilhos vegetativos. Selecionou-se as últimas e penúltimas lâminas foliares com lígula exposta, sendo cortadas na região do colar e acondicionadas em sacos plásticos. Destas 13 lâminas, dez foram imediatamente armazenadas em sacos plásticos e colocadas em um freezer a -10°C até serem iniciadas as avaliações morfofisiológicas.

Para a caracterização dez lâminas foram mensuradas com o auxílio de uma régua, medindo a largura na porção central da lâmina e o comprimento tomado do ápice até a base de inserção na lígula. Mediu-se a área foliar, utilizando o medido Licor Modelo 3100, obtendo os valores pela média de duas leituras realizadas. As lâminas foram pesadas e levadas à estufa a 60°C por 72 horas, após este período foram pesadas novamente e estimada a área foliar específica (AFE) dividindo-se a área (cm) pelo peso seco (g) obtido após secagem (Radford, 1967).

As três lâminas restantes, logo após coletadas, foram cortadas em sua região mediana, obtendo fragmentos de aproximadamente 1 cm, que foram acondicionados em vidros com capacidade de 10mL e cobertos com solução de 50% (formol-ácido acético-álcool etílico), armazenados até o início do preparo histológico.

Os fragmentos de cada lâmina foliar foram submetidos a série alcoólica com álcool butírico terciário por cerca de 40 horas para a remoção gradual da água evitando a plasmólise celular efetuando uma progressiva desidratação (Daykin & Hussey, 1985). Após a série alcoólica utilizou-se a inclusão em “paraplast”, foram seccionados transversalmente a 10 µm, com uso de micrótomo rotatório, desparafinados efetuando a coloração quádrupla triarca dos tecidos (Hagquist, 1974) e a montagem de lâminas permanentes para a quantificação anatômica.

As proporções dos diferentes tecidos foliares foram determinadas com o auxílio do microscópio óptico binocular acoplado ao Software de Análise de Imagens, modelo Axion Vision versão 3.1. Foi realizada a mensuração da área total da seção transversal da lâmina projetada no vídeo, em seguida foram medidas as áreas das epidermes adaxial e abaxial (EPIada e EPIaba), do esclerênquima (ESC), da bainha parenquimática dos feixes vasculares (BPF), dos tecidos vasculares (TV). O mesofilo (MES) foi calculado pela diferença entre a área total da seção transversal e as áreas dos demais tecidos.

Foram realizados cortes no pasto para a estimativa do acúmulo de biomassa por meio do uso de um quadro de 1 m², posicionado em 5 pontos representativos dos piquetes e a forragem contida no interior do quadro foi cortada a 40 cm, após a pesagem retirou-se uma subamostra que foi separada em folha, colmo+bainha e material morto. As folhas foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, moídas em peneira de 1 mm, submetidas as análises para estimativa de proteína bruta (PB) AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em ácido sulfúrico (LIG) (Van Soeste et al., 1994); digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (Tilley & Terry, 1963).

As médias foram submetidas a análise de regressão e análise de correlação parcial de *Pearson* entre as características morfofisiológicas; valor nutritivo e proporção anatômica de tecidos. Procedeu-se à ANOVA dos dados e para tal, foi utilizado o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2003), em que os

comandos RANDOM e TEST foram empregados. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, adotando-se 5% de nível de significância.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para proporção de EPIada e BPF nas seções transversais de lâminas foliares de capim-milênio não diferiram entre os pastos não adubados e aqueles que receberam doses crescentes de adubação nitrogenada (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção de epiderme adaxial (EPIada) e bainha parenquimática dos feixes (BPF), expressa em % na seção transversal em lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.

Tratamentos	Variáveis	
	EPIada	BPF
0	16,62	31,31
150	15,13	32,71
300	15,19	33,51
450	14,38	33,94
Média	15,33	32,87
EPM	0,88	0,64

EPM: Erro padrão da média. Tukey $P < 0,05$.

As paredes externas das células da epiderme tornam-se espessas, lignificadas e cobertas com uma camada de cutícula e cera, à medida que se desenvolvem, sendo mais pronunciado na EPIaba que na EPIada (Wilson, 1993). O mesmo autor relatou que as células da BPF das gramíneas tropicais apresentam células com duas paredes, constituindo tecidos parcialmente degradados apresentando em seu interior alto teor de proteína e amido, e representam geralmente de 20 a 35% da seção transversal (Lempp, 2007), sendo que essas células geralmente são associadas com o acúmulo de biomassa, com seu aumento ocorre também aumento na largura e na AF das folhas.

As proporções de EPIaba e TV responderam de modo linear decrescente com o aumento das doses de N empregadas, (Figura 1) tecidos que são considerados de lenta degradação e indigestíveis, respectivamente (Akin, 1989).

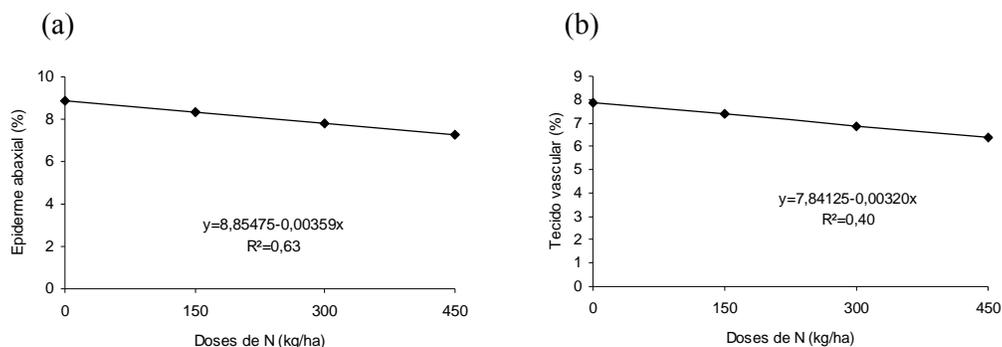


Figura 1. (a) Epiderme abaxial (EPIaba) e (b) Tecido vascular (TV) expressas em % na seção transversal de lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio.

As lâminas foliares dos pastos que não receberam nitrogênio tiveram em média 17% a mais de proporção de EPIaba e TV que as lâminas que receberam os tratamentos com adubação. Em experimento paralelo a este foi constatado o aumento no acúmulo de colmo com o aumento das doses de N (Basso et al., 2009, dados não publicados), fato que pode explicar a diminuição na porcentagem de TV nas lâminas de capim-milênio, as folhas dessa cultivar com o aumento e alongamento de colmos apresentam-se mais curvadas podendo assim, diminuir a quantidade de TV utilizado para sustentação.

A proporção de ESC respondeu de forma quadrática às doses de nitrogênio, sendo aos 276 kg de N/ha o ponto de menor valor encontrado (Figura 2a). A proporção de MES nas lâminas foliares de capim-milênio aumentou linearmente com incremento das doses de nitrogênio empregadas, (Figura 2b).

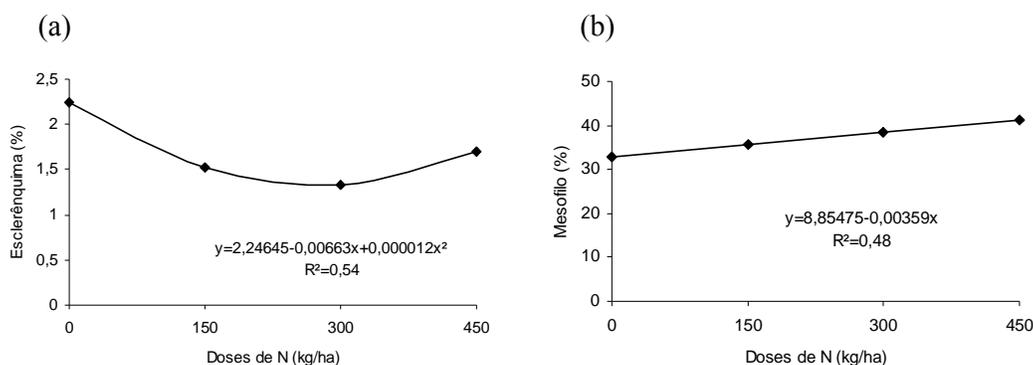


Figura 2. (a) Proporção relativa de esclerênquima (ESC) (b) mesofilo, expressas em % na seção transversal de lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de nitrogênio.

Batistoti et al., (2006), avaliando 25 genótipos de *P. maximum*, não verificaram diferenças nessa variável entre os genótipos avaliados, porém o capim-milênio apresentou maior proporção de ESC na seção transversal da lâmina foliar (1,7%) em relação aos demais, e os autores relataram que este capim exibe folhas com arranjo mais ereto no perfilho e assim as lâminas podem exercer maior função estrutural, o que é atribuído principalmente ao ESC, tecido de sustentação, ou ao ESC e TV associados. O que permite inferir que a diferença entre ESC e TV pode estar mais relacionada com doses de adubação nitrogenada, do que entre genótipos da mesma espécie e gênero.

Van Soest (1994) citou que uma das diferenças entre lâminas de gramíneas C₃ e C₄, é que nas C₄, estas também exercem função estrutural, o que pode explicar o aumento na proporção de ESC com o aumento das doses de N. Pois segundo Lugão (2003) o nitrogênio é responsável pelo aumento na produção de massa, exigindo da planta maiores proporções em tecidos de sustentação.

O ESC pode interferir direta ou indiretamente na degradabilidade das lâminas foliares. Diretamente em função do quanto representa ao longo da seção transversal, por sua natureza indigestível (Akin, 1989). Indiretamente em função de sua localização na lâmina foliar, podendo formar a estrutura girder I ou girder T. Denomina-se estrutura girder I quando o ESC está localizado entre as EPI, adaxial e abaxial, e as células da BPF, e girder T quando está entre a EPI, adaxial ou abaxial, e a BPF. Wilson et al., (1983) atribuíram a menor degradabilidade observada nas lâminas de *P. maximum* cv. Petrie em relação à *Lolium perenne*, pela maior presença da estrutura girder na cv. Petrie.

A proporção de MES foi em média 9% maior para os pastos submetidos à adubação nitrogenada. Altas proporções de MES são importantes do ponto de vista qualitativo das gramíneas forrageiras, sendo juntamente com o floema o tecido que apresentam maior digestibilidade.

Akin (1989) citou que tanto o MES, como floema, apresentam rápida degradabilidade e não formam barreira física à digestão, tanto em gramíneas C₃ como em C₄. Uma das maiores diferenças entre o valor nutritivo de gramíneas C₃ e C₄ se deve à maior proporção de MES nas gramíneas de clima temperado.

Akin et al., (1983) observaram 50% de desaparecimento de MES nas primeiras seis horas de incubação *in vitro*. Sendo assim, as células de MES constituem importante substrato para todas as bactérias do rúmen, sendo digeridas por enzimas extracelulares.

Com relação às características morfofisiológicas, somente a largura não foi diferente entre os tratamentos, ficando na média ao redor de 3,01 cm. Já o comprimento, AF e AFE aumentaram linearmente com as doses de nitrogênio empregadas (Figura 3).

O comprimento aumento linearmente com as doses de N, os pastos não adubados com nitrogênio apresentaram valores médios de 13%; 28% e 16% menores que os submetidos a adubação nitrogenada, respectivamente para comprimento, AF e AFE (Figuras 3a, b e c).

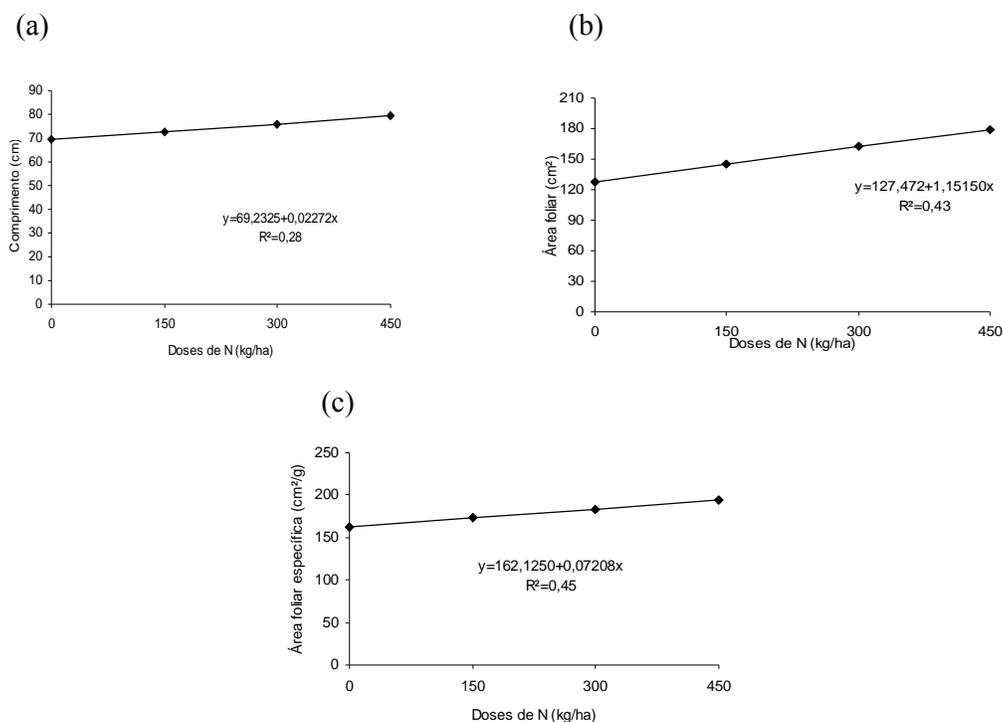


Figura 3. (a) Comprimento de lâminas foliares (cm), (b) Área foliar (AF, cm²) e (c) Área foliar específica (AFE, cm²/g) de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada, no período do verão.

Os resultados indicam que com o aumento das doses de nitrogênio ocorre modificação das características morfofisiológicas, pois o N participa intimamente dos processos de divisão celular. A taxa de expansão foliar e o comprimento final da folha da gramínea aumentam com a aplicação do N, resultando num aumento mais rápido da

área foliar (Bélanger, 1998) e, portanto, em maior interceptação de luz incidente e em maior taxa de crescimento da gramínea (Bélanger et al., 1993).

O teor de PB respondeu de forma positiva e linear com o aumento das doses de nitrogênio, sendo de 5%; 9%; 14% e 16%, para os pastos sem adubação, com 150 kg, 300 e 450 kg de N, respectivamente (Figura 4a).

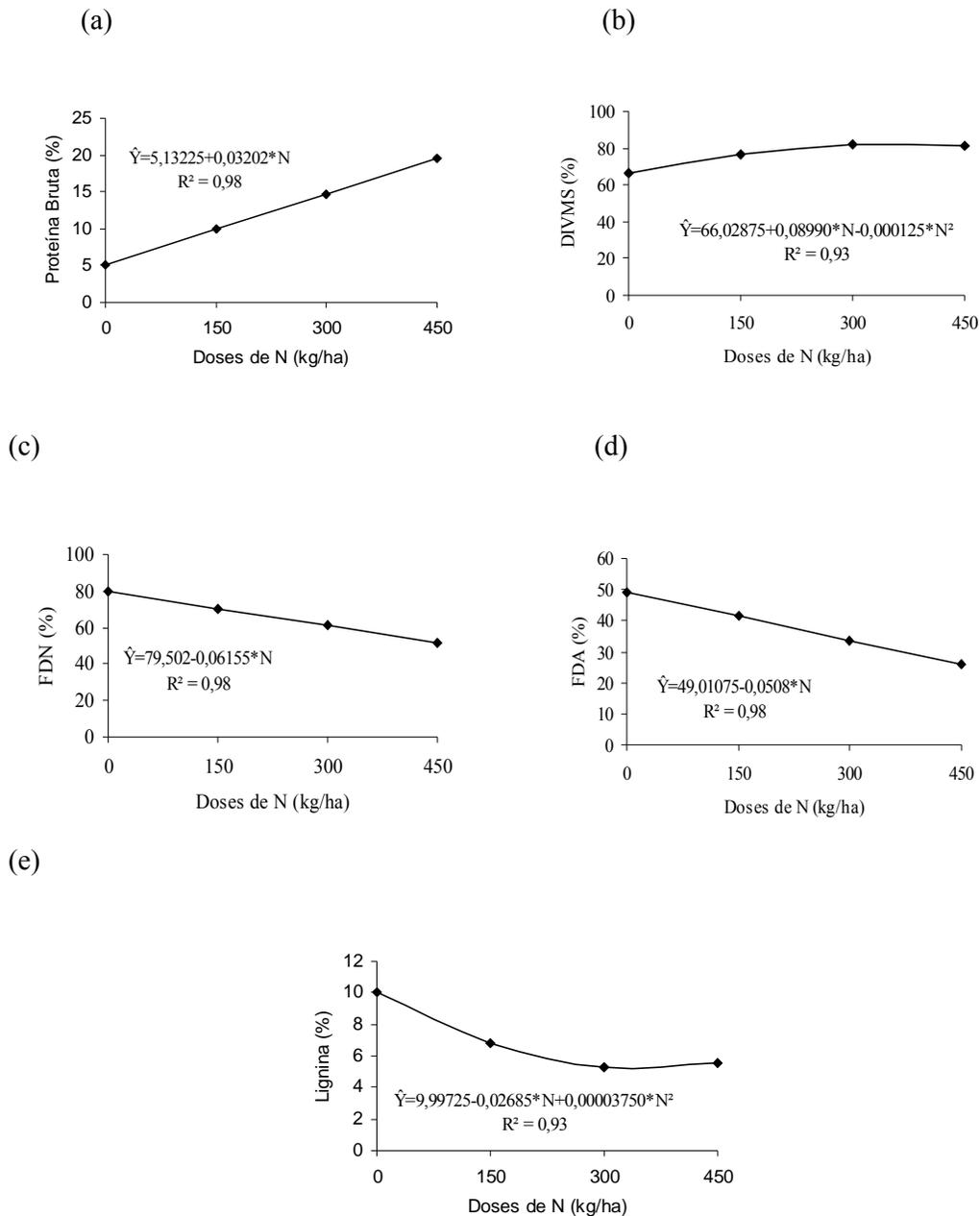


Figura 4. (a) Proteína Bruta (PB), (b) Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), (c) Fibra em detergente neutro (FDN), (d) Fibra em detergente ácido (FDA) e (e) Lignina em porcentagem nas lâminas foliares de capim-milênio, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada, no período do verão.

A DIVMS respondeu de forma quadrática com o aumento das doses de N, com ponto de mínimo atingido aos 299 kg de N (Figura 4b).

Os teores de FDN e FDA diminuíram linearmente com o aumento das doses de N. Em relação aos teores de FDN houve diminuição de até 15% para os piquetes que receberam 450 kg de N em relação aos não adubados e para FDA de cerca de 22%, comparando esses mesmos tratamentos (Figura 5c, d).

A resposta quadrática nos teores de lignina (Figura 5e) pode indicar que se ocorre aumento da produção de massa poderá ocorrer o incremento na porcentagem de estruturas que conferem sustentação as gramíneas tropicais, podendo comprometer a qualidade da forrageira pastejada, uma vez que a lignina está associada à indigestibilidade dos componentes da parede celular (Van Soest, 1994).

Houve correlação significativa para a maioria das características anatômicas e morfofisiológicas avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de correlação linear entre proporção de tecidos e características morfofisiológicas de lâminas foliares de capim-milênio.

Caráter Tecidos	Comprimento (cm)	Largura (cm)	AF ⁷ (cm ²)	AFE ⁸ (cm ² /g)
EPIada ¹	-0,45***	-0,48**	-0,60**	-0,58**
EPIaba ²	-0,43***	-0,51**	-0,41**	-0,40**
TV ³	0,07	-0,10	-0,21	-0,20
BPF ⁴	0,40**	0,30*	0,61***	0,61***
ESC ⁵	0,00	-0,23	-0,23*	-0,20*
MES ⁶	0,13	0,53**	0,42*	0,42*

¹ Epiderme adaxial; ² epiderme abaxial; ³ tecido vascular; ⁴ bainha parênquimática dos feixes;

⁵ esclerênquima; ⁶ mesofilo; ⁷ área foliar; ⁸ área foliar específica.

***P<0,001, **P<0,01, *P<0,05.

Houve correlação negativa entre comprimento e EPIada e EPIaba, o que indica que com o aumento do comprimento das lâminas, que ocorreu nos pastos com maior adubação, houve diminuição nas estruturas que compõem as epidermes. Houve também correlação negativa entre a largura e as epidermes.

As células da BPF e o comprimento se correlacionaram positivamente, o mesmo comportamento ocorreu entre a BPF e largura, BPF e AF e BPF e AFE, ou seja, as células da BPF aumentam com o aumento das características morfológicas. As células da BPF apresentam um volume maior que as de ESC e TV juntos (Wilson, 1997), o que

pode explicar sua alta correlação com AF e AFE, desse modo, pode-se considerar que com o aumento na AF ocorre aumento na proporção de células ricas em proteína como é o caso das BPF.

Com relação à proporção de MES, houve correlação positiva com a largura e AF indicando que folhas que possuem maior área fotossinteticamente ativa podem apresentar maior quantidade de células de MES.

Wilson et al., (1989) verificaram que genótipos de *Cenchrus ciliaris* com folhas mais pesadas e com alta AFE (g de MS/cm²) foram associadas às maiores proporções de tecidos de paredes espessas (BPF+TV+ESC) na seção transversal da lâmina foliar.

O ESC que desenvolve parede secundária espessa e em lâminas foliares de gramínea, são dispostas acima e abaixo dos feixes vasculares (Wilson, 1993), mostrou correlação negativa com AF e AFE.

Houve correlação positiva entre EPIaba e FDN, FDA e negativa entre EPIaba e DIVMS. Com o aumento da porcentagem de tecidos da EPIaba houve diminuição na DIVMS, e com o aumento das doses de nitrogênio houve o aumento na digestibilidade e diminuição na EPIaba (%) (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear entre proporção de tecidos e valor nutritivo de lâminas foliares de capim-milênio.

Caráter Tecidos	PB ⁷	FDN ⁸	FDA ⁹	DIVMS ¹⁰	LIG ¹¹
EPIada ¹	0.06	-0.05	0.21	-0.25	0.22
EPIaba ²	-0.50	0.65***	0.62**	-0.49*	0.41
BPF ³	0.35	-0.13	-0.16	0.24	-0.33
MES ⁴	0.19	-0.25	-0.64***	0.56**	-0.44
TV ⁵	0.18	0.07	0.32	-0.33	0.38
ESC ⁶	-0.30	0.59**	0.71***	-0.64**	0.58**

¹ Epiderme adaxial; ² epiderme abaxial; ³ tecido vascular; ⁴ bainha parênquimática dos feixes; ⁵ esclerênquima; ⁶ mesofilo; ⁷ proteína bruta; ⁸ fibra em detergente neutro, ⁹ fibra em detergente ácido, ¹⁰ digestibilidade *in vitro* da matéria seca, ¹¹ liginina.

***P<0,001, **P<0,01, *P<0,05.

As células da BPF constituem uma significativa fonte de conteúdo celular prontamente digestível, porém esse conteúdo pode não estar disponível aos microrganismos do rúmex pelo espessamento das paredes celulares e a formação de estrutura girder I ou T (Wilson, 1997).

Não houve correlação entre a porcentagem de TV com nenhuma das características de valor nutritivo estudadas. Com o aumento das células do ESC houve

aumento no teor de FDN, FDA, diminuição na DIVMS, e aumento no teor de lignina. A lignina atrasa a hidrólise das células da epiderme e ESC, e previne ainda a digestão de tecidos vasculares (Harbers et al., 1981), portanto a lignina presente nos órgãos e tecidos como componente estrutural, pode produzir efeito negativo na digestibilidade da fibra.

Conclusões

O uso de adubação nitrogenada no capim-milênio diminui a proporção de tecidos considerados de lenta digestibilidade, aumenta os teores de proteína bruta e digestibilidade.

O aumento no valor nutritivo pode estar correlacionado com a proporção de tecidos em lâminas foliares de capim-milênio.

Referências Bibliográficas

- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy of Journal**, v.81, n.1, 1989, p.17-25.
- AKIN, D.E. & AMOS, H.E. Rumen bacterial degradation of forage cell walls investigated by electron microscopy. **Applied Microbiology**, v.29, n.5, 1975, p.692-701.
- AKIN, D.E.; WILSON, J.R.; WINDHAM, W.R. Site and rate of tissue digestion in leaves of C3, C4 and C3/C4 intermediate Panicum species. **Crop Science**, v.23, n.1, 1983, p.147- 155.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses**, v.15, n.1, p.72-74, 1990.
- BATISTOTI, C.; LEMPP, B.; JANK, L. ; GOMES, R. A. et al., Estudo morfoanatômico de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, Campo Grande-MS. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006 (CD ROM).
- BÉLANGER, G. Morphogenetic characteristics of timothy grown with varying N nutrition. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.78, p.103-108, 1998.
- BÉLANGER, G.; GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Growth analysis of a tall fescue sward fertilized with different rates of nitrogen. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1317-1376, 1993.
- DAYKIN, M.E. & HUSSEY, H.S. Staining and histopathological techniques in nematology. In: Barker, K.R., Carter, C.C. & Sasser, J.N. (Eds.) An advanced

- treatise on *Meloidogyne*: methodology. Raleigh. North Carolina State University Graphics. 1985. p.39-48.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p
- HAGQUIST, C.W. Preparation and care of microscopy slides. **Amuorg Biology Teacher**, v.36, 1974, p.414-417.
- HARBERS, L.H.; BRAZLE, F.K.; RAITEN, D.J.; OWENSBY, C.E. (Eds.). Microbial degradation of smooth brome and tall fescue observed by scanning electron microscopy. **Journal of Animal Science**, v.51, n.2, 1981, p.439-446.
- LEMPP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.315-329, 2007.
- LEMPP, B.; KICHEL, A.G.; MIRANDA, A.H.B. et al., Proporção e arranjo de tecidos em lâminas foliares de *Panicum maximum* cv. Massai. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. (CD ROM) Forragicultura. FOR-072.
- LUGÃO, S.; RODRIGUES, L.; ABRAHÃO, J. et al., Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do Nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (Acesso BRA-006998) adubadas com Nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.2, p. 371-379, 2003.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT User's Guide**, Version 9.1. Cary 2002-2003.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutricional ecology of the ruminant**. 2nd ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WILKINS, R. J. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relationships with chemical and anatomical parameters. **Journal of Animal Science**, v.78, n.3, 1972, p.457- 464.
- WILSON, J. R. & HATFIELD, R. D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen micro flora. **Journal of Agriculture**, Aust., v.48, 1997, p.165-180.
- WILSON, J.R. Organization of forage plant tissue. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. et al., (Eds.). Forage cell wall structure and digestibility. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, **Soil Science Society of America**, Madison, Wisconsin, 1993, p.1-27.
- WILSON, J.R.; BROWN, R.H.; WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C3, C4, and C3/C4 intermediate types of *Panicum* species. **Crop Science**, v.23, n.1, p.142-146, 1983.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. **Crop Science**, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.