

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PERFILHAMENTO E ANATOMIA FOLIAR DO CAPIM-  
MOMBAÇA ADUBADO COM NITROGÊNIO E  
IRRIGADO SOB PASTEJO**

Autora: Vanessa Cristina Piotto  
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

Maringá  
Estado do Paraná  
Julho 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PERFILHAMENTO E ANATOMIA FOLIAR DO CAPIM-  
MOMBAÇA ADUBADO COM NITROGÊNIO E  
IRRIGADO SOB PASTEJO**

Autora: Vanessa Cristina Piotto  
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Pastagem e Forragicultura.

Maringá  
Estado do Paraná  
Julho 2012

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P662p      Piotto, Vanessa Cristina  
            Perfilhamento e anatomia foliar do capim-mombaça  
            adubado com nitrogênio e irrigado sob pastejo / Vanessa  
            Cristina Piotto. -- Maringá, 2012.  
            73 f.

            Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato.  
            Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de  
            Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de  
            Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2012.

            1. Componentes teciduais. 2. Densidade populacional de  
            perfilhos. 3. Taxa de aparecimento de perfilhos. 4. Taxa  
            de mortalidade de perfilhos. I. Cecato, Ulysses, orient.  
            II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências  
            Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-  
            Graduação em Zootecnia. III. Título.



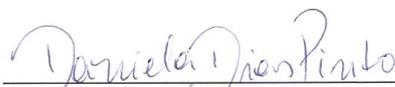
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PERFILHAMENTO E ANATOMIA FOLIAR DO CAPIM-  
MOMBAÇA ADUBADO COM NITROGÊNIO E  
IRRIGADO SOB PASTEJO**

Autora: Vanessa Cristina Piotto  
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Pastagem e  
Forragicultura

APROVADA em 20 de julho de 2012.

  
Profª Drª Daniela Dias Pinto

  
Profª Drª Sandra Galbeiro

  
Prof. Dr. Ulysses Cecato  
(Orientador)

*“Pois o belo muda, o saber muda, a inteligência muda, a medida muda. Mas o desejo é inalterável”.*

*Rubem Fonseca*

Aos meus pais Walther Piotto (*in memoriam*) e Eunice R. S. Piotto, por todo amor, incentivo, apoio, compreensão, ensinamentos e pela honra em ser filha de uma união abençoada.

Aos meus irmãos Rogério e Débora, pela amizade e por estar comigo em todos os momentos e, que sem o apoio de vocês, nada seria possível.

Às minhas sobrinhas Beatriz, Camila e Melina que trazem em seus olhos a alegria e a doçura da inocência de uma criança.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me conceder a bênção desta conquista.

À Universidade Estadual de Maringá, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Ulysses Cecato pela confiança, conselhos, pela oportunidade em conhecer o profissionalismo, e por todo ensinamento passado. Parte essencial desta conquista.

A todo corpo docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pelos ensinamentos passados.

Às Prof.<sup>a</sup> Dr. Daniela Dias e a aluna Adrielle Froemming de Biologia e a Prof.<sup>a</sup> Dr. Adriana Albiero do Departamento de Farmácia, por todo ensinamento, apoio e paciência.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa.

Minha admiração, respeito e amizade as minhas fiéis companheiras e guerreiras Tatiane Beloni e Gracielle C. Mari. Sem vocês nada seria possível.

Aos meus companheiros do grupo de pesquisa GEFORCE (Grupo de Estudos em Forragicultura Cecato): Alexandre Krutzmann, Alyson Pinheiro, Bruno Shigueo Iwamoto, Caroline Stanquevis, Diogo Rodrigues, Edmar Peluso, João Zanoti, José Saute, Larissa Amano, Leonardo Limeira, Murilo do Carmo, Lucas Esteves, Marcos

Leandro Batista, Murilo do Carmo, Pedro dos Santos, Rafael Lopes, Raphael Murano, Rodrigo de Carvalho, Sandra Galbeiro, Silvana Teixeira, Thais Hirade, Túlio Lins, Sérgio Consani, Vinícius Pereira. Obrigada por toda dedicação, apoio e acima de tudo, a amizade de cada um, que sempre levarei comigo.

Aos funcionários da Estância JAE, por toda disponibilidade em cooperar para o bom andamento do trabalho e em particular, ao Senhor José e a Senhora Sebastiana, pela paciência e acolhimento.

Aos funcionários do Departamento e do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelo profissionalismo e atenção.

Ao meu sempre companheiro Rafael V. Assis, por estar comigo desde o início desta jornada, sempre me compreendendo, com paciência e acima de tudo, amor.

Aos meus amigos de coração Emelly Lobo, Camille Lobo, Ana Paula Possamai, Amanda Nogueira, Letícia Castro e Rondineli Barbero, por sempre estarem comigo a qualquer momento, mesmo que distante.

A toda minha família por compartilhar de todas as minhas batalhas e sempre me receber de braços abertos.

A todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte de toda minha formação, e que hoje divido e agradeço por esta conquista.

**OBRIGADA!**

## **BIOGRAFIA**

VANESSA CRISTINA PIOTTO, filha de Walther Piotto e Eunice Rodrigues dos Santos Piotto, nasceu em Ribeirão Preto, estado de São Paulo, no dia 29 de junho de 1985.

Em março de 2005, iniciou no curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR), concluindo-o em dezembro de 2009.

Em março de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Mestrado, na área de concentração de Pastagens e Forragicultura.

No dia 20 de julho de 2012, submeteu-se a banca para defesa da Dissertação.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>RESUMO GERAL</b> .....	xv
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	xxvi
<b>I - INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	18
1.1. <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça .....	20
1.2. Adubação nitrogenada .....	21
1.3. Importância dos fatores ambientais .....	22
1.4. Densidade populacional de perfilhos .....	23
1.5. Perfilhamento .....	24
1.5.1. Taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos .....	26
1.6. Componentes teciduais das lâminas foliares .....	27
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	29
<b>II - OBJETIVOS GERAIS</b> .....	35
<b>III – Demografia de perfilhos em <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça irrigado e com diferentes doses de nitrogênio sob pastejo intermitente</b> .....	36
<b>Resumo</b> .....	36
<b>Introdução</b> .....	36
<b>Material e Métodos</b> .....	37
<b>Resultados e Discussão</b> .....	42
<b>Conclusões</b> .....	52
<b>Literatura Citada</b> .....	53
<b>IV - Componentes dos tecidos das lâminas foliares de capim-mombaça irrigado e adubado com doses de nitrogênio sob pastejo</b> .....	57

<b>Resumo .....</b>	<b>57</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>57</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>58</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>62</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>70</b>
<b>Literatura Citada .....</b>	<b>71</b>
<b>V - Considerações Finais .....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE TABELAS

### III – Demografia de perfilhos em *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado e com diferentes doses de nitrogênio sob pastejo intermitente

- Tabela 1.** Composição química do solo da área no início do período experimental (0-20 cm de profundidade) ..... 39
- Tabela 2.** Densidade populacional de perfilhos (DPP) e massa de perfilho (MP) do capim-mombaça adubado com doses de N e irrigado ao longo das quatro estações do ano ..... 48

### IV - Componentes dos tecidos das lâminas foliares de capim-mombaça irrigado e adubado com doses de nitrogênio sob pastejo

- Tabela 1.** Composição química do solo da área no início do período experimental (0-20 cm de profundidade) ..... 59
- Tabela 2.** : Proporção de epiderme adaxial e abaxial (EPada e EPaba), expressa em porcentagem na seção transversal em lâminas foliares de capim-mombaça, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada ..... 66
- Tabela 3.** : Porcentagem do esclerênquima (ESQ) na secção transversal de folha do capim-mombaça submetido a irrigação e a doses de nitrogênio ..... 66
- Tabela 4.** Proporção relativa de da bainha do feixe vascular (BFV), expressas em porcentagem na seção transversal de lâminas foliares de capim-mombaça, submetido a doses crescentes de nitrogênio ..... 67

- Tabela 5.** Proporções das características anatômicas da lâmina foliar expressas em porcentagem do capim-mombaça irrigado e submetido a crescentes doses de nitrogênio durante as estações do ano ..... 68
- Tabela 6.** Feixe vascular em porcentagem na secção transversal da lâmina foliar do capim-mombaça irrigado e submetido a crescentes doses de nitrogênio durante as estações do ano ..... 68

## LISTA DE FIGURAS

### III – Demografia de perfilhos em *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado e com diferentes doses de nitrogênio sob pastejo intermitente

- Figura 1.** Precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental (setembro de 2010 a setembro de 2011) ..... 38
- Figura 2.** Densidade populacional de perfilhos por ha em capim-mombaça adubado com diferentes doses de nitrogênio nas estações do ano ..... 42
- Figura 3.** Efeito das interações para o número de folhas vivas (NFV) de em capim-mombaça adubado com diferentes doses de nitrogênio nas estações do ano..... 44
- Figura 4.** Massa de folha e de colmo de capim-mombaça irrigado adubado com doses de N sob pastejo intermitente. (A) primavera; (B) verão; (C) outono ..... 45
- Figura 5.** Massa de folha (MF) e colmo (MC) do capim-mombaça durante a estação do inverno, irrigado e com doses de nitrogênio ..... 46
- Figura 6.** Média em g/perfilho de massa de folha e massa de colmo do capim-mombaça durante as quatro estações do ano submetido a crescentes doses de nitrogênio ..... 47
- Figura 7.** Taxa de Aparecimento (TApP) em percentagem em plantas de capim-mombaça, em função das doses de nitrogênio nas estações do ano ..... 49
- Figura 8.** Taxa de mortalidade de perfilhos (TMoP) em capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio e irrigação, sob pastejo intermitente ..... 51
- Figura 9.** Taxa de aparecimento (TApP) e taxa de mortalidade de perfilhos (TMoP) do capim-mombaça adubado com doses de N na presença de irrigação ao longo das quatro estações do ano ..... 52

#### **IV - Componentes dos tecidos das lâminas foliares de capim-mombaça irrigado e adubado com doses de nitrogênio sob pastejo**

- Figura 1.** Precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental (setembro de 2010 a setembro de 2011) ..... 58
- Figura 2.** Medidas para a equação da área foliar do capim-mombaça irrigado e adubado com quatro doses de nitrogênio ..... 61
- Figura 3.** Distribuição dos tecidos de lâminas foliares de capim-mombaça (EPAda – epiderme adaxial; EPAb – epiderme abaxial; ESQ - esclerênquima; BFV – bainha do feixe vascular; FV – feixe vascular; MES – mesofilo ..... 62
- Figura 4.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) submetido a irrigação e as doses crescentes de adubação nitrogenada, sob pastejo intermitente ..... 63
- Figura 5.** Média expressa em porcentagem do mesofilo (MES), na secção transversal da lâmina foliar do capim-mombaça irrigado e submetido a doses de nitrogênio, durante as quatro estações do ano ..... 69
- Figura 6.** Proporções relativas do mesofilo (MES) nas lâminas foliares do capim-mombaça irrigado e submetido a crescentes doses de nitrogênio, nas quatro estações do ano ..... 70

## RESUMO GERAL

O experimento foi conduzido no município de Santo Inácio-PR, região noroeste do Paraná, objetivando avaliar a densidade populacional de perfilhos, número de folhas por perfilho, peso de folha e de colmo de perfilhos, dinâmica de perfilhamento (taxa de aparecimento e morte de perfilhos), área foliar e componente dos tecidos das lâminas foliares (anatomia foliar), em *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça fertilizado com diferentes doses de nitrogênio nas quatro estações do ano, irrigado e sob pastejo com lotação intermitente. A área total da pastagem utilizada foi de aproximadamente dois hectares, dividida em quatro blocos. Cada bloco foi, por sua vez, subdividido em quatro piquetes (unidades experimentais), totalizando assim 16 piquetes com 1600 m<sup>2</sup> cada. O delineamento experimental foi feito em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e com quatro repetições. Os tratamentos estudados (parcelas) foram: capim-mombaça + 0 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup>ano (controle), capim-mombaça + 200 kg de N ha<sup>-1</sup>ano, capim-mombaça + 400 kg de N ha<sup>-1</sup>ano e capim-mombaça + 800 kg de N ha<sup>-1</sup>ano. Nas subparcelas, foram avaliadas as quatro estações do ano. A irrigação na área experimental foi realizada pelo sistema de aspersão. Para que a densidade populacional dos perfilhos fosse estimada, estes foram contabilizados dentro de uma área de 0,70 x 1,50 m<sup>2</sup>, a cada pré-pastejo. Para a avaliação do número de lâminas foliares e massa do perfilho, foram coletados 30 perfilhos aleatórios e representativos da área, e separados em lamina foliar e colmo + bainha. Para o estudo do perfilhamento, foram marcadas cinco touceiras por piquete, sendo que todas eram representativas da unidade experimental. Após seis ou sete dias a retirada dos animais das unidades experimentais, estas touceiras eram

novamente avaliadas, e os novos perfilhos eram marcados e os senescidos, eram contabilizados. Para avaliação da área foliar, foram coletadas dez lâminas de cada unidade experimental a cada pré-pastejo. Outras cinco lâminas foliares foram coletadas de cada unidade experimental, e então eram cortadas em fragmentos em torno de um centímetro quadrado, acondicionados em vidros e cobertos com solução de FAA 50 (formolaldeído + ácido acético + álcool). A densidade populacional de perfilhos variou de acordo com as doses crescentes de nitrogênio aplicado e, nas estações do ano, foram observados maiores valores para o verão, seguidos da primavera, outono e inverno. O número de folhas vivas obteve efeito negativo para as crescentes doses de nitrogênio na estação do verão, e para o outono, o efeito foi inverso. A massa de folha e colmo obteve efeito de interação entre as doses de nitrogênio aplicadas e as estações do ano, em que a maior massa de folhas e a menor massa de colmo foram encontradas na dose de 800 kg de N ha<sup>-1</sup> ano. A taxa de aparecimento de perfilhos foi relativamente maior na dosagem de 0 kg de N ha<sup>-1</sup> e a maior variação dentre as doses de nitrogênio ocorreu na estação do verão. Já em relação a taxa de mortalidade de perfilhos, os menores valores foram encontrados para a dose de 800 kg de N ha<sup>-1</sup> e nas estações, a maior taxa ocorreu durante a estação do inverno. Para a área foliar houve interação entre as doses de nitrogênio e as estações do ano, em que os maiores valores encontrados foram para dose de 800 kg de N ha<sup>-1</sup>, e nas estações houve efeito significativo para o outono e inverno. Para a anatomia foliar, não houve efeito das doses de nitrogênio aplicadas e nem das estações do ano para epiderme adaxial e abaxial, esclerênquima, bainha do feixe vascular e feixe vascular. Para o mesófilo foi observado efeito linear positivo para as crescentes doses de nitrogênio aplicadas.

**Palavras-chave:** anatomia foliar, densidade populacional de perfilhos, taxa de aparecimento de perfilhos, taxa de mortalidade de perfilhos

## GENERAL ABSTRACT

The experiment was carried out in Santo Inácio's city in the northwest region of Paraná, aiming to assess the tiller density, number and weight of leaf and stem, tiller, tiller dynamics (rate of appearance and death tiller), and foliar area components of leaf tissue (leaf anatomy) of Mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) fertilized with nitrogen levels in seasons, irrigated and grazing with rotational stocking. The total pasture area was approximately two hectares, divided into four blocks. Each block was subdivided into four paddocks (experimental units), with a total of 16 paddocks, with 1600 m<sup>2</sup>. The experimental design was randomized blocks with split plots and four replications, and the plots, were evaluated in the four seasons: spring, summer, autumn and winter. The treatments (plots) were: Mombaça grass + 0 kg nitrogen (N) ha<sup>-1</sup> year (control), Mombaça grass + 200 kg N ha<sup>-1</sup> year, Mombaça grass + 400 kg N ha<sup>-1</sup> year and Mombaça grass + 800 kg N ha<sup>-1</sup> year. The experimental area was irrigated using the sprinkler system. For estimation of tillers population were estimated, they are recorded within an area of 0.70 x 1.50 m<sup>2</sup>, each pre-grazing. To assess the number of leaves and weight of the tiller, 30 tillers were collected at random and representing the area, and separated into leaf and stem + sheath. To study the demographics of tillers were marked five clumps per paddock, all of which were representative of the experimental unit so the clumps. After six or seven days the animals were removed from experimental units, these clumps were re-evaluated, where new tillers were marked and the dead, were recorded. To assess the leaf area, were collected ten slides of each experimental unit before grazing. Another five leaf blades were collected from each experimental unit, and then were cut into pieces about 1 cm and packaged in glass and covered with a FAA 50 (formaldehyde+ acetic acid+ ethanol). The tiller density varied with increasing doses of nitrogen applied, and in the seasons, higher values were observed for the summer, followed by spring, autumn and winter. The number of live leaves obtained negative

effect for increasing nitrogen levels in summer season, and in the fall, the effect was reversed. The mass of leaf and stem obtained interaction effect between nitrogen rates applied and the seasons in which the greatest mass of leaves and lower stem mass was found at the dose of 800 kg N ha<sup>-1</sup>yr. The tiller density increased linearly with increasing doses of nitrogen applied to the stations, we observed higher values for the summer season, and followed the seasons of spring, autumn and winter. The number of leaves remained roughly constant-between doses of nitrogen applied, obtaining greater variation only in the fall season. The weight of leaf effects achieved at doses applied in the seasons of autumn and winter and the weight of stem in the summer season, being higher for the dose of 0 kg N ha<sup>-1</sup> and to lower the dose of 800 kg N ha<sup>-1</sup> year. The rate of tillers was relatively larger dose of 0 kg N ha<sup>-1</sup> and greater variation among nitrogen levels occurred in the summer season. To the rate of tillers mortality lowest values were found for the at dose of 800 0 kg N ha<sup>-1</sup> and in stations, the highest rate occurred during the winter season. For leaf area was interaction between nitrogen and the seasons in which the highest values were found for a dose of 800 kg N ha<sup>-1</sup>, and the stations were no significant effects for the fall and winter. For leaf anatomy, there there was no significant effect of nitrogen applied and seasons for adaxial and abaxial epidermis, sclerenchyma, bundle sheath, and vascular bundle. For the mesophyll lineaer positive effect was observed for increasing levels of nitrogen applied.

**Key-words:** appearance rate, leaf anatomy, mortality rate, tiller density

## INTRODUÇÃO GERAL

O uso das pastagens no Brasil está cada vez mais intensificado, entretanto o manejo adequado e sustentável destas pastagens muitas vezes não são empregados, resultando na degradação da área utilizada. A vantagem de perenidade da maioria das pastagens tropicais, por sua vez, traz um desafio: a persistência a longo do prazo com manutenção de um valor nutritivo adequado.

Segundo Barcellos et al. (2001), no Brasil, cerca de 80% das pastagens se encontram em algum estágio de degradação, em que um dos principais fatores seria a deficiência de nutrientes no solo pela falta ou ausência de adubação.

Há muito tempo produtores procuram uma forma simplória para a obtenção de bons resultados das suas áreas de pastagem e conseqüentemente, bom desempenho animal. Entretanto, sem a reposição de nutrientes no solo, manejo e uma taxa de lotação adequados, torna-se difícil a não degradação destas áreas com pouco tempo de implantação.

Para a obtenção do desejado desempenho animal deve-se respeitar os fatores intrínsecos e extrínsecos da pastagem como potencial genético, condições climáticas e o manejo imposto, considerados como integrantes de um sistema complexo e dinâmico (Maraschin, 1994)

Segundo Hodgson (1985), a utilização de variáveis arbitrarias tais como taxa de lotação, pressão de pastejo e duração do período de rotação não podem ser consideradas como determinantes primários da produção de forragem ou do desempenho animal uma vez que seus efeitos são mediados por características estruturais do dossel que, coletivamente, determinam a condição/estrutura do pasto (*sward state*). O conjunto de

todas estas variáveis atribuídas, torna-se parte da estratégia que deve ser adotada para o melhor desempenho no potencial da forrageira e da produção animal.

A renovação e a recuperação da área das pastagens levam a vários caminhos a serem estudados para o melhor entendimento e desenvolvimento da gramínea. A escolha da espécie forrageira é um dos aspectos mais importantes para o sucesso na formação e persistência dos pastos, desde que suas características morfológicas e fisiológicas sejam respeitadas, garantindo sua qualidade nutricional, aliado ao seu manejo adequado.

As condições do meio, das quais a produção de forragens é dependente englobam temperatura, radiação, umidade, luminosidade, disponibilidade de nutrientes e água (Lupatini & Hernandez, 2006).

A região tropical proporciona uma vasta diversidade de espécies forrageiras e assim uma variedade em sua anatomia, morfologia e composição química. A estrutura da forrageira é composta de diferentes frações (lâmina, bainha, colmo, pecíolo, inflorescência), que trazem consigo diferentes tipos de tecidos e diversificados tipos de células.

Segundo Fagundes et al. (2005), o potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente, porém, para que esse potencial seja alcançado, condições adequadas do meio e de manejo devem ser observados.

Manejar uma pastagem de forma adequada significa produzir alimentos em grandes quantidades, além de procurar o máximo valor nutritivo possível do material. A produção de massa afeta de forma significativa à capacidade de suporte da pastagem (maior número de animais por área) e está influenciada pela fertilidade do solo, manejo e condições climáticas enquanto o valor nutritivo afeta o ganho de peso do animal e a produção de leite e dependem principalmente da idade da planta forrageira. Em regiões em que a temperatura não é fator limitante, a irrigação pode ser uma alternativa para a produção intensiva de carne e leite em pequenas áreas, sendo possível reduzir custos de produção e de mão de obra (Aguar & Drumond, 2002).

Os estudos aprofundados entre a relação do comportamento da gramínea com a irrigação são escassos, entretanto o uso desta ferramenta de manejo está crescendo a cada dia. A irrigação é aplicada com intuito de favorecer o desenvolvimento da forrageira aumentando sua produção de biomassa.

O uso da adubação nitrogenada é recomendável para aumentar a densidade da forragem e, sobretudo, a disponibilidade de folhas. Ao acelerar a taxa de crescimento,

independentemente da altura do pasto, o nitrogênio pode propiciar o aumento do consumo – por elevar a produção de matéria seca dentro dos estratos verticais da pastagem (Heringer & Moojen, 2002).

A melhor expressão do potencial forrageiro está interligada entre a disponibilidade de água, fotoperíodo, temperatura e nutrientes disponíveis no solo, em especial o nitrogênio, capaz de acelerar a velocidade de crescimento e desenvolvimento das plantas. Períodos de descanso entre pastejos, com uma duração adequada, propiciam a restauração da área foliar, a interceptação da luz, a produção de forragem e a restauração das reservas orgânicas (Cândido et al., 2005).

Desta forma é importante um estudo que possa correlacionar todas as variáveis que possam interferir na capacidade produtiva da gramínea, seu desenvolvimento de tecidos, valor nutritivo e assim, por consequência, uma maior produtividade por área.

A busca por trabalhos que correlacionem os fatores ambientais com o uso de tecnologias em gramíneas tropicais, em especial do gênero *Panicum*, são ausentes na região norte do Paraná. Neste sentido, a procura por conhecimentos que possam melhorar o manejo dos pastos, e assim uma intensificação no uso destas pastagens nesta e nas demais regiões é de suprema importância.

### **1.1. *Panicum maximum* cv. Mombaça**

As plantas do gênero *Panicum* são pertencentes à família *Gramineae*, da tribo *Paniceae*, que possui cerca de 81 gêneros e mais de 1.460 espécies. Estas plantas se distribuem em uma ampla faixa do globo terrestre, desde 40°S até 50°N de latitude, com predominância na zona equatorial úmida (20° N a 20° S), correspondente as regiões como a África, as Américas Central e do Sul, norte da Austrália, Índia, sudeste da Ásia e as Ilhas do Pacífico, numa altitude de até 2.000 metros (ROCHA, 1991).

O gênero *Panicum maximum* é originário da África tropical até a África do Sul, em margens florestais, que ocupa solo recém-desmatado e em pastagens sob sombra rala de árvores. Seu habitat abrange altitudes desde o nível do mar até 1.800 m (Euclides, 2008). Este cultivar, em geral, apresenta boa produtividade e elevado valor nutritivo, porém práticas inadequadas de manejo e perda da fertilidade dos solos fizeram com que concorresse para a degradação destas pastagens (Souza et al., 1996).

Várias introduções de espécies deste gênero têm sido realizadas, desde o início do século XX, sendo os materiais avaliados, divulgados e alguns adotados pelos pecuaristas (Araújo, 2008).

Em ambientes tropicais e subtropicais, o gênero *Panicum maximum* apresenta melhores potenciais de produção. No Brasil, apresenta-se com destaque por ser uma forrageira de alta qualidade, altamente produtiva e boa adaptação a diversas regiões do país.

A primeira cultivar introduzida no Brasil foi a Tobiata (1978), seguida pelas cultivares Tanzânia-1 e Mombaça (1982), pertencentes a grupos apomíticos coletados no Quênia e Tanzânia, oriundos da coleção Francesa e lançadas no Brasil (Herling et al., 2001).

A cultivar capim-mombaça foi lançado pela EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), de Campo Grande, MS, em 1993. Durante sua adaptação, apresentou agressividade e facilidade de estabelecimento, semelhante às outras gramíneas de origem africana, se tornando uma espécie de grande importância para a agropecuária nacional, e uma das principais plantas forrageiras cultivadas no Brasil (Aronovich, 1995).

Esta forrageira se apresenta como uma planta cespitosa, e suas principais características positivas são a elevada produção de MS sob adubação intensiva, o alto valor alimentício e a resistência média à cigarrinha das pastagens (Vilela, 2012). Em pastagens com uso racional de adubos e corretivos, a resposta da forrageira é bastante acentuada, em contrapartida, em situações de baixa fertilidade a produção é reduzida, caracterizando-a como forrageira exigente em fertilidade do solo (Silva, 1995).

Apresenta alta porcentagem de folhas (cerca de 80%), sendo que no inverno atinge cerca de 87% de folhas. Os teores de proteína bruta nas folhas e colmos giram em torno de 13 e 10%, respectivamente, e a produção de sementes ocorre entre os meses de abril e junho (Savidan, 1990).

## **1.2. Adubação nitrogenada**

A adubação, especialmente a nitrogenada, é fundamental para o aumento da produção de biomassa. Muitos pesquisadores reportam aumento da produtividade de biomassa mediante a utilização de adubação nitrogenada (Paciullo et al., 1998; Oliveira, 2002; Garcez Neto et al., 2002).

A utilização de nitrogênio em pastagens é uma das medidas que mais incremento traz a produção, porque o nitrogênio é o macronutriente mais importante para o crescimento e desenvolvimento da pastagem, e ainda proporciona aumentos consideráveis de produtividade, podendo melhorar a qualidade da pastagem, provocando um incremento no teor da proteína bruta (PB) e melhora na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), por meio do aumento da participação da matéria seca de folhas na matéria seca total da planta (Cecato et al, 2001).

Sabe-se que cerca de 80% das pastagens brasileiras se encontram em algum estágio de degradação (Barcellos et al., 2001) e que uma das principais causas dessa situação está associada a perda da fertilidade do solo. Um dos principais fatores limitantes na produtividade das pastagens tropicais é a deficiência do nitrogênio (N), o que resulta em queda acentuada na capacidade de suporte e no ganho de peso animal (Rocha et al., 2002).

O nitrogênio é um dos elementos mais exigidos pelas plantas forrageiras e sua utilização influencia a produção de massa seca. Segundo Herling et al. (2000), o gênero *Panicum maximum*, quando submetida à adubação correta, pode alcançar produções acima de 50 t MS/ha/ano. Os mesmos autores, utilizando adubação de 150 kg/ha de N, obtiveram 24,3 t/ha no verão e 7,4 t/ha no inverno. Sisti et al. (1999), utilizando a mesma adubação, obtiveram 23,8 t/ha no verão e 4,9 t/ha no inverno, para produção de massa seca do capim-mombaça.

### **1.3. Importância dos fatores ambientais**

Os principais fatores que afetam o crescimento, desenvolvimento e a composição química das plantas forrageiras estão dispostos em quatro categorias: fatores climáticos (luz, temperatura, fotoperíodo, umidade, ventos e precipitação); fatores edáficos (propriedades físico-químicas do solo e topografia); espécie forrageira (potencial genético para produção, valor nutritivo, adaptação ao ambiente, competitividade, aceitabilidade e persistência); e o manejo da pastagem (taxa de lotação, sistemas de pastejo, comportamento de pastejo, adubação, manejo de plantas daninhas e outras práticas culturais) (Whiteman, 1980).

Estes fatores se interagem, compondo o complexo quadro: solo-planta-animal-clima. A manipulação direta ou indiretamente de tais fatores permite melhorias na produtividade animal sem que a produção da forragem seja comprometida.

Os efeitos da adubação nitrogenada e das épocas de avaliação sobre a população de perfilhos podem, no entanto, constituir os principais fatores determinantes da produção de biomassa, juntamente com o rendimento por perfilho (Nelson et al., 1977).

O aparecimento e o crescimento de folhas e de perfilhos determinam a restauração da área foliar das gramíneas forrageiras, após o corte ou pastejo, e contribuem para a manutenção da produção e para a perenidade da pastagem (Fagundes, 2006). O perfilhamento da planta forrageira é uma resposta das plantas à fertilidade do solo, associado a época, frequência e ao intervalo entre corte (Corsi & Nascimento Jr., 1994).

As características estruturais do pasto, como número e tamanho de folhas e a densidade populacional de perfilhos, são influenciadas sob a ação da luz, temperatura, água e nutrientes. Segundo Carvalho (2001), além de definir o índice de área foliar do pasto, as características estruturais também apresentam alta correlação com as variáveis relacionadas ao consumo de forragem pelos animais em pastejo.

#### **1.4. Densidade populacional de perfilhos**

As plantas forrageiras, ao longo de sua evolução, desenvolveram mecanismos de resistência e adaptação ao pastejo como forma de assegurar sua sobrevivência e perpetuação nas áreas de pastagem (Da Silva & Nascimento, 2006). Essa resistência ao pastejo é função de dois mecanismos básicos que são combinados de maneira específica e possuem importância relativa variável para cada espécie forrageira, determinando sua plasticidade fenotípica e flexibilidade de uso. São eles os mecanismos de preterimento ou escape e de tolerância (Briske, 1996).

Os perfilhos são formados a partir de gemas axilares dos entrenós mais baixos do colmo principal ou de outro perfilho. O número de plantas individuais em uma população varia ao longo do tempo conforme as mudanças em aparecimento de perfilhos novos e morte de perfilhos velhos (Bullock, 1996). Para que uma população seja estável, cada perfilho deveria produzir durante seu período de vida um novo perfilho que o substituiria por ocasião de sua morte (Matthew et al., 2001).

O número de folhas vivas por perfilho, o comprimento final das folhas e a densidade populacional de perfilhos são as variáveis estruturais influenciadas diretamente pelas características morfogênicas, e constituem o índice de área foliar do

pasto, cuja importância é central para o crescimento das gramíneas (Lemaire & Chapman, 1996).

Entretanto, a pastagem não é um ambiente controlado e seu padrão de uso pelos animais está longe de ser uniforme, implicando na necessidade da comunidade de plantas se adaptar ao ambiente de pastejo existente, ajustando seu padrão de perfilhamento de forma a assegurar reposição de perfilhos mortos e da área foliar removida (Da Silva, 2008).

Pastos mantidos sob regime intenso de desfolhação apresentam perfilhos com folhas mais curtas e maior densidade populacional de perfilhos pequenos, ao passo que sob regime leniente de desfolhação são observadas menores densidades populacionais de perfilhos grandes e folhas mais compridas (Matthew et al., 2000).

O primeiro efeito da desfolhação permite uma resposta plástica da planta para a adaptação às modificações em seu ambiente. Sob desfolhações frequentes, normalmente associadas a situações de lotação contínua com elevadas taxas de lotação, a competição por luz é pequena por causa da constante remoção da área foliar (Da Silva, 2006).

O manejo que tem sido recomendado para o capim *P. maximum* visa manter o meristema apical intacto após o pastejo, indicando ser a rebrota função da taxa de aparecimento e crescimento de folhas a partir destes meristemas (Corsi, 1980).

Porém, há certas situações em que a formação de novos perfilhos acontece por meio da eliminação do meristema apical, especialmente aqueles que se originam na base de planta, e por sua vez, são chamados de perfilhos basais. Neste sentido, possíveis diferenças podem existir entre cultivares para a produção de matéria seca de folhas e hastes, serão resultantes de diferenças na densidade de perfilhamento, na taxa de crescimento de perfilhos e na taxa de aparecimento, crescimento e senescência de folhas por perfilho (Barbosa et al., 1998).

## **1.5. Perfilhamento**

O crescimento da planta forrageira pode ser considerado o produto do crescimento dos perfilhos que a compõem e de sua densidade, mesmo porque numa comunidade vegetal, mais especificamente das gramíneas, o perfilho é caracterizado como sua unidade vegetativa básica (Hodgson, 1990). A disponibilidade de forragem deve ser entendida como a biomassa aérea viva acumulada durante o processo de crescimento das plantas que compõem a pastagem. Cada planta dessa população é

formada por unidades básicas denominadas perfilhos, no caso de gramíneas, e ramificações, no caso de leguminosas (Valentine & Matthew, 1999).

A produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, importante para a restauração da área foliar após o corte ou pastejo, o que garante a perenidade dessas plantas. Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, uma vez que as folhas são essenciais para a fotossíntese, que é o ponto de partida para a formação de novos tecidos (Lemaire & Chapman, 1996).

Esta capacidade de emissão de folhas, constitui aspecto importante para o entendimento da dinâmica do perfilhamento, sendo que a relação entre o aparecimento de perfilhos e de folhas é denominada ocupação de sítios.

De acordo com Lemaire e Agnusdei (2000), a progressiva e reversível mudança na morfologia das plantas, em resposta a desfolhação, é definida com plasticidade fenotípica, e as pastagens se caracterizam como sistemas altamente regulamentadas em mudanças morfogenéticas, a fim de determinar modificações nas características estruturais de perfilhos individuais que, por sua vez, causam modificações na estrutura da pastagem.

Esse programa morfogênico determina o funcionamento e a coordenação dos meristemas em termos de taxas de produção e expansão de novas células. Em troca, define a dinâmica de expansão dos órgãos em crescimento (folhas, entrenós e perfilhos) e a demanda de carbono (C) e nitrogênio (N) necessária para atender a expansão dos órgãos em termos de volume (Durand et al., 1991).

Apesar de todas as características serem determinadas geneticamente, as variáveis ambientais, têm forte influência na duração de cada processo dos perfilhos, tais como: temperatura, disponibilidade hídrica, intensidade luminosa, nutrientes e efeitos do pastejo. (Barbosa, 2004).

A manipulação do processo de desfolhação por ajuste e combinações entre frequência e intensidade de corte o pastejo pode gerar respostas diferenciadas em acúmulo e valor nutritivo da forragem produzida, promovendo variações em área foliar a partir de alterações nos padrões demográficos de perfilhamento das plantas forrageiras (Difante, 2008).

Pastos mantidos sob regime intenso de desfolhação apresentam perfilhos com folhas mais curtas e maior densidade populacional de perfilhos pequenos, ao passo que

sob regime leniente de desfolhação são observadas menores densidades populacionais de perfilhos grandes e folhas mais compridas (Matthew et al., 2000).

Assim, a produção forrageira, como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento, pode ter sua eficiência substancialmente melhorada com o uso de fertilizantes, sobretudo o nitrogênio, por seu efeito positivo no fluxo de biomassa (Duru & Ducrocq, 2000).

### **1.5.1. Taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos**

Segundo Langer (1963), as gramíneas são constituídas por uma agregação de perfilhos, bem como tempo de vida dos mesmos e suas taxas de aparecimento, e esta junção de fatores, são de suma importância para a persistência da comunidade de plantas no pasto. Neste sentido, a taxa de crescimento do pasto corresponde as taxas de crescimento de seus componentes (perfilhos), e esta é influenciada pela produção dos perfilhos (Matthew et al., 1999).

A morte de perfilhos em pastagens ocorre através de inúmeras causas, sendo que a maior delas é a remoção do ápice através do pastejo (Lemaire & Chapman, 1996). Tal fato é evidenciado em pastos em estágio reprodutivo, quando os meristemas são elevados pelo alongamento do internódio.

Outro fator relevante que leva a morte de perfilhos, em pastagens com densidades populacionais elevadas, é a falta de fornecimento de carbono gerado pela competição por luz. Em trabalho realizado por Davies et al. (1983), foi verificado que uma quantidade maior de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos existentes em detrimento à formação de novos perfilhos em plantas sombreadas.

O equilíbrio entre o aparecimento e a morte de perfilhos é altamente dependente do tipo de desfolha do pasto, que, determina a evolução do índice de área foliar (IAF), parecendo ser o fator chave determinando tanto o aparecimento como a morte de perfilhos.

Desta forma, é válido ressaltar que, a persistência da pastagem é dependente da capacidade que as plantas forrageiras têm em repor e, ou, manter perfilhos vivos e produtivos, que, por sua vez, é fortemente influenciada pela disponibilidade de fatores ambientais de crescimento e pelas estratégias de desfolhação empregadas (Matthew et al. 2000). Sendo assim, o balanço entre aparecimento e morte de perfilhos é uma

informação importante para o entendimento dos mecanismos de persistência das plantas forrageiras em ambientes de pastagem (Hirata & Pakiding, 2001).

O conhecimento da dinâmica de perfilhamento e da estrutura da pastagem é imprescindível para a busca de sistemas de produção mais eficientes. Em qualquer setor da economia, e na pecuária não é diferente, a meta é a obtenção do produto final de menor custo, sem negligenciar a qualidade e a quantidade desejada, maximizando, portanto, o resultado econômico.

### **1.6. Componentes teciduais das lâminas foliares**

A avaliação do tipo e magnitude das alterações fisiológicas, anatômicas e morfológicas que ocorrem na planta sob irradiância reduzida pode contribuir para a seleção de espécies forrageiras adequadas, bem como para a adoção de técnicas de manejo compatíveis para obtenção de forragem de qualidade e manutenção da sustentabilidade do sistema produtivo (Gobbi, 2011).

A anatomia da folha influencia não só a produção de forragem, mas também seu valor nutritivo e o desempenho animal. Os tecidos vegetais apresentam potenciais de digestão diferenciados, decorrente da associação entre a proporção de tecidos, medida em seções transversais de folhas e colmos, e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras (Queiroz et al., 2000).

Depois de prolongado tempo de incubação *in vitro*, alguns tecidos permanecem intactos, indicando que algumas características estruturais das lâminas foliares poderiam ser limitantes para a degradação dos tecidos pelos microrganismos do rúmen (Wilkins, 1972).

Os tecidos que compõem as lâminas foliares apresentam degradabilidade diferente entre si (Lempp, 2007). Geralmente, células do mesofilo e células do floema, que possuem delgada parede celular, são rapidamente digeridas (Akin et al., 1973; Chesson et al., 1986), as células da epiderme e da bainha parenquimática dos feixes são de digestão lenta e parcial (Akin, 1989) e o esclerênquima e o xilema, que apresentam parede celular espessa e lignificada, são muito pouco digeridos (Akin, 1989; Wilson, 1993). Assim, o estudo anatômico de lâminas foliares, por se relacionar com o potencial nutritivo das forrageiras (Paciullo et al., 2001).

A parede celular da epiderme junto ao mesofilo é digerida mais rapidamente que aquela associada à cutícula (Carvalho, 2008). Os estudos indicam que a parede

periclinal externa da epiderme é mais resistente à digestão por ser cutinizada e lignificada (Hanna et al.,1973).

O esclerênquima é formado por células longas que desenvolvem uma parede celular espessa, que se lignifica progressivamente com a maturação. Nas folhas de gramíneas, as porções de esclerênquima geralmente ocorrem acima e abaixo dos feixes vasculares. Esta estrutura promove vários pontos de ligação entre a epiderme e a bainha do feixe vascular, com efeitos negativos sobre os processos de mastigação, fragmentação, taxa e extensão de digestão, taxa de passagem e no consumo de forragem (Carvalho, 2008). Entretanto, a quantificação da área ocupada pelos tecidos da bainha parenquimática dos feixes vasculares pode ser bom indicativo do valor nutricional, possibilitando assim a identificação de cultivares ou doses de adubação nitrogenada que poderão influenciar na maior digestibilidade em função da produção de tecidos lignificados (Basso, 2009).

O conhecimento a respeito das características da anatomia foliar nas pastagens brasileiras é quase que totalmente desconhecido, em virtude da grande variedade de forrageiras existentes. Portanto estudos são de grande importância para que o valor nutritivo das forrageiras seja relacionado com a anatomia e a digestão dos diferentes tecidos foliares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. Pastagens Irrigadas. In: **Curso de Especialização em Manejo da Pastagem**, 2002, Uberaba: FAZU, 86 p.
- AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy of Journal**, v.81, n.1, p.17-25, 1989.
- AKIN, D.E.; AMOS, H.E.; BARTON, F.E. et al. Rumen microbial degradation of grass tissue by scanning electron microscopy. **Agronomy of Journal**, v.65, n.5, p.825-828, 1973.
- ARANOVICH, S. O capim colônião e outras cultivares de *Panicum maximum* Jacq.: Introdução e evolução do uso no Brasil. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 12, Piracicaba. **Anais...** FEALQ. Piracicaba. 1995, p.1-20.
- ARAÚJO, S.A.C. et al. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos. Zootecnia**. p.61-76. 2008.
- ARONOVICH, S. O capim Colônião e outros cultivares de *Panicum maximum*, Jacq.: Introdução e Evolução do uso no Brasil. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 1-20.
- BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* jacq. Cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. Viçosa, MG: UFV, 2004, 01p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- BARBOSA, M.A.A.F., CECATO, U., BERALDO, J.A., YANAKA, F.Y., ONORATO, W.M., PETERNELLI, M. e BERTOLASSI, R. Influência da eliminação do meristema apical no aparecimento de perfilhos, em quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO DA SOC. BRAS. ZOOTEC. **Anais...** Botucatu. 1998, p. 104-105.
- BARCELLOS, A. O.; VILELA, L.; LUPINACCI, A. V. Produção animal a pasto; desafios e oportunidades. In: ENCONTRO NACIONAL DO BOI VERDE: A PECUÁRIA SUSTENTÁVEL., 3., 2001, Uberlândia; **Anais...**Uberlândia: Sindicato Rural de Uberlândia, 2001. p. 29-64.

- BASSO, K. C. **Morfogênese e anatomia foliar de *panicum maximum* jacq. cv ipr-86 milênio submetido a doses crescentes de nitrogênio.** Tese (Doutorado em Zootecnia – Forragicultura e Pastagens), Maringá, UEM, 2009.
- BRISKE, D.D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretatio. In: Hodgson, J & Illius, A.W.(eds.) The Ecology and Management of Grazing Systems, Wallingford, CAB INTERNATIONAL, p.37-68,
- BULLOCK, J.M. Plant competition and population Dynamics. **CAB International.**, 1996. p.69-100.
- CÂNDIDO, M.J.D. et al. Morfofisiologia do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente com Três Períodos de Descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 2005 v. 34, n. 2, p. 338-347.
- CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R.Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (Piracicaba, SP). A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: Fealq, 2001. p. 853-871.
- CARVALHO, G. G. P., PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos Zootecnia**. v.57 p. 13-28. 2008.
- CECATO, U.; CASTRO, C.R.C.; CANTO, M.W.do; et al. Perdas de Forragem em Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzania-1) Manejado sob Diferentes Alturas sob Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 295-301, 2001
- CHESSON, A.; STEWART, C.S.; DALGARNO et al. Degradation of isolated grass mesophyll, epidermis and fibre cell wall in the rumen and by cellulolytic rumen bacteria in axenic culture. **Journal Applied Bacteriology**, v.60, n.4, p.327-336, 1986.
- CORSI, M., NASCIMENTO JÚNIOR, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. IN: PEIXOTO, A. M., MOURA, J.C.; DE FARIA, V.P. (Eds). Pastagens – Fundamentos da exploração racional. p. 15-47, 1994.
- CORSI, M. Parâmetros para intensificar o uso das pastagens. In: MOURA, J.C., FURLAN, R.S., FARIA, V.P. Anais do 6º simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba, FEALQ, p. 214-240. 1980.
- DA SILVA, S. C., NASCIMENTO JÚNIOR, D.. Ecofisiologia de Plantas Forrageiras. In: PEREIRA, O.G., OBEID, J.A., NASCIMENTO Jr., D. FONSECA, D.M., (Eds.). Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem. **Anais...**Viçosa, 2008.

- DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, v. 101, p. 131-137, 1983.
- DIFANTE, G. S., NASCIMENTO JÚNIOR, D., SILVA, S. C., EUCLIDES, V. P. B., ZANINE, A. M., ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.2, p.189-196, 2008
- DURAND, J.L.; VARLET-CHANDLER, C.; LEMAIRE, G. et al. Carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotheoretica**, v.39, p. 213-224, 1991.
- 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.
- EUCLIDES, V. P. B., Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.18-26, 2008
- FAGUNDES, L.J. et al. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, 2005.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, O. et al. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1890- 1900, 2002.
- GOBBI, K. F., GARCIA, R., VENTRELLA, M. C., GARCEZ NETO, A. F., ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista brasileira de Zootecnia**. v.40, n.7, p.1436-1444, 2011
- HANNA,W.W., MONSON, W.G., BURTON, G.W. Histological examination of fresh forages leaves after in vitro digestion. **Crop Science**, 13: 98- 102. 1973.
- HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Potencial Produtivo e qualidade das pastagens de Milheto submetida a diferentes npiveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 31, n. 2, p. 875-882, 2002
- HERLING, V. R., BRAGA, G. J., LUZ, P. H. C., OTANI, L. Tobiata, Tanzânia e Mombaça. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, TEMA: A PLANTA FORRAGEIRA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO, 17, 2001, Piracicaba. **Anais...** 2001. FEALQ. p.89-132.
- HERLING, V. R. et al. Tobiata, Tanzânia e Mombaça. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, TEMA: A PLANTA FORRAGEIRA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO, 17, Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 21-64.

- HODGSON, J. Grazing management – science into practice. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990, 203 p.
- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. **Proceedings of the XV International Grassland Congress**, Kyoto, Japanese Society of Grassland Science, Nishi-Nasuno, Togichi-ken, Japan, 1985. p.66-63.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grasses. *Herb. Abstr.*, v.33, n.3, p.141-148, 1963.
- LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, 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**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.
- LEMPP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.315-329, 2007.
- LUPATINI, G.C.; HERNANDEZ, F.B.T. **Irrigando pastagens para melhor produção**. Disponível em: [http://www.agr.feis.unesp.br/gl\\_ft\\_jan2006.php](http://www.agr.feis.unesp.br/gl_ft_jan2006.php). Acesso em: 19 março 2012.
- MARASCHIN, G.E. Avaliação de forrageiras e rendimento de pastagens com animal em pastejo. In: Cecato, U., et al.; Simpósio Internacional de Forragicultura, Anais..., XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. *Anais...*, UEM-SBZ, Maringá:EDUEM, p.65-98, 1994.
- MATTEW, C., ASSUERO, S. G., BLACK, C. K. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: **CABI Publishing**, p. 127 – 150, 2000.
- MATTHEW, P.N.P.; HARRINGTON, K.C.; HAMPTON, J.G. Management of grazing systems. In: WHITE, J. and HODGSON, J. (editors) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Oxford University Press, Auckland, p.153-174, 1999.
- NABINGER, C. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.127-150.

- 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.
- OLIVEIRA, M.A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 142p. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.M. da. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.955-963, 2001. Suplemento.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1069-1075, 1998
- QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.61-68, 2000
- ROCHA, G.L. Ecosistemas de pastagens – aspectos dinâmicos. Piracicaba: SBZ; FEALQ, 1991.391 p.
- ROCHA, P. G. *et al.* Adubação nitrogenada em gramíneas do Gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2002.
- SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1990. 68 p. (EMBRAPA. CNPGC, Documentos, 44).
- SILVA, S. C., NASCIMENTO JÚNIOR, D., SBRISIA, A. F., PEREIRA, L. E. T. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. IV Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem. **Anais...** Viçosa, 2008.
- SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para a produção de *Panicum* sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, TEMA: O CAPIM COLONIÃO, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1995. p.129-146.
- SISTI, C. P. J. *et al.* Efeitos de oferta de forragem e de períodos de descanso sobre a produção, perdas e resíduo de matéria secado capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.

- SOUZA, A.G. SOARES FILHO, C.V., MELLA, S.C. 1996. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G., MORAES, A., CORRÊA, E.A.S. et al. (Eds.). **Forragicultura no Paraná**. Londrina: CPAF. p.196-205.
- VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand Pasture and Crop Science**. Auckland: **Oxford University Press**, p. 11-27, 1999.
- HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand pasture and crop science**. Auckland: Oxford University Press, 1999. p. 11-27.
- VILELA, H. **Série Gramíneas Tropicais - Gênero *Panicum* (*Panicum maximum* – mombaça Capim)**. Disponível em:  
[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_gramineas\\_tropicais\\_panicum\\_mombaca.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_panicum_mombaca.htm). Acesso em 20 de abril de 2012
- WHITHEMAN, P.C. **Tropical pasture science**. New York, **Oxford University Press**, p. 392, 1980.
- 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.; MERTENS, D.R.; HATFIELD, R.D. Isolates of cell types from sorghum stems: digestion, cell wall and anatomical characteristics. **Journal Science Food Agriculture**, v.63, p.407-417, 1993

## II - OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se avaliar a densidade populacional de perfilhos, número de folhas por perfilho, massa de folha e de colmo de perfilhos, dinâmica de perfilhamento (taxa de aparecimento e morte de perfilhos), área foliar e anatomia foliar (epidermes, esclerênquima, bainha do feixe vascular, feixe vascular e mesofilo) em *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça adubado com doses de nitrogênio e irrigado sob pastejo com lotação intermitente, durante as estações do ano.

### III – Demografia de perfilhos em *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado e com diferentes doses de nitrogênio sob pastejo intermitente

**Resumo:** Objetivou-se neste estudo avaliar a densidade populacional de perfilhos, o número de folhas, bem como o peso de folhas e colmo por perfilho, e a taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos em capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) na presença de irrigação e fertilizado com diferentes doses de nitrogênio, nas quatro estações do ano, sob pastejo intermitente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e com quatro repetições, e nas subparcelas, foram avaliadas as quatro estações do ano: primavera, verão, outono e inverno. Os tratamentos estudados foram: capim-mombaça + 0 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup>ano (controle), capim-mombaça + 200 kg de N ha<sup>-1</sup>ano, capim-mombaça + 400 kg de N ha<sup>-1</sup>ano e capim-mombaça + 800 de N ha<sup>-1</sup>ano. A densidade populacional de perfilhos aumentou linearmente de acordo com as doses crescentes de nitrogênio aplicado. Nas estações, foram observados maiores valores para a estação do verão, e seguidos das estações da primavera, outono e inverno. O número de folhas se manteve praticamente constante entre as doses de nitrogênio aplicado, obtendo maior variação apenas na estação do outono. A massa de folha obteve efeitos nas doses aplicadas nas estações do outono e inverno e o peso de colmo na estação do verão, sendo maior para a dose de 0 kg de N ha<sup>-1</sup> e menor para a dose de 800 kg de N ha<sup>-1</sup>ano. A taxa de aparecimento de perfilhos foi relativamente maior na dose de 0 kg de N ha<sup>-1</sup> e a maior variação dentre as doses de nitrogênio ocorreu na estação do verão. Já na taxa de mortalidade de perfilhos os menores valores foram encontrados para a dose de 800 kg de N ha<sup>-1</sup> e nas estações, a maior taxa de mortalidade de perfilhos ocorreu durante a estação do inverno.

**Palavras-chave:** adubação, densidade populacional de perfilhos, taxa de aparecimento de perfilhos, taxa de mortalidade de perfilhos

## Introdução

Nos últimos anos, os capins do gênero *Panicum* se tornaram as principais opções forrageiras para sistemas intensivos de produção animal a pasto (Martha Júnior et al.,

2004), e dentre estes, o capim-mombaça tem destaque por seu elevado potencial de matéria seca, qualidade, palatabilidade da forragem produzida, além da boa persistência (Valentim et al., 2001).

A eficiência da utilização de forragem em sistema de pastejo não pode ser analisada apenas em curto prazo através da maximização da razão entre forragem consumida e forragem produzida, mas também, em longo prazo, através da avaliação de parâmetros que condicionam e determinam a persistência e produtividade da pastagem (Uebele, 2002).

Segundo Fagundes et al. (2005), o potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente, porém, para que esse potencial seja alcançado, condições adequadas do meio (temperatura, umidade, luminosidade, disponibilidade de nutrientes) e manejo devem ser observados.

O uso da adubação nitrogenada é recomendável para aumentar a densidade da forragem e, sobretudo, a disponibilidade de folhas. Ao acelerar a taxa de crescimento, independentemente da altura do pasto, o nitrogênio pode propiciar o aumento do consumo dos animais que colhem essa forragem, por elevar a produção de matéria seca dentro dos estratos verticais da pastagem (Heringer & Jacques, 2002).

Como já é sabido, a unidade básica de um perfilho é o fitômero, sendo este constituído por lâmina, lígula, bainha, colmo, nó, entre nó, e os pastos de gramíneas são compostos por uma comunidade destes perfilhos. O perfilhamento é uma estratégia de perenização e ocupação espacial que as gramíneas forrageiras desenvolveram durante seu processo evolutivo na presença de herbívoros, como forma de assegurar a sobrevivência e a sua persistência, sendo influenciado por diversos fatores de ambiente e manejo (Caminha, 2009).

A disponibilidade de luz parece ser o fator de ambiente mais limitante ao perfilhamento, uma vez que tanto a quantidade quanto a qualidade da luz incidente nas partes mais baixas do dossel podendo causar alterações na dinâmica de perfilhamento (Langer, 1979).

O presente estudo teve por objetivo avaliar a densidade populacional de perfilhos, o número de folhas, o peso de perfilho e a dinâmica de perfilhamento em capim-mombaça irrigado e adubado com quatro doses de nitrogênio, durante as quatro estações do ano, sob pastejo intermitente.

## **Material e métodos**

O experimento foi conduzido na estância JAE, no município de Santo Inácio-PR, região noroeste do Paraná. A localização geográfica é 23° 25'S de latitude e 51° 57'O de longitude e possui altitude média de 410 metros. O tipo climático predominante na região é o Cfa – subtropical úmido mesotérmico (Köppen). Este tipo é caracterizado pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas severas e tendência de concentração das chuvas no período do verão, com temperatura média anual de 22,1°C e precipitação anual de 1200 mm. O período experimental foi de setembro de 2010 a setembro de 2011, compreendendo assim as quatro estações do ano.

Os dados climáticos referentes à precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura mínima, média e máxima (°C) correspondentes ao período experimental podem ser visualizados na Figura 1. No dia 24 de junho, início da estação do inverno, ocorreu uma forte geada na área experimental, que não é corriqueiro para a região, prejudicando assim estrutura da pastagem.

Por causa dos ciclos de pastejo variáveis dentre as doses de nitrogênio (N) aplicadas, os dados foram avaliados por meio de médias ponderadas com base nas datas de amostragem da pastagem. Desta forma, os períodos de avaliação foram: primavera (setembro a dezembro de 2010), verão (janeiro a março de 2011), outono (abril a junho de 2011) e inverno (julho a setembro de 2011).

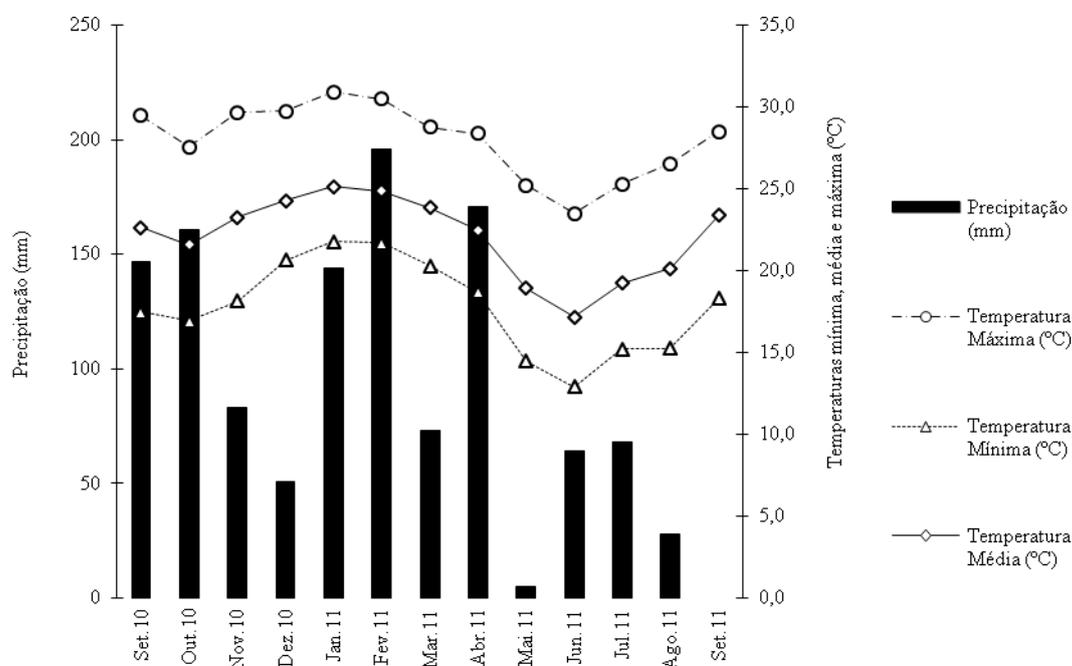


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental (setembro de 2010 a setembro de 2011).

Fonte: Precipitação: Estância JAE; Temperatura: IAPAR Paranaíba-PR.

O solo da região é o Latossolo Vermelho Escuro Distrófico de textura arenosa (Embrapa, 1999). A composição química do solo apresentada no início do período experimental pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo da área no início do período experimental (0-20 cm de profundidade)

	cmolc dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	pH	
	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>
Mombaça	2,85	0,125	1,12	0,41	0,10	8,03	6,42	5,13	5,00

Fonte: Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente – Universidade Estadual de Maringá.

A área experimental já estava previamente estabelecida com o capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) desde fevereiro de 2008. A área total da pastagem é de pouco mais de dois ha, e para a condução do experimento, esta área foi dividida em quatro blocos. Cada bloco foi subdividido em quatro piquetes (unidades experimentais), totalizando assim 16 piquetes com 1600 m<sup>2</sup> cada.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e com quatro repetições, e nas subparcelas, foram avaliadas as quatro estações do ano. Os tratamentos estudados (parcelas) foram: capim-mombaça + 0 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup>ano (controle), capim-mombaça + 200 kg de N ha<sup>-1</sup>ano, capim-mombaça + 400 kg de N ha<sup>-1</sup>ano e capim-mombaça + 800 de N ha<sup>-1</sup>ano.

Em junho de 2010, foi realizada a calagem (calcário dolomítico) e a gessagem do solo (com base na análise do solo apresentada na Tabela 1), para que a saturação de bases fosse elevada a 70%, conforme descrito por Werner et al. (1996). Para a adubação nitrogenada e potássica, foram utilizados como fonte o nitrato de amônio e o cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada (200, 400 e 800 kg ha<sup>-1</sup>) e potássica (120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) foram jogadas a lanço, ou seja, sem incorporação no solo, e parceladas. Estas parcelas foram aplicadas após cada ciclo de pastejo, isso significa que, assim que os animais saíam da unidade experimental, a adubação era realizada. Já a adubação fosfatada teve como fonte o super fosfato simples (80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), e esta foi aplicada em uma única vez em setembro de 2010.

O método de pastejo empregado foi de lotação intermitente com taxa de lotação variável, e os animais utilizados para o consumo da forragem nas unidades

experimentais, foram vacas leiteiras mestiças (Holandesa-Gir, Holandesa-Jersey, Jersey-Gir) com peso vivo médio de 438 kg e permanecia por aproximadamente, dois dias nos piquetes.

Os animais eram introduzidos nas áreas experimentais quando o pasto atingia a altura de aproximadamente 90 cm, que corresponde aos 95% de Interceptação Luminosa (IL), medida por meio do aparelho Aculpar 80. Quando o pasto se encontrava a altura de aproximadamente 40 cm do nível do solo, medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros (15 pontos em cada unidade experimental), os animais eram retirados das unidades experimentais.

A irrigação com as lâminas d'água na área experimental foi pelo sistema de aspersão, utilizando os aspersores: Naan 5035, bocais 5,0 x -1 2,5 mm, pressão de serviço 280 kPa, vazão nominal de 1.875 L h e ângulo de inclinação do jato igual a 23°, denominado aspersor A. Esse modelo de aspersor foi adotado por ser de comum uso na prática, e é constituído de uma rede em malha, que comumente é denominada de aspersão em malha (Drumond & Fernandes, 2001).

A cada dia, a pastagem era irrigada com cerca de sete a oito milímetros de água, sendo que por dia era irrigado um bloco (constituído por quatro unidades experimentais). Esta quantidade de água era ajustada de acordo com a precipitação diária, e sempre realizada no período noturno, das 21h a 1 hora, totalizando aproximadamente 80 mm mensais. A forma de distribuição e disponibilidade de água foram de acordo com a capacidade de armazenamento do reservatório e o manejo da propriedade, já estabelecidos nas atividades diárias local, antes do início do experimento. Na estação do verão, quando havia a ocorrência de chuvas (medindo a precipitação diária), não era realizada a irrigação da área experimental. Após dois dias, cessando a precipitação fluvial, a irrigação das áreas era novamente realizada.

Para que a densidade populacional dos perfilhos (DPP) fosse estimada, os perfilhos foram contabilizados dentro de uma área de 0,70 x 1,50 m<sup>2</sup>, sendo que eram realizadas três contagens (amostragens) em cada unidade experimental, e ocorria a cada pré-pastejo, ou seja, quando a pastagem estava no seu momento adequado (95% IL) para que os animais fossem introduzidos na área para o pastejo.

Para a avaliação do número de folhas e massa do perfilho, foram coletados 30 perfilhos aleatórios e representativos da área, por piquete, a cada pré-pastejo (95% IL), e estes, acondicionados em freezer. Posteriormente, foi realizada a contagem do número de folhas e a separação morfológica das estruturas do perfilho, sendo separadas em

folha e colmo + bainha, e então, levados a estufa de circulação forçada a 55 °C por 72 horas e, após realizada a pesagem destes, foi possível fazer a estimativa da massa de folha e colmo.

Para o estudo do perfilhamento foram marcadas cinco touceiras por piquete, sendo que todas eram representativas da unidade experimental. A primeira marcação, ocorreu no dia 23 de setembro de 2010, início da primavera, e todos os perfilhos de cada touceira selecionada, foram devidamente marcados com fio colorido. Após seis ou sete dias quando os animais eram retirados das unidades experimentais, estas touceiras eram novamente avaliadas, marcando os novos perfilhos eram com um fio com cor diferente e, os perfilhos senescidos, eram contabilizados.

Para o tratamento com 0, 200, 400 e 800 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup>ano, houve quatro, sete, oito e dez pastejos, respectivamente.

No dia 24 de junho, houve o acometimento de uma geada comprometendo a estrutura do pasto. Como o experimento foi realizado em uma propriedade particular, foi realizado um manejo pós geada como provavelmente ocorreria nas demais propriedades rurais. Neste sentido, os pastos foram pastejados para que houvesse uma uniformização da área e assim uma nova rebrota das folhas.

Foi realizada uma nova marcação de perfilhos, sendo contabilizados todos os perfilhos que senesceram por causa da geada, os sobreviventes e os perfilhos novos. Nos tratamentos que não houve mais pastejos, houve a última contabilização de perfilhos, já nos tratamentos em que as plantas se recuperaram após a geada e houve pastejo, estes perfilhos foram novamente contabilizados após seis ou sete dias com a saída dos animais das unidades experimentais.

A partir da marcação destes perfilhos, foi possível avaliar a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) e a taxa de mortalidade de perfilhos (TMoP). Os cálculos para as variáveis descritas 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.

Os dados avaliados se ajustaram a distribuição normal, realizando a análise de variância, e os parâmetros significativos foram submetidos a regressão simples, adotando  $\alpha = 0,05$ . Estes foram analisados por análise de máxima verossimilhança restrita para medidas repetidas no tempo, com o auxílio do programa PROC MIXED do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2.).

## Resultados e Discussão

Foi observado efeito isolado para as doses de nitrogênio (N) ( $P < 0,05$ ) e as estações do ano ( $P < 0,05$ ), bem como para as interações entre as doses de N e as estações do ano em relação a densidade populacional de perfilhos (DPP). O maior número de perfilhos foi encontrado na estação do verão, seguido das estações da primavera, outono e inverno (Figura 2).

Na estação do verão, a DPP do capim-mombaça obteve maiores valores em detrimento das demais estações, com média de 47283 perfilhos/ha, seguida da estação da primavera, com média de 36061 perfilhos/ha. Os menores valores foram encontrados nas estações do outono e inverno, com média de 34021 e 25505 perfilhos/ha, respectivamente. Estes valores podem ser justificados pelas condições ambientais mais favoráveis durante a estação do verão, caracterizada por maior irradiação luminosa, temperatura mais elevada e maior precipitação pluvial, fatores que são mais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da gramínea.

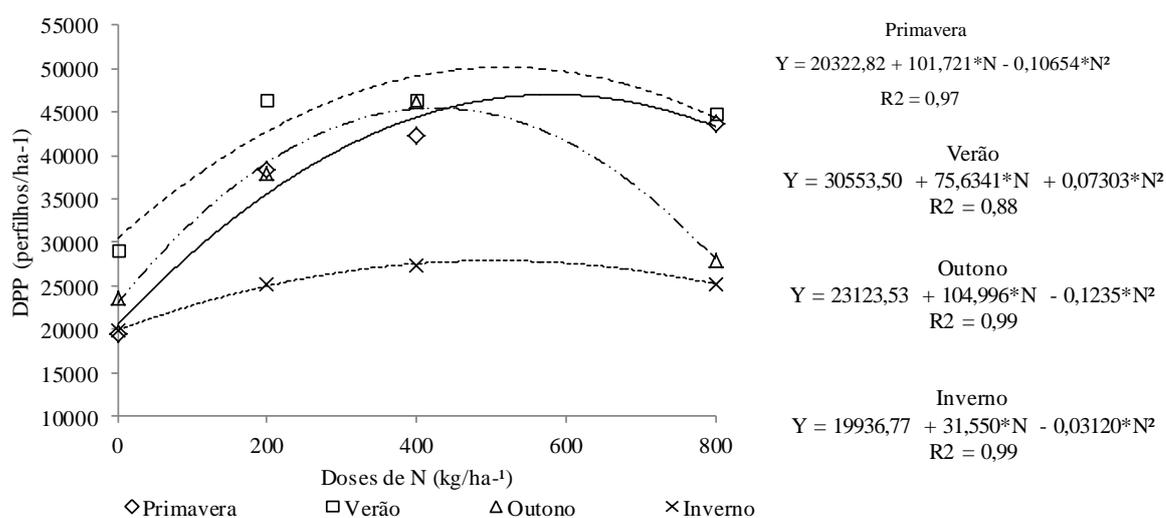


Figura 2: Densidade populacional de perfilhos por ha em capim-mombaça adubado com diferentes doses de nitrogênio nas estações do ano.

Sabendo que a disponibilidade de luz é um dos fatores de maior interferência na taxa de aparecimento de perfilhos, é esperado que as flutuações estacionais na disponibilidade de energia luminosa levem a mudanças na densidade populacional de perfilhos de uma pastagem (Matthew et al, 1999). Em trabalho realizado por Uebele

(2002), com a mesma espécie forrageira, também foi possível observar valores de DPP maior na estação do verão e menor na estação da primavera.

Apesar da estação da primavera proporcionar condições ambientais positivas para o crescimento e desenvolvimento da gramínea forrageira, o menor número de perfilhos pode ser relacionado com o fim do período reprodutivo das plantas. Embora as médias da densidade tenham sido elevadas em relação as estações do outono e inverno, a densidade populacional não foi suficiente, provavelmente pela subsequente baixa densidade herdada das estações anteriores.

Até a dose de  $800 \text{ kg N/ha}^{-1}$ , a DPP do capim-mombaça obteve em média de  $40927 \text{ perfilhos/ha}^{-1}$ . Para as demais doses, 0, 200 e  $400 \text{ kg N/ha}^{-1}$ , as médias foram de 23036, 37330,  $40577 \text{ perfilhos/ha}^{-1}$ , respectivamente. Estes dados corroboram com os dados de Mesquita & Neres (2008), em que o número de perfilhos também aumentou de forma linear positiva para os capins Tanzânia e Mombaça, que foram submetidos a doses crescentes de nitrogênio. Lavres Júnior & Monteiro (2003), avaliando adubações com N em capim-mombaça, verificaram que as doses de N tiveram influência significativa no perfilhamento.

A intensidade de desfolha cresce de acordo com as doses de N, ou seja, em doses mais elevadas, há uma maior intensidade de desfolha e assim, uma maior renovação de perfilhos. De acordo com Matthew et al. (1999), comunidades de plantas em pastagens procuram se ajustar às diferentes condições e intensidades de desfolha, e a otimização do IAF de um pasto em situações de alta intensidade de desfolha é alcançada através de uma maior densidade populacional de perfilhos pequenos.

Segundo Garcez Neto et al. (2002), o N promove a ativação de gemas dormentes, potencializa a ocupação do solo, e acelera os processos de aparecimento e morte de perfilhos. Neste sentido, a DPP é favorecida com uma maior proporção de perfilhos jovens no pasto.

O nitrogênio é o nutriente com maior impacto sobre a velocidade dos processos de crescimento e desenvolvimento vegetativo gerando aumentos na produtividade (Caminha et. al., 2010). Portanto, a manipulação da dinâmica do perfilhamento pode ser uma importante estratégia para o manejo da pastagem, uma vez que a DPP é uma dos fatores determinante da perenidade do pasto.

Para o número de folhas vivas (NFV) por perfilho no capim-mombaça, as estações da primavera e do inverno não obtiveram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para interação entre as doses de N e as estações avaliadas. Na estação do verão houve um

efeito negativo para as doses de N, porém, em contrapartida, verificou-se um efeito positivo para as doses aplicadas na estação do outono.

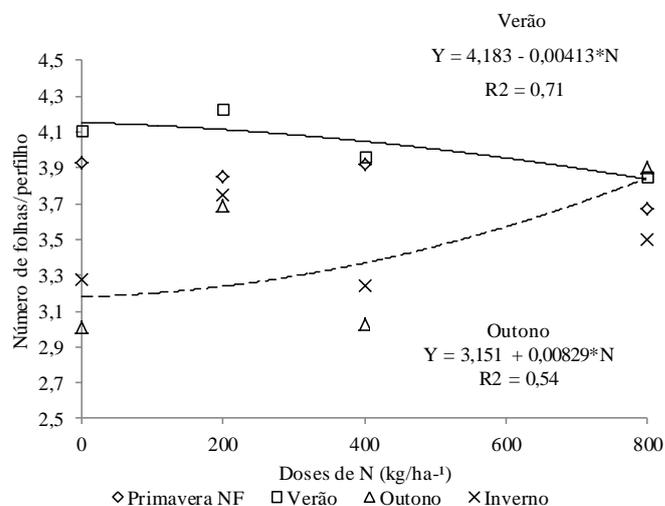


Figura 3: Efeito das interações para o número de folhas vivas (NFV) de em capim-mombaça adubado com diferentes doses de nitrogênio nas estações do ano.

Fatores ambientais como temperatura, luminosidade e adubação nitrogenada influenciam diretamente no aparecimento foliar e na duração de vida de cada folha. Na estação do verão o efeito negativo para as doses de N aplicadas, ocorreu provavelmente pela renovação no dossel, verificando perfilhos mais novos e maior número de perfilho, e por consequência menor número de lâminas foliares.

Já na estação do outono, a variação positiva provavelmente é por causa da relação inversa na densidade populacional de perfilhos, onde há uma diminuição no número de perfilhos na área, e assim, por consequência, aumento no NFV de acordo com as crescentes doses de nitrogênio aplicadas. Este mecanismo é acionado em decorrência do tempo limitado de vida da folha, determinado por características genéticas e influenciado por condições de clima e manejo (Patês, 2007).

O potencial de perfilhamento de uma planta forrageira é determinado pela velocidade com que novas folhas são emitidas, pois cada folha produzida possui gemas potencialmente capazes de originar novos perfilhos, caracterizando uma influência direta da taxa de aparecimento de folhas sobre a densidade populacional de perfilhos por meio da determinação do número potencial de gemas axilares, sendo essa relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas denominada *site filling* (Davies, 1974).

Assim como o ocorrido para o NFV, a massa de folhas (MF) e a massa de colmo (MC) por perfilho obtiveram efeito nas interações entra as doses de N e as estações do ano ( $P < 0,05$ ), não havendo efeito significativo na estação do verão para MF e nas estações da primavera e outono para MC (Figura 4).

De modo geral, a presença do nutriente N, promove um aumento na massa média e na densidade perfilhos, porém os fatores ambientais têm influência direta no crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras. Neste sentido, assim como o NFV um acréscimo na estação do outono, a MF também obteve este comportamento, porém esta estação é caracterizada por temperaturas médias baixas e com menor disponibilidade de radiação luminosa, e também, é o período reprodutivo das gramíneas, que disponibilizam suas reservas para o florescimento ao invés de investir em folha maior, e conseqüentemente maior peso de suas folhas, obtendo então, valores inferiores das estações da primavera e verão.

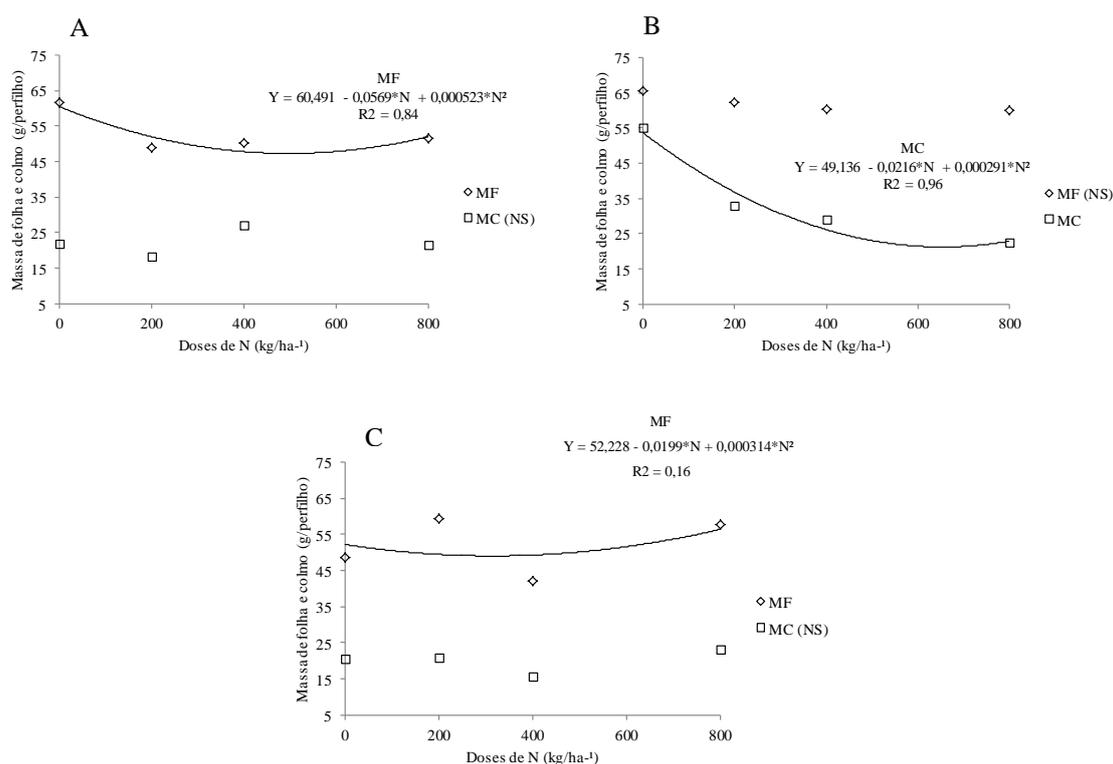


Figura 4: Massa de folha e de colmo de capim-mombaça irrigado adubado com doses de N sob pastejo intermitente. (A) primavera; (B) verão; (C) outono.

A captação da energia solar incidente e a absorção do  $CO_2$  atmosférico são feitas pelas folhas dessas plantas, sendo as lâminas foliares responsáveis por 96% da

foto-síntese, e as bainhas por apenas 4% (Parsons et al., 1983). Neste sentido, como os fatores abióticos nas estações do outono e inverno são menos favoráveis para maior desenvolvimento das lamina foliares, obtendo assim, maior produção de massa, a tendência é que a produção decaia em detrimento das demais estações.

Como o pasto era manejado a 95% de interceptação luminosa, havia maior ciclo de pastejo de acordo com as crescentes doses de N aplicadas ao capim-mombaça. Fato que contribuiu para a entrada de luz no dossel, possibilitando maior renovação foliar e uma renovação de perfilhos. Neste sentido, foi encontrada maior densidade de perfilhos, com maior número e massa de folhas durante a estação do verão, e uma diminuta massa de colmo durante a mesma estação, salientando a alta renovação de perfilhos nas unidades experimentais com doses mais elevadas de N.

Na estação do inverno a MF foi menor que as demais estações obtendo um efeito quadrático, porém, em contrapartida, a MC na mesma estação, obteve um efeito linear positivo para as doses de N aplicadas ao capim-mombaça (Figura 5). Tais estão relacionados as condições climáticas menos favoráveis ao crescimento da gramínea durante esta estação, e também, a geada acometida no início deste período, que não é habitual para esta região.

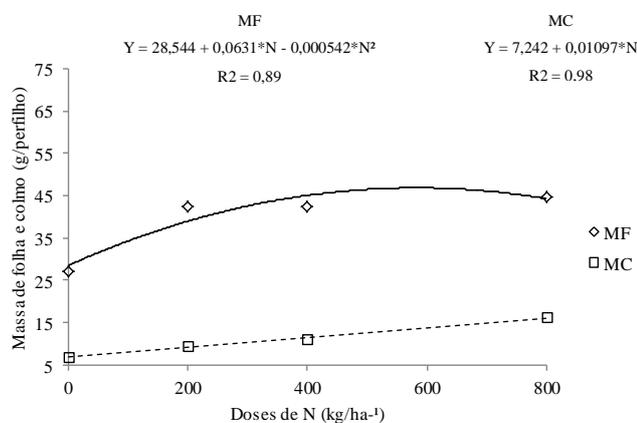


Figura 5: Massa de folha (MF) e colmo (MC) do capim-mombaça durante a estação do inverno, irrigado e com doses de nitrogênio.

O efeito linear positivo para a MC demonstra a atuação do nitrogênio na gramínea quando esta é exposta a estresse (geada) como este, fazendo com que a estrutura do perfilho fosse menos danificada, e neste caso, o pasto que recebera uma maior dose de N, teve um aporte melhor para a sobrevivência de seus perfilhos e rapidez maior para a nova constituição do seu dossel.

Vale ressaltar também, que durante o período do outono e inverno, as desfolhações são menores, portanto há maior competição por luz e, conseqüentemente, o sombreamento, a senescência das lâminas foliares e de outros perfilhos. Estes fatores são, portanto, associados aos processos de competição intraespecífica por meio de fatores ambientais, em especial a luz, dando origem ao processo conhecido como “compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos”, fato determinante para o equilíbrio dinâmico necessário para a estabilidade, longevidade e produtividade da pastagem (Da Silva, 2008).

Porém, em média, durante as quatro estações, a dose de 800 kg N/ha<sup>-1</sup> obteve a maior MF e a MC foi semelhante as doses de 200, 400 e 800kg N/ha<sup>-1</sup>, sendo maior no o tratamento controle (0 kg N/ha<sup>-1</sup>), em que a MC foi de 26,10 g/perfilho. Isto demonstra que, elevadas doses de N promovem um aumento na MF em detrimento da MC presente no dossel (Figura 6), que conseqüentemente, contribui para uma melhoria do pasto e assim na produção animal.

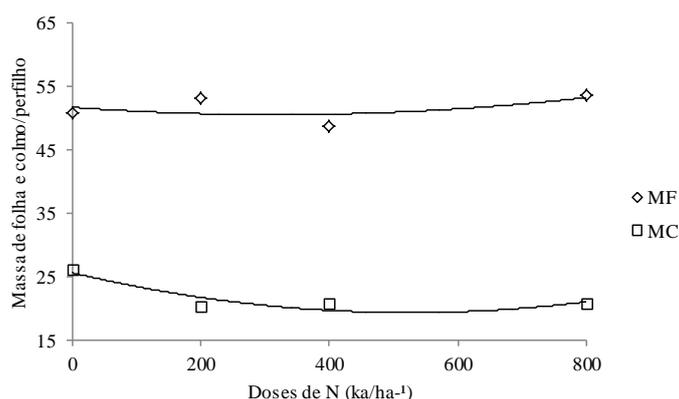


Figura 6: Média em g/perfilho de massa de folha e massa de colmo do capim-mombaça durante as quatro estações do ano submetido a crescentes doses de N.

Entretanto, como já mencionado anteriormente, no início da estação do inverno, houve a incidência de geada na região, assim, quando o experimento finalizou, as doses de 0 e 200 kg N/ha<sup>-1</sup> não haviam ainda chegado aos seus 95% de IL, mas para se ter uma amostragem final, foi realizada a coleta destes perfilhos, que pode justificar, portanto, valores inferiores aos demais.

Durante as estações do ano, é possível verificar que a variação na DPP se alterou juntamente com a massa do perfilho (MP), em que maiores valores foram encontrados na estação do verão e os menores no inverno. Já para as doses de N aplicadas, não houve grande variação na MP, diferentemente da DPP (Tabela 2). O tratamento controle

(0 kg N/ha<sup>-1</sup>) apresentou menor valor para a DPP e maior para MP, provavelmente pelo aumento na massa de colmo (MC), pois como estes pastos tinha uma menor intensidade de pastejo, o dossel era renovado mais lentamente o que tornava os perfilhos mais velhos e lignificados. Segundo Sbrissia (2008), existe uma relação inversa entre densidade populacional e tamanho individual de perfilhos em comunidades de plantas forrageiras submetidas a desfolhação.

A dose de 800 kg N/ha-1 obteve valores de DPP inferiores das doses de 200 e 400 kg N/ha-1, porém, para MP, apresentou valores superiores a estas doses. Tal fato está relacionado pelas plantas terem apresentado maior massa de folha em detrimento das demais doses. De acordo com Cabral (2008) a produção de massa por perfilho é dependente da taxa de aparecimento de folhas, da taxa de alongamento de folhas, do tamanho final da lamina foliar e da duração de vida de folhas. Entretanto, a produção de massa por área e a estrutura da pastagem é dependente da densidade populacional de perfilhos no pasto.

Tabela 2: Densidade populacional de perfilhos (DPP) e massa de perfilho (MP) do capim-mombaça adubado com doses de N e irrigado ao longo das quatro estações do ano.

Estações	Doses de N (kg/ha <sup>-1</sup> )				Média
	0	200	400	800	
-----DPP-----					
Primavera	19547,62	38411,86	42293,65	43677,38	35982,63
Verão	29166,67	46457,37	46347,62	44779,33	41687,75
Outono	23583,33	39957,71	46285,71	27945,24	33943,04
Inverno	19845,24	25243,61	27380,95	25238,10	24426,98
Média	23035,72	37017,68	40576,98	35410,01	
-----MP-----					
Primavera	83,5	67,28	77,16	73,21	75,29
Verão	120,78	95,20	89,38	82,58	96,99
Outono	69,09	80,14	57,59	80,87	71,92
Inverno	34,09	51,82	53,53	61,08	50,13
Média	76,87	73,61	69,42	74,44	

Para a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP), houve interação entre as doses de N aplicadas e as estações do ano. Na estação do verão e outono verificou-se efeito linear negativo ( $P < 0,005$ ) e, para as demais estações não houve efeito significativo (Figura 7).

Na estação da primavera, não foi possível identificar a idade dos perfilhos já existentes, porque foi nesta estação que começou a marcação destes. Contudo, estes

perfilhos já presentes no dossel, geralmente, são caracterizados por serem mais velhos, o que poderia portanto, justificar a renovação dos perfilhos na pastagem na estação do verão e, por conseguinte, a taxa de mortalidade de (TMoP) durante a primavera.

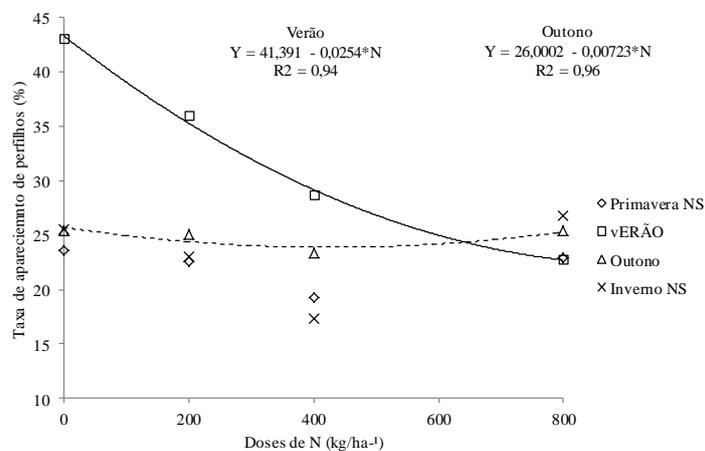


Figura 7: Taxa de Aparecimento (TApP) em percentagem em plantas de capim-mombaça, em função das doses de nitrogênio nas estações do ano.

A intensidade luminosa favorece o perfilhamento, sendo assim, mesmo obtendo efeito linear negativo para as doses de N aplicado, as médias para a estação do verão foram maiores para a taxa de aparecimento para o capim-mombaça para as doses de 0, 200 e 400 kg de N/ha<sup>-1</sup>. Entretanto, a TApP para a dose de 800 kg de N/ha<sup>-1</sup> manteve-se praticamente estável durante as quatro estações do ano.

Carvalho et al., (2001) ao avaliar o perfilhamento do capim “Tifton 85” em diferentes alturas de pastejo verificaram que durante a estação do verão ocorreu uma elevada taxa de nascimento de perfilhos (renovação), e descrevem que estas elevadas taxas de natalidade são decorrentes de práticas de manejo empregadas, que se tornam assim, essenciais para a manutenção ou o aumento da população de perfilhos no dossel para as estações seguintes (outono, inverno e primavera).

Fatos como estes demonstram a grande influência do N na reposição dos perfilhos quando as condições ambientais são menos favoráveis a rebrota. Isto fica ainda mais evidente na estação do inverno, pois como a geada comprometeu toda a estrutura da pastagem, a quantidade de N aplicado foi de extrema importância para que o pasto se recuperasse rapidamente, com o aparecimento de novos perfilhos.

A TApP no tratamento controle (0 kg de N/ha<sup>-1</sup>) obteve, em média, maior valor que nos demais tratamentos (200, 400 e 800 kg de N/ha<sup>-1</sup>). De acordo com Skinner &

Nelson, (1992), em condições de dosséis muito densos, o perfilhamento normalmente é inferior ao potencial da TApF, caracterizando o efeito de forte competição entre indivíduos por assimilados e luz, e define o conceito de *site filling*. A taxa potencial máxima de aparecimento de perfilhos só pode ser atingida quando o IAF do pasto é baixo, uma vez que a ativação de gemas para formação de novos perfilhos está relacionada à quantidade e à qualidade de luz incidente sobre essas gemas (Deregibus et al., 1983).

Entretanto, verifica-se que a adubação nitrogenada tem grande influência na densidade populacional dos perfilhos, e como consequência, a produção de massa seca dos mesmos, resultante do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e de morte de perfilhos. De acordo com Carámbula (1981) a aparição de perfilhos é o primeiro efeito que o nitrogênio promove, o segundo efeito, é fortalecer os perfilhos já existentes, ou seja, torná-los mais vigorosos. Baixa quantidade de nitrogênio proporciona baixos valores de ocupação de sítios, mantendo assim, a taxa de aparecimento de perfilhos com valores abaixo do seu potencial esperado, mesmo em relvados com índice de área foliar baixo (Lemaire, 1985).

Vale ressaltar que na estação do inverno, a ocorrência da geada interferiu na dinâmica de perfilhamento do capim-mombaça, sendo que nas doses de 0 e 200 kg de N/ha<sup>-1</sup>, foi contabilizado o aparecimento e a morte dos perfilhos, antes que os pastos atingissem 95% de IL, para que houvesse uma contagem final dos perfilhos sobreviventes nas doses. Desta forma, obteve-se valores de TApP de 25,53% e 21,54% para as doses de 0 e 200 kg de N/ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para os tratamentos com doses 400 e 800 kg de N/ha<sup>-1</sup>, foi possível verificar a dinâmica do perfilhamento antes que o experimento se findasse, assim a TApP foi de 17,31% e 26,81% para as respectivas doses anteriormente citadas.

A taxa de mortalidade (TMoP) do capim-mombaça foi influenciada pelo efeito solado de N, efeito das estações e da interação doses de N e as estações (P<0,005), sendo observadas respostas quadráticas para as estações da primavera, verão e inverno (Figura 8).

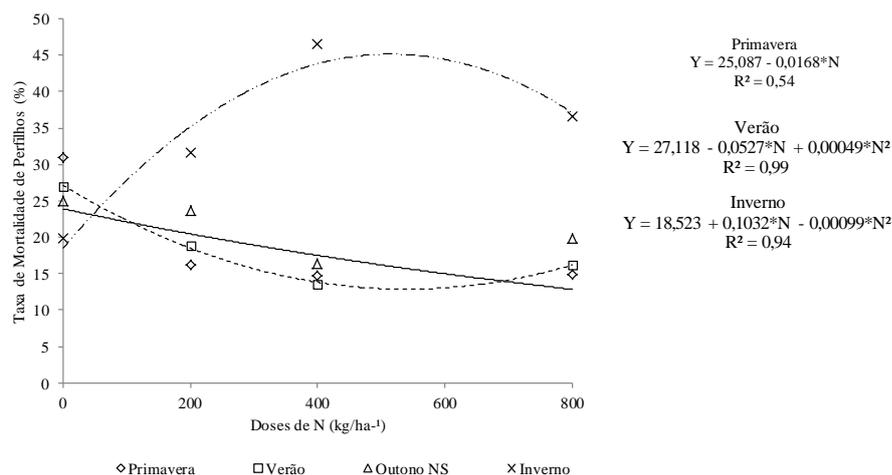


Figura 8: Taxa de mortalidade de perfílios (TMO P) em capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio e irrigação, sob pastejo intermitente

Na estação da primavera e do verão, os valores encontrados para a TMO P do capim-mombaça foram decrescendo de acordo com as crescentes doses de N aplicado, ou seja, quanto menor era a dose de N, que no caso é a ausência de N (0 kg de N/ha<sup>-1</sup>), maior era a TMO P encontrada, com tendência a aumentar a partir da dose de 800 kg de N/ha<sup>-1</sup>. Valores opostos foram relatados em trabalho realizado por Moraes et al. (2006), com quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225, 300 kg/ha.ano) em *Brachiaria decumbens*, foi possível observar um aumento na taxa de mortalidade e aparecimento de perfílios basilares proporcional às doses de nitrogênio aplicadas.

A maior dose de adubação aplicada (800 kg de N/ha<sup>-1</sup>) obteve os menores valores de mortalidade de perfílios. Tal fato pode ser explicado pelo aumento da utilização do pasto (ciclos de pastejo) e com a diminuição entre o tempo de ciclo de rebrota da gramínea, pois com a remoção de folhas há uma abertura no dossel permitindo assim a entrada de luz, e por consequência uma melhores taxas de natalidade e menores taxas de mortalidade (Figura 9).

Na estação do inverno, a TMO P foi maior que o esperado por causa da geada ocorrida, tendo valores de 8,93, 12,01, 29,92 e 19,66% maior que as médias para as estações anteriores para as doses de 0, 200, 400 e 800 kg de N/ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

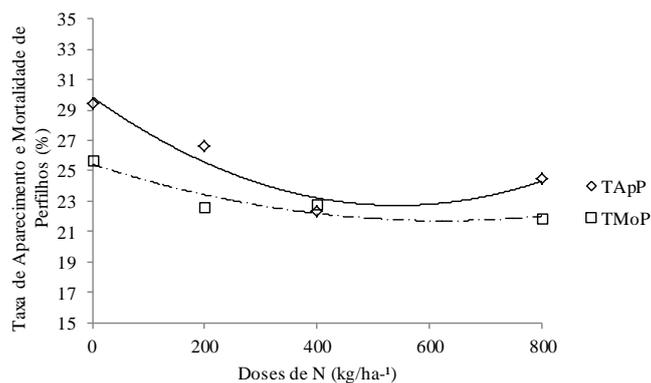


Figura 9: Taxa de aparecimento (TApP) e taxa de mortalidade de perfilhos (TMoP) do capim-mombaça adubado com doses de N na presença de irrigação ao longo das quatro estações do ano.

### Conclusões

O capim-mombaça, na presença de irrigação, apresenta aumentos em sua densidade populacional de perfilhos, no seu número e massa de folhas e massa de colmo de acordo com as crescentes doses de nitrogênio aplicadas. A taxa de aparecimento de perfilho, em média, é maior em pastos não adubados, em que há uma menor densidade de perfilhos, entretanto, a menor taxa de mortalidade de perfilhos é encontrada onde há uma maior dose de nitrogênio aplicado.

### Literatura Citada

- BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* jacq. Cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** Viçosa, MG: UFV, 2004, 01p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CABRAL, W. B. **Morfogênese e produção de biomassa em *Brachiaria brizantha* cv. Xaraes submetido a diferentes doses de nitrogênio.** Cuiabá, MT. Universidade Federal de Mato Grosso, 2008. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso, 2008.
- CAMINHA, F. O., DA SILVA, S. C., PAIVA, S. J., PEREIRA, L. E. T., MESQUITA, P., GUARDA, V. D. A. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.2, p.213-220, fev. 2010
- CAMINHA, F. O. **Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandú submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2009. 82. Dissertação (Mestre em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- 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.
- CARÁMBULA, M. **Producción de semillas de plantas forrageiras.** Montivideo: **Editorial Agropecuária**, 1981. 518 p.
- DA SILVA, S. C., NASCIMENTO JÚNIOR, D., SBRISSIA, A. F., PEREIRA, L. E. T. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens In:SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. **Anais...**Viçosa, 2008 p. 75-100
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, New York, v. 82, p. 165-172, 1974.
- DEREGIBUS, V. A.; SANCHEZ, R. A.; CASAL, J. J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v. 72, p. 900-912, 1983
- DRUMOND, L.C.D.; FERNANDES, A.L.T. **Irrigação por aspersão em malha.** Uberaba: Ed. Universidade de Uberaba, 2001. 84 p
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: 1999.

- FAGUNDES, L.J.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. et al. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.397-403, 2005
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, O. 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, p.1890- 1900, 2002.
- HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v37, n.3, p.399-406, 2002.
- LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed.). **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5 p. 19-25.
- LAVRES JR., J.; MONTEIRO, F. A. Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1068-1075, 2003.
- LEMAIRE, G. **Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps**. 96 p. 1985. Tese (Doutorado). Universidade de Caen, França, 1985.
- MARTHA JUNIOR, G.B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P.C.O. et al., Perda de amônia por volatilização em pastagem de Capim-Tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2240-2247, 2004.
- MESQUITA, E. E.; NERES, M. A. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum maximum* em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Goiânia, v.9, n.2, p. 201-209, 2008.
- MORAIS, R. V. et al. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v. 35, n. 2, p. 380-388, 2006.
- NASCIMENTO JUNIOR, N., ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. **Anais...** Viçosa, 2004.
- PARSONS, A.J., LEAFE, E.L., COLLETT, B., et al. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.127-139. 1983.
- PATES, N. M. S., PIRES, A. J. V., SILVA, C. C. F., CARVALHO, G. G. P., FREIRE, M. A. L. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007
- SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **R. Bras. Zootec.** v.37, n.1, p.35-47, 2008

- SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. da. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.731-753.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. **Annals of Botany**, v. 70, p. 493-499, 1992.
- UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2002.
- VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; SALES, M.F.L. **Amendoim forrageiro cv. Belmonte:** leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre. Rio Branco: Embrapa-CPAF Acre, 2001b. 18p. (Circular Técnica, 43).

#### **IV – Anatomia foliar capim-mombaça adubado com doses de nitrogênio e irrigado sob pastejo intermitente**

**Resumo:** Objetivou-se neste estudo avaliar a área foliar e os tecidos componentes das lâminas foliares: epiderme adaxial, epiderme abaxial, esclerênquima, bainha parenquimática dos feixes vasculares, tecidos vasculares e mesofilo do capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) na presença de irrigação e fertilizado com diferentes doses de nitrogênio, nas quatro estações do ano, sob pastejo intermitente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e com quatro repetições, e nas subparcelas, foram avaliadas as quatro estações do ano: primavera, verão, outono e inverno. Os tratamentos estudados (parcelas) foram: capim-mombaça + 0 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup>ano (controle), capim-mombaça + 200 kg de N ha<sup>-1</sup>ano, capim-mombaça + 400 kg de N ha<sup>-1</sup>ano e capim-mombaça + 800 de N ha<sup>-1</sup>ano. Para a área foliar (AF) houve efeito (P<0,05) do nitrogênio, da estação e da interação nitrogênio x estação, em que nas estações da primavera, verão e outono houve um efeito cúbico e na estação do inverno um efeito linear positivo para as crescentes doses de nitrogênio aplicadas. Para a composição dos tecidos das lâminas foliares (anatomia foliar), não houve efeito significativo das doses de nitrogênio aplicadas e nem das estações do ano. Entretanto, pode-se salientar a tendência que maiores doses de nitrogênio proporcionaram menores valores de epidermes adaxial e abaxial (EPAda e EPAb) e a bainha parenquimática dos feixes vasculares (BFV). Já para o esclerênquima (ESQ), as maiores taxas foram verificadas nas doses de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> e para as estações, foi encontrada maior taxa durante o outono. Já o mesofilo (MES), aumento de acordo com as crescentes doses de nitrogênio, fato favorável, porque este é um tecido de alta digestibilidade.

**Palavras-chave:** componentes teciduais, morfologia, *Panicum maximum*

#### **Introdução**

Os capins do gênero *Panicum maximum* se tornaram as principais opções forrageiras para sistemas intensivos de produção animal a pasto (Martha Júnior et al., 2004), em destaque está o capim-mombaça, que é exigente em fertilidade de solo e manejo, em especial para a intensidade de desfolha coincidindo com sua velocidade de rebrota e, assim, na sua produção de biomassa.

No manejo do pastejo, o propósito é que a maior proporção da dieta do animal seja composta por folhas, em vez de colmos e material morto (Nascimento Júnior e Adese, 2004). A taxa de crescimento foliar pode ser diminuída de três a quatro vezes quando há uma elevada deficiência de nitrogênio, fato ocorrente quando comparado a

níveis quando não há a limitação deste nutriente (Nabinger, 2002).

A associação entre a proporção de tecidos de lâminas foliares e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras é estudada desde 1970 (Akin & Amos, 1975). As proporções de tecidos e da espessura da parede celular, podem promover não só uma melhoria na produção da forragem mas também no desempenho animal.

A nutrição mineral contribui para a organização estrutural da lâmina foliar, e o nitrogênio é o nutriente que possui influência direta sobre os aspectos morfoanatomicos servindo como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos (Taiz & Zeiger, 2004).

Um indicativo do valor qualitativo das forrageiras tem sido em relação a proporção anatômica de cada tecido presente na planta (Paciullo, 2002). Neste sentido, é possível que se faça uma associação entre os diferentes tipos de tecidos, sendo estes de taxas de digestão diferentes, com a qualidade nutricional das plantas forrageiras (Akin & Burdick, 1975). Portanto, as diferenças nutricionais entre as espécies e cultivares de plantas forrageiras, podem ser explicadas pela proporção dos tecidos que possuam um elevado conteúdo celular e de parede celular não espessa, sendo então características de alta digestibilidade, daqueles que possuam uma parede celular altamente lignificada, que está associado a baixa digestibilidade (Wilson, 1997).

Akin & Amos (1975) demonstraram que células do mesofilo e as células do floema, que possuem uma parede celular delgada, são rapidamente digeridas, enquanto as células da epiderme e da bainha parenquimática dos feixes são de digestão lenta e parcial. Já os esclerênquima e o xilema, possuem uma parede celular lignificada e espessa, que por sua vez, são indigestíveis (Akin, 1989).

O objetivo deste trabalho foi verificar se doses crescentes de adubação nitrogenada, interferem no desenvolvimento da área foliar e na anatomia da do limbo de *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça.

### **Material e métodos**

O experimento foi conduzido na estância JAE, no município de Santo Inácio-PR, região noroeste do Paraná. A localização geográfica é 23° 25'S de latitude e 51° 57'O de longitude e possui altitude média de 410 metros. O tipo climático predominante na região é o Cfa – subtropical úmido mesotérmico (Köppen). Este tipo é caracterizado pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas severas e tendência

de concentração das chuvas no período do verão, com temperatura média anual de 22,1°C e precipitação anual de 1200 mm. O período experimental foi de setembro de 2010 a setembro de 2011, compreendendo assim as quatro estações do ano.

Os dados climáticos referentes à precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura mínima, média e máxima correspondentes ao período experimental podem ser visualizados na Figura 1. No dia 24 de junho, início da estação do inverno, ocorreu uma forte geada na área experimental, o que não é corriqueiro para a região, prejudicando assim estrutura da pastagem.

Devido aos ciclos de pastejo variáveis dentre as doses de nitrogênio (N) aplicadas, os dados foram avaliados por meio de médias ponderadas com base nas datas de amostragem da pastagem. Desta forma, os períodos de avaliação foram: primavera (setembro a dezembro de 2010), verão de 2010/2011 (janeiro a março de 2011), outono (abril a junho de 2011) e inverno (julho a setembro de 2011).

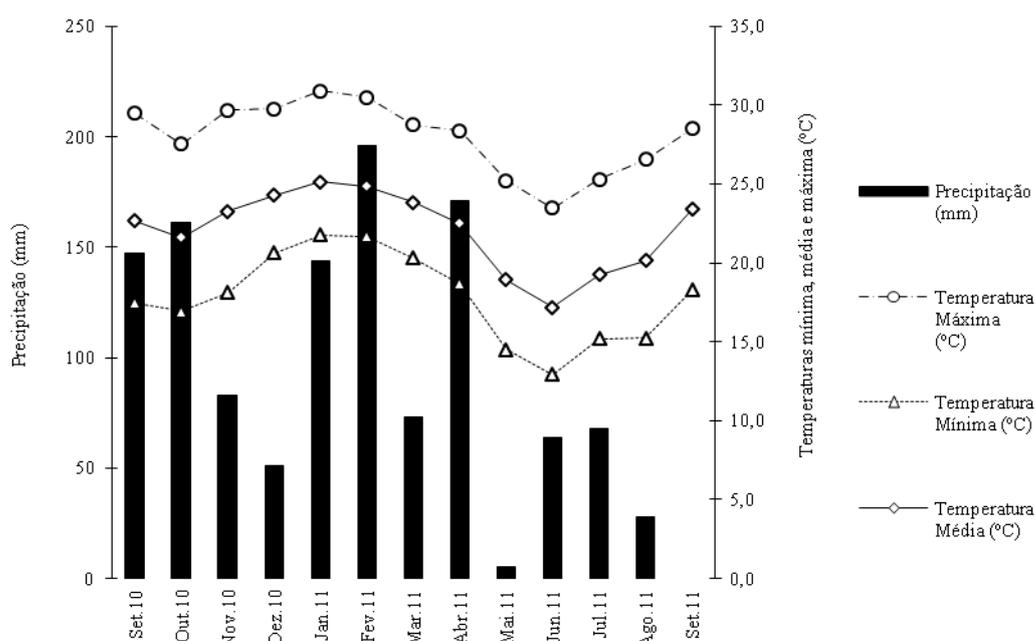


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental (setembro de 2010 a setembro de 2011).

Fonte: Precipitação: Estância JAE, Temperatura: IAPAR – Paranavaí-PR.

O solo da região é o Latossolo Vermelho Escuro Distrófico de textura arenosa (Embrapa, 1999). A composição química do solo apresentada no início do período experimental pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo da área no início do período experimental (0-20 cm de profundidade).

	cmolc dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	pH	
	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	C	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>
Mombaça	2,85	0,125	1,12	0,41	0,10	8,03	6,42	5,13	5,00

Fonte: Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente – Universidade Estadual de Maringá.

A área experimental já estava previamente estabelecida com o capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) desde fevereiro de 2008. A área total da pastagem é de pouco mais de dois ha, e para a condução do experimento, esta área foi dividida em quatro blocos. Cada bloco foi subdividido em quatro piquetes (unidades experimentais), totalizando assim 16 piquetes com 1600 m<sup>2</sup> cada.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e com quatro repetições, e nas subparcelas, foram avaliadas as quatro estações do ano. Os tratamentos estudados (parcelas) foram: capim-mombaça + 0 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup>ano (controle), capim-mombaça + 200 kg de N ha<sup>-1</sup>ano, capim-mombaça + 400 kg de N ha<sup>-1</sup>ano e capim-mombaça + 800 de N ha<sup>-1</sup>ano.

Em junho de 2010, foi realizada a calagem (calcário dolomítico) e a gessagem do solo (com base na análise do solo apresentada na Tabela 1), para que a saturação de bases fosse elevada a 70%, conforme descrito por Werner et al. (1996). Para a adubação nitrogenada e potássica, foi utilizado como fonte o nitrato de amônio e o cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada (200, 400 e 800 kg ha<sup>-1</sup>) e potássica (120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) foram jogadas a lanço, ou seja, sem incorporação no solo, e parceladas. Estas parcelas foram aplicadas após cada ciclo de pastejo, isso significa que, assim que os animais saíam da unidade experimental, a adubação era realizada. Já a adubação fosfatada teve como fonte o super fosfato simples (80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>), e foi aplicada em uma única vez em setembro de 2010.

O método de pastejo empregado foi o de lotação intermitente com taxa de lotação variável, e os animais utilizados para o consumo da forragem nas unidades experimentais, foram vacas leiteiras mestiças (Holandesa-Gir, Holandesa-Jersey, Jersey-Gir) com peso vivo médio de 438 kg e permanecia por aproximadamente, dois dias nos piquetes.

Os animais eram introduzidos nas áreas experimentais quando o pasto atingia a altura de aproximadamente 90 cm, que corresponde aos 95% de Interceptação Luminosa

(IL), medida por meio do aparelho Aculpar 80. Quando o pasto se encontrava a altura de aproximadamente 40 cm do nível do solo, medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros (15 pontos em cada unidade experimental), os animais eram retirados das unidades experimentais.

A irrigação com as lâminas d'água na área experimental foi pelo sistema de aspersão, utilizando os aspersores: Naan 5035, bocais 5,0 x -1 2,5 mm, pressão de serviço 280 kPa, vazão nominal de 1.875 L h e ângulo de inclinação do jato igual a 23°, denominado aspersor A. Esse modelo de aspersor foi adotado por ser de uso comum na prática, e é constituído de uma rede em malha, que comumente é denominada de aspersão em malha (Drumond & Fernandes, 2001).

A cada dia, a pastagem era irrigada com cerca de sete a oito milímetros de água, sendo que por dia era irrigado um bloco (constituído por quatro unidades experimentais). Esta quantidade de água era ajustada de acordo com a precipitação diária, e sempre realizada no período noturno, das 21h a 1 hora, totalizando aproximadamente 80 mm mensais. A forma de distribuição e disponibilidade de água foram de acordo com a capacidade de armazenamento do reservatório e o manejo da propriedade, já estabelecidos nas atividades diárias local, antes do início do experimento. Na estação do verão, quando havia a ocorrência de chuvas (medindo a precipitação diária), não era realizada a irrigação da área experimental. Após dois dias de cessar a precipitação fluvial, a irrigação das áreas era novamente realizada.

Quando o pasto atingia os 95% de IL, eram realizadas as coletas das lâminas foliares para a avaliação da área foliar e a anatomia. Para tanto, eram coletadas no total 15 lâminas foliares, sendo dez destinadas a avaliação da área foliar e as cinco restantes, para a anatomia foliar. Eram coletadas as últimas ou penúltimas lâminas foliares expandidas (com a lígula exposta) apenas de perfilhos vegetativos, sendo cortadas na região do colar (interface lâmina foliar-bainha) e acondicionadas em sacos plásticos.

As dez lâminas destinadas à avaliação da área foliar (de cada unidade experimental), após serem acondicionadas nestes sacos plásticos, eram imediatamente colocadas em um freezer, permanecendo lá até o início das avaliações. Para a estimativa da área foliar, foi utilizada a equação  $Y = 0,6503X$  ( $R^2 = 0,94$ ), em que Y é a área estimada e X o produto do comprimento e largura de cada folha (Figura 2). Esta relação foi obtida por meio da medição de 20 lâminas foliares de diferentes tamanhos, independente das doses de N aplicadas, com o auxílio do aparelho LAI Modelo 3100 (Nagashima, 2005).

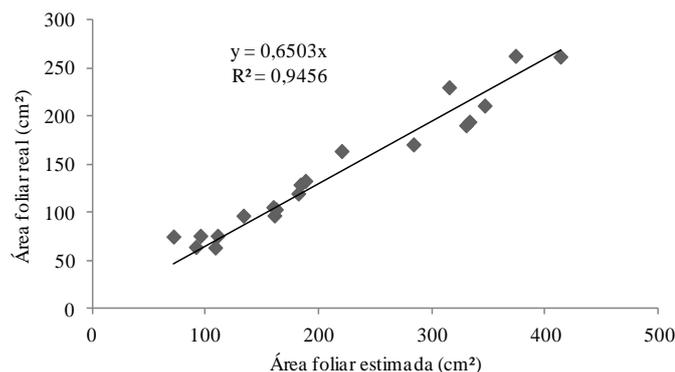


Figura 2: Medição para a equação da área foliar do capim-mombaça irrigado e adubado com quatro doses de nitrogênio

Para a mensuração da área estimada das lâminas, foi utilizada uma régua graduada em centímetros, medindo a porção central da lâmina (região mediana) e o comprimento da lâmina (do ápice até a base de inserção da lígula).

As cinco lâminas foliares restantes (de cada unidade experimental), eram cortadas em fragmentos em torno de um cm (medido com o auxílio do paquímetro) na sua região mediana, e então acondicionados em vidros e fixados em FAA 50 (formolaldeído + ácido acético + álcool) e armazenadas até o preparo histológico.

Para o laminário permanente, as amostras foram desidratadas em série etílica, infiltradas e incluídas em (2-hidroxil-etil)-metacrilato Leica®, segundo o protocolo do fabricante, seccionadas em micrótomo rotativo, coradas com azul de toluidina 0,05%, pH 4,7 (modificado de O'Brien *et al.* 1964) e montadas em resina sintética.

As proporções diferentes dos tecidos foliares foram avaliadas por meio de microscópio óptico acoplado ao Software de Análise de Imagens, modelo Motic Images Plus, versão 2.0. A mensuração da área total da secção transversal da lâmina foi projetada em vídeo e posteriormente, foi feita uma foto da área seccionada de forma padrão. Esta padronização foi realizada da seguinte forma: padronizou-se o lado direito da imagem e então, após a nervura central, eram contabilizadas duas bainhas do feixe vascular e assim, toda a imagem projetada em vídeo era medida. A medição das proporções dos tecidos das lâminas foliares era realizado sempre na mesma sequencia, sendo a primeira aferição da área total (AT), em seguida área das epidermes adaxial (EPada) e abaxial (EPaba), esclerênquima (ESC), bainha dos feixes vasculares (BPF) e feixes vasculares (FV). O mesofilo (MES) foi calculado por meio da diferença da área total (AT) e a somatória dos demais tecidos da secção transversal, como pode ser visualizado por meio da seguinte

fórmula:  $MES = AT - \sum (EPAda + EPAb + ESQ + BFV + FV)$ . Os tecidos das lâminas foliares estão dispostos conforme a figura abaixo (Figura 3).

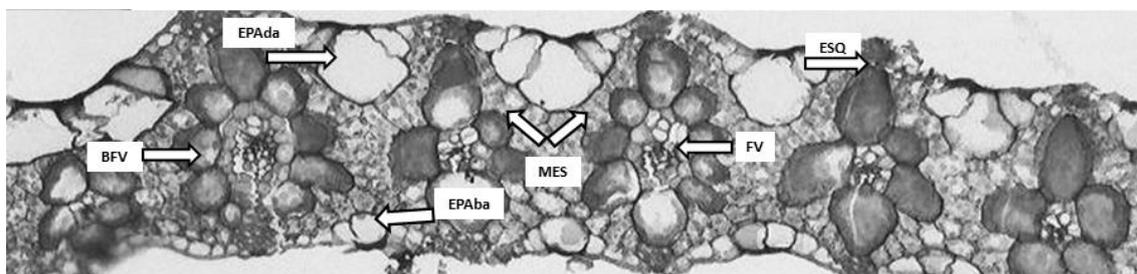


Figura 3: Distribuição dos tecidos de lâminas foliares de capim-mombaça (EPAda – epiderme adaxial; EPAb - epiderme abaxial; ESQ - esclerênquima; BFV – bainha do feixe vascular; FV – feixe vascular; MES – mesofilo).

Os dados avaliados se ajustaram a distribuição normal, realizando a análise de variância, em que os parâmetros significativos foram submetidos à regressão simples, adotando  $\alpha = 0,05$ . Estes foram analisados por análise de máxima verossimilhança restrita para medidas repetidas no tempo, com o auxílio do programa PROC MIXED do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2.).

### Resultados e discussão

Para a área foliar (AF) da interação doses de N e as estações ( $P < 0,05$ ), entretanto não houve efeito significativo para as estações da primavera e verão (Figura 4). Os resultados encontrados demonstram que o período do verão é o mais favorável ao crescimento das plantas de clima tropical, que pode ser notado pelos valores da AF, demonstrando o mecanismo da planta em manter área foliar fotossinteticamente ativa. Esta estação é caracterizada por possuir temperaturas mais elevadas que as demais estações, fato que pode ser verificado na Figura 1. Segundo Van Heemst, 1986, para todas as gramíneas, as respostas produtivas das mesmas são altamente dependentes das temperaturas a que elas estão expostas.

As plantas adubadas com  $800 \text{ kg de N ha}^{-1}$  apresentaram maiores valores de AF para as estações da primavera, verão e inverno, porém na estação do outono houve queda de 34,25% na sua AF, provavelmente, por esta ser a época de florescimento do capim-mombaça. Entretanto, nota-se que para a estação do inverno, os perfilhos submetidos a esta dose, não tiveram sua AF reduzida, mantendo praticamente constante, com diminuição de apenas 2,81% da sua AF. Fato oposto encontrado para as demais

doses, em que a redução da AF foi de 39,72, 44,08 e 23,39% para as doses de 0, 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Desta forma, fica possível notar a importância do N em manter a AF do dossel mesmo no período menos favorável do ano.

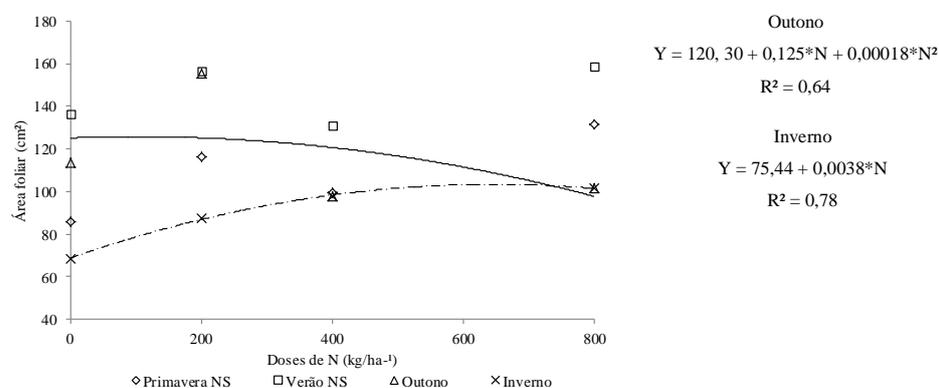


Figura 4: Área foliar (cm<sup>2</sup>) submetido a irrigação e as doses crescentes de adubação nitrogenada, sob pastejo intermitente.

Ainda na estação do inverno, quando as condições climáticas são menos favoráveis para o crescimento e desenvolvimento da gramínea, a ocorrência da geada no início da estação prejudicou a estrutura foliar do capim-mombaça, podendo explicar valores tão expressivos para a queda na AF. O desenvolvimento vegetativo das gramíneas é diminuído significativamente em épocas de fotoperíodo decrescente, geralmente no inverno, mesmo que durante este período ocorra elevação na temperatura, que pode ser chamado de inverno atípico (Villa Nova, 2007).

Neste período do inverno, as doses de 0 e 200 kg de N ha<sup>-1</sup> não chegaram aos 95% de IL até o final do experimento (setembro) para que as coletas das lâminas foliares fossem devidamente realizadas, portanto, para que pudesse então ser feita uma estimativa de como estavam as estruturas, foi realizada uma coleta no último dia do experimento, que pode explicar valores tão diminutos em comparação as demais doses. Diferente situação ocorreu nas doses de 400 e 800 kg de N ha<sup>-1</sup>, que mesmo com a geada acometida, houve a recuperação da sua área foliar atingindo os 95% de IL, demonstrando assim a atuação do N quando há algum tipo de estresse para a gramínea, fazendo com que sua recuperação seja mais rápida.

A capacidade fotossintética apresenta uma grande variação nas folhas individuais, e tal fato é determinado por diversos fatores ambientais, tais como temperatura, água, radiação solar incidente, nutrientes no solo e, sobretudo, o estágio de

desenvolvimento da folha. Manarin (2000) trabalhando com *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça com doses de N em dois períodos de crescimento constatou que a área foliar foi significativamente ( $P < 0,05$ ) influenciada pelas doses de N na solução nutritiva e por ambos os cortes.

É importante destacar que 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 morfogenéticas permite uma visualização da curva de produção, acúmulo de forragem e uma estimativa da qualidade do pasto (Gomide et al., 1997).

Fagundes et al. (2005), trabalhando com capim *Brachiaria decumbens* observaram comportamento linear para o desenvolvimento do capim *Brachiaria decumbens* ao ser adubado com doses crescentes de N. Doses extras de N podem contribuir para acelerar o crescimento dos tecidos da planta, especialmente o N que é mais eficiente em promover o aumento da área foliar, corroborando com os dados deste experimento.

Os valores médios da AF nas doses nitrogenadas durante as diferentes estações (primavera, verão outono e inverno) não aumentaram de acordo com as doses crescentes de N aplicado (0, 200, 400 e 800 kg de N ha<sup>-1</sup>). As plantas que receberam a dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, foram maiores em 2,6; 10,73 e 18,3% que as plantas que receberam as doses de 800, 400 e 0 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Entretanto, a diferença dos valores obtidos das médias da AF para as plantas que receberam as doses de 200 e 800 kg de N ha<sup>-1</sup>, não foi muito acentuada. A diferença da AF do capim-mombaça no período de transição da estação da primavera para o verão foi de 25,91 % para a dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> e de apenas 17,25% para a dose de 800 kg de N ha<sup>-1</sup>, que pode justificar a equivalência entre as doses aplicadas obtendo médias semelhantes entre as estações e sua média maior que a dose de 400 kg de N ha<sup>-1</sup> aplicado.

Já na estação seguinte (outono) a maior dose aplicada (800 kg de N ha<sup>-1</sup>) não manteve seu valor médio de AF, tendo um decréscimo de 34,25% na transição das estações (verão-outono), fato este não ocorrido para as doses de 200 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup>, que se mantiveram praticamente constantes. Estes fatos podem ter ocorrido porque a gramínea, provavelmente, para de responder ao crescimento de sua AF quando submetida a doses mais elevadas de N na estação do outono, período reprodutivo da planta, em que o N é direcionado para a formação da sua inflorescência, órgão que neste

estádio atua como “dreno”. Resultados diferentes foram encontrados por Basso (2009), que ao trabalhar com capim-milênio com doses crescentes de N (0; 150; 300 e 450 kg de N/há), verificou que as características morfológicas (área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e comprimento) aumentaram linearmente com o aumento das doses de nitrogênio.

A avaliação da anatomia foliar dos tecidos avaliados, como epiderme adaxial (EPada), epiderme abaxial (EPaba), esclerênquima (ESQ), bainha parenquimática do feixe vascular (BFV), feixe vascular (FV) não obtiveram diferença estatística para as doses de N aplicadas, épocas do ano e a interação entre as doses de N e as épocas avaliadas. O mesofilo (MES) apresentou efeito linear positivo para as crescentes doses de N.

As epidermes adaxial e abaxial (EPada e EPaba) não sofreram grandes variações entre as estações e as doses de N aplicadas (Tabela 2). Entretanto, é possível verificar que para a maior dose de N aplicada ( $800 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ), houve uma menor porcentagem das epidermes, levando a uma tendência de que doses mais elevadas de N podem diminuir a lignificação das epidermes, proporcionando, provavelmente, tecidos foliares mais digestíveis, pois a expansão das células pode diminuir a espessura da epiderme. As paredes externas das células da epiderme se tornam espessas, lignificadas e cobertas com uma camada de cutícula e cera, à medida que se desenvolvem, sendo mais pronunciado na EPaba que na EPada (Wilson, 1993).

As paredes anticlinais das células epidérmicas de gramíneas tropicais apresentam justaposição sinuosa, que aumenta a superfície de contato entre células adjacentes e dificulta o rompimento do tecido (Carvalho, 2008). A face abaxial da epiderme em gramíneas tropicais é firmemente segura aos feixes vasculares por células de parede grossa e lignificada de esclerênquima, enquanto a face adaxial nem sempre se apresenta presa aos feixes (Bauer 2008).

Dentre as epidermes, a EPada foi a que mais se alterou dentre as doses de N aplicadas, e de acordo com Mauseth (1988), as maiores variações na proporção da epiderme ocorrem na face adaxial, pela ocorrência de células buliformes, e segundo Lempp et al. (2009) as células buliformes são mais digestíveis que as demais.

Na proporção do esclerênquima (ESQ), a dose de  $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$  foi a que se encontrou a maior porcentagem (4,92%) ao longo das quatro estações do ano. Todavia, as demais doses não divergiram tanto, obtendo médias 4,56; 4,44 e 4,77%, para as doses de 0, 400 e  $800 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 3). Essa pequena diferença entre as médias é porque as plantas submetidas as doses de  $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , obtiveram

maiores médias durante a estação do verão. Basso (2009), ao trabalhar com capim-milênio nas doses de 0; 150; 300 e 450 kg de N ha<sup>-1</sup>, verificou que a proporção de ESQ respondeu de forma quadrática às doses de nitrogênio, sendo aos 276 kg de N/ha o ponto de menor valor encontrado.

Tabela 2: Proporção de epiderme adaxial e abaxial (EPada e EPaba), expressa em % na seção transversal em lâminas foliares de capim-mombaça, submetido a doses crescentes de adubação nitrogenada.

Estações	Doses de N (kg/ha <sup>-1</sup> )				Média	EPM
	0	200	400	800		
-----EPada (%)-----						
Primavera	15,53	14,34	15,60	13,40	14,72	1,05
Verão	16,64	14,94	15,02	13,44	15,01	1,31
Outono	14,80	15,43	13,31	12,88	14,10	1,21
Inverno	17,50	14,31	14,97	14,63	15,36	1,46
Média	16,12	14,76	14,73	13,59		
EPM	1,19	0,5	0,9	0,9		
-----EPaba (%)-----						
Primavera	6,05	6,34	6,04	5,72	6,04	0,3
Verão	6,21	6,46	5,39	5,33	5,85	0,5
Outono	6,47	6,2	6,61	5,47	6,16	0,5
Inverno	6,01	5,6	5,79	5,12	5,63	0,3
Média	6,18	6,15	5,95	5,43		
EPM	0,2	0,6	0,5	0,2		

EPM: erro padrão da média

Para as estações do ano, as médias do ESQ também foram semelhantes, sendo de 4,40; 4,66; 4,86 e 4,88% para as estações da primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Paciullo et al. (2001) verificaram que as espessuras da parede celular do esclerênquima e do metaxilema apresentaram correlação negativa com a digestibilidade, e concluíram que as estimativas das proporções de mesofilo, xilema e esclerênquima, com a espessura da parede celular, podem ser combinadas com a composição química para melhorar a estimativa do valor nutritivo da forragem.

Tabela 3: Porcentagem do esclerênquima (ESQ) na seção transversal de folha do capim-mombaça submetido a irrigação e a doses de N.

Estações	Doses de N (kg/ha <sup>-1</sup> )				Média	EPM
	0	200	400	800		
Primavera	4,18	4,44	4,34	4,63	4,40	0,3
Verão	4,6	5,17	4,68	4,17	4,66	0,7
Outono	4,69	5	4,86	4,87	4,86	0,1
Inverno	4,78	5,14	3,88	3,4	4,8	0,9
Média	4,56	4,92	4,44	4,77		
EPM	0,4	0,6	0,9	0,9		

A bainha do feixe vascular (BFV), percentualmente, apresentou decréscimo de seus valores tanto para as doses de N aplicadas quanto para as estações ao longo do ano (Tabela 4). As variações entre as doses de N aplicadas foram de 26,95; 25,11; 24,35 e 22,29% para as doses de 0, 200, 400 e 800 kg de N ha<sup>-1</sup> e, nas estações da primavera, verão, outono e inverno, as médias obtidas foram de 27,9; 24,1; 24,5 e 22,2 %, respectivamente.

A BFV é constituída por um grupo de células especializadas, que circunda o feixe vascular e sua digestão, em gramíneas C4, é de forma lenta ou incompleta, em razão da sua parede celular espessada (Carvalho, 2008). Entretanto a BFV também exerce papel importante no processo fotossintético destas espécies, pois suas células contêm a enzima Rubisco, responsável pela refixação, via ciclo de Calvin, do CO<sub>2</sub> inicialmente fixado pela enzima PEPcarboxilase nas células do mesófilo (Gobbi, 2011).

Tabela 4: Proporção relativa de da bainha do feixe vascular (BFV), expressas em % na seção transversal de lâminas foliares de capim-mombaça, submetido a doses crescentes de nitrogênio.

Estações	Doses de N (kg/ha <sup>-1</sup> )				Média	EPM
	0	200	400	800		
Primavera	31,55	30,24	25,80	24,54	28,03	3,3
Verão	23,91	31,24	21,93	19,82	24,23	4,6
Outono	29,46	21,41	23,95	23,74	24,64	3,4
Inverno	22,87	19,51	25,73	21,04	22,29	2,6
Média	26,95	25,6	24,36	22,29		
EPM	4,2	6,0	3,1	2,2		

EPM: erro padrão da média

Dentre os valores das médias das quatro doses utilizadas (0, 200, 400 e 800 kg de N ha<sup>-1</sup>) para o capim-mombaça, avaliando as quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno), a BFV compõe em média 25% do total da lamina foliar (Tabela 5), fato este que pode contribuir nos fatores nutricionais da gramínea, visto que as células da BFV são ricas em enzimas fotossintéticas e em carboidratos não estruturais, podendo interferir positivamente na produtividade e composição química das lâminas foliares.

Nas gramíneas tropicais que apresentam anatomia Kranz, a BFV exerce papel importante na nutrição de ruminantes, possuindo alto teor de proteína e amido. A parede celular, no entanto, é passível de lignificação, e uma alta proporção dessas células pode deixar o rúmen sem que ocorra a degradação (Lempp et al., 2009).

Tabela 5: Proporções das características anatômicas da lâmina foliar expressas em % do capim-mombaça irrigado e submetido a crescentes doses de N.

Variáveis	Doses de N (kg/ha <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	800
EPada	16,11	14,91	14,72	13,59
EPaba	6,18	6,15	5,95	5,43
ESQ	4,56	4,86	4,44	4,77
BFV	26,95	25,11	24,35	22,29
FV	9,31	10,51	9,87	10,1
MES	36,88	38,05	40,65	43,82

Os feixes vasculares (FV) são constituídos pelas células do xilema, floema, além de fibras associadas. Foi verificado para o capim-mombaça, percentualmente, que as doses de 0 e 400 kg de N ha<sup>-1</sup> e as doses de 200 e 800 kg de N ha<sup>-1</sup> foram semelhantes entre si para a proporção de FV constituintes da lâmina foliar (Tabela 6). A área de ocupação destes tecidos foi em média 10% da área total da lâmina da gramínea. Respostas diferentes foram encontradas por Basso (2009) ao trabalhar com capim-milênio, sendo verificado que as proporções de FV responderam de modo linear decrescente com o aumento das doses de N empregadas.

As proporções dos FV variou pouco durante as quatro estações do ano, entretanto, houve maior média na estação do verão, justamente por ser neste período em que a temperatura e as condições climáticas propiciam melhores respostas das gramíneas. Paciullo (2002) ao trabalhar com capim-gordura, tifton-85, e *Brachiaria*, verificou que o efeito da estação sobre as proporções dos FV não houve grandes alterações. De acordo com Rodella (1984), maiores quantidades de tecidos vasculares lignificados e esclerenquimáticos proporcionam menores taxas de digestibilidade. Basso (2009) trabalhando com capim-milênio, verificou em média 17% da composição total de FV, valores que foram superiores das médias encontradas neste experimento.

Tabela 6: Feixe vascular (%) na secção transversal da lâmina foliar do capim-mombaça irrigado e submetido a crescentes doses de N.

Estações	Doses de N (kg/ha <sup>-1</sup> )				Média	EPM
	0	200	400	800		
Primavera	6,9	9,16	10,89	9,45	9,1	1,6
Verão	12,42	9,34	10,41	10,1	10,57	1,3
Outono	8,1	11,28	9,91	9,45	9,68	1,3
Inverno	9,82	10,62	8,26	11,39	10,03	1,3
Média	9,31	10,1	9,87	10,1		
EPM	2,3	1	1,1	0,9		

EPM: erro padrão da média

O mesofilo (MES) no capim-mombaça apresentou resposta linear positiva para as doses de N aplicadas, entretanto não foi verificado efeito de estação e da interação doses de N e estações do ano (Figura 5).

A anatomia foliar exerce influência na produção de forragem, bem como no seu valor nutritivo, que, conseqüentemente, acaba refletindo sobre todo o desempenho animal. O MES é caracterizado por ser um tecido foliar altamente digestível, sendo assim, foi possível notar neste trabalho, que quando se eleva as doses de N aplicadas ao capim-mombaça, é possível aumentar progressivamente a percentagem total de MES, contribuindo para melhores valores nutricionais e conseqüentemente, melhoria na produção animal. Mesmo que embora nas gramíneas tropicais, o acesso dos microorganismos ao mesofilo seja um pouco inibida, por causa da forte aderência das células do esclerênquima as epidermes (adaxial e abaxial) às gramíneas.

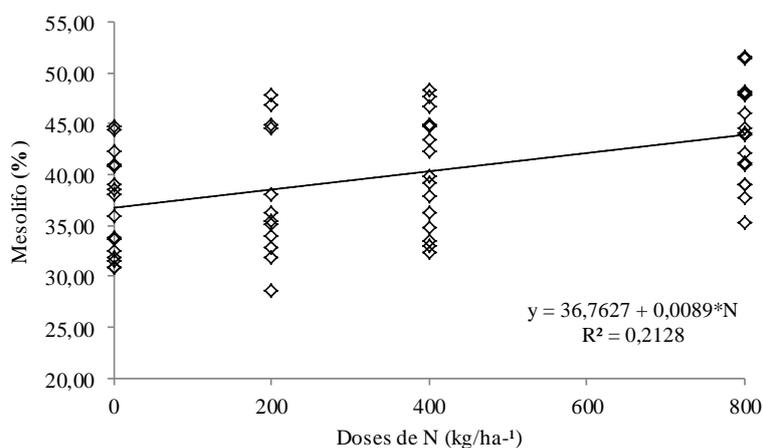


Figura 5: Média expressa em % do mesofilo (MES), na secção transversal da lâmina foliar do capim-mombaça irrigado e submetido a doses de N, durante as quatro estações do ano.

Wilson et al., (1983) comparando o mesmo ambiente gramíneas C3, C4 e tipos intermediários C3/C4 do gênero *Panicum*, pôde verificar que as espécies C3 apresentaram maiores proporções de mesofilo e menores de esclerênquima, tecido vascular e epiderme do que as C4.

Nas estações do ano, foi possível verificar, uma tendência de maior média percentual na estação do verão, sendo maior conforme a dose de N aplicada, entretanto, este fato não foi verificado para a dose de 200 kg de N ha<sup>-1</sup>. Porém, em média geral para todas as doses de N aplicadas, há uma tendência de a proporção maior de MES ao longo das estações do ano (da primavera ao inverno). As médias percentuais para as estações da primavera, verão, outono e inverno foram de 37,68; 39,66; 40,46 e 41,61%,

respectivamente, demonstrando a constante atuação do N no capim-mombaça durante o ano (Figura 6).

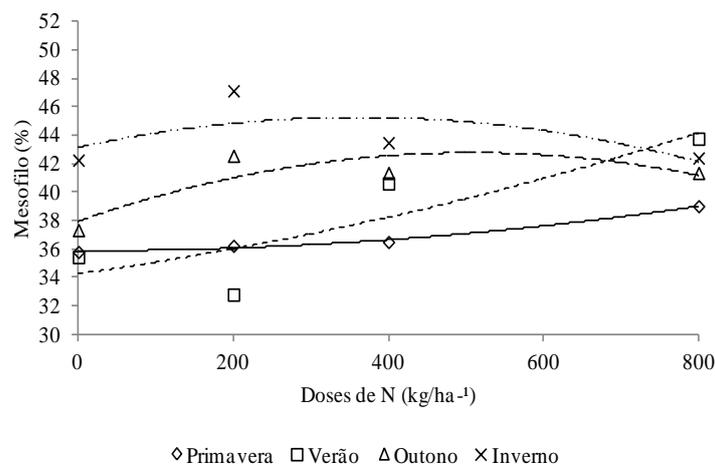


Figura 6: Proporções relativas do mesofilo (MES) nas lâminas foliares do capim-mombaça irrigado e submetido a crescentes doses de N, nas quatro estações do ano.

Paciullo et al. (2001) verificaram que as espessuras da parede celular do esclerênquima e do metaxilema apresentaram correlação negativa com a digestibilidade, e concluíram que as estimativas das proporções de mesofilo, xilema e esclerênquima (tecidos vasculares), com a espessura da parede celular, podem ser combinadas com a composição química para melhorar a estimativa do valor nutritivo da forragem.

### Conclusões

A área foliar do capim-mombaça, em média, aumenta de acordo com as doses crescentes de nitrogênio aplicadas, e também é influenciada pelas estações do ano, sendo maior durante o verão. O mesofilo, componente do tecido da lâmina foliar, cresce linearmente de acordo com as doses crescentes de nitrogênio aplicadas, não sendo influenciado pelas estações do ano.

### Literatura Citada

- AKIN, D.E. Histological and physical affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v.21, p.17-25. 1989.
- AKIN, D.E.; AMOS, H.E. Rumen bacterial degradation of forage cell walls investigated by electron microscopy. **Applied Microbiology**, v.29, p.692-701, 1975.
- BASSO, K. C. **Morfogênese e anatomia foliar de *panicum maximum* jacq. cv ipr-86 milênio submetido a doses crescentes de nitrogênio**. Tese (Doutorado em Zootecnia – Forragicultura e Pastagens), Maringá, UEM, 2009.
- BAUER, M. O. et. al. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.1, p.9-17, 2008
- CARVALHO, G.G.P., PIRES, A.J.V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos Zootecnia**. 57 (R): 13-28. 2008.
- 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.
- DRUMOND, L.C.D.; FERNANDES, A.L.T. **Irrigação por aspersão em malha**. Uberaba: Ed. Universidade de Uberaba, 2001. 84 p
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 1999.
- FAGUNDES, L.J. et al. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, 2005.
- GOBBI, K. F., GARCIA, R., VENTRELLA. M. C., GARCEZ NETO, A. F., ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.7, p.1436-1444, 2011

- 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.
- HAGQUIST, C.W. Preparation and care of microscopy slides. **Amuorg Biology Teacher**, v.36, 1974, p.414-417.
- LAVRES JR., J.; MONTEIRO, F. A. Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1068-1075, 2003.
- LEMPP, B.; GOMES, R.A.; MORAIS, M. da. G. Importância da anatomia vegetal na qualidade da forragem. In: SIMPÓSIO, 7.; CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2009, Lavras. **Anais**. Lavras: UFLA, 2009. p.1-16.
- MARTHA JUNIOR, G.B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P.C.O. et al., Perda de amônia por volatilização em pastagem de Capim-Tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2240-2247, 2004.
- MAUSETH, J.D. **Plant anatomy**. California: The Benjamin/ Cummings Publishing Company, 1988. 560p.
- NAGASHIMA, G. T., MARUR, C. J., YAMAOKA, R. S., MIGLIORANZA, E. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas em cloreto de mepiquat. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.9, p.943-946, set. 2005.
- NABINGER, C. Manejo da desfolha. IN: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2002. p. 133-158.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D., ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2004. p. 289-346.
- O'Brien, T.P.; Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59(2): 368-373.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. da; QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, C.A.M. Degradação *in vitro* de tecidos da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, p.900-907, 2002.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.M. da. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.955-963, 2001. Suplemento.

- RODELLA, A.R., AYOUB, J.F. Estudo quantitativo de características anatômicas da folha de *Panicum maximum* Jacq. e *Panicum coloratum* L. **Rev. Agricultura**, 59: 163-174, 1984.
- 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.
- VAN HEEMST, H.D.J. Physiological principles. In: VAN KEULEN, H.; WOLF, J. (Eds). Modeling of agricultural production: weather, soil and crop. Amsterdam: **The Hagge**, 1986 p. 13-26
- VILLA NOVA, N. A., TONATO, F. PEDREIRA, C. G. S., MEDEIROS, H. R. Método alternativo para cálculo da temperatura base de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.545-549, 2007.
- 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.

## **V - Considerações Finais**

Embora as estações do ano sejam parte fundamental para o crescimento desenvolvimento das gramíneas forrageiras, o nitrogênio é parte essencial para que o potencial da planta se expresse totalmente. Em média, este nutriente, promove aumento na população de perfilhos em um dossel, bem como o aumento na massa de folhas e área foliar, menor massa de colmo, e menor mortalidade dos perfilhos na pastagem, que é de suma valia para a produção animal.

Na anatomia foliar, o nitrogênio exibe grande importância nas proporções foliares, em que maiores quantidades deste nutriente diminuem as epidermes e aumentam a grandeza do mesofilo presente na lâmina foliar. Tais variáveis conjuntas podem indicar que o aumento do nitrogênio proporciona uma forrageira de melhor valor nutritivo, que vem de encontro com as necessidades da produtividade animal.