

VINÍCIUS VALIM PEREIRA

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE  
BIOMASSA EM CAPIM-MOMBAÇA SOB DOSES DE NITROGÊNIO E  
DENSIDADES DE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

VINÍCIUS VALIM PEREIRA

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE BIOMASSA EM CAPIM-MOMBAÇA SOB DOSES DE NITROGÊNIO E DENSIDADES DE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA EM: 31 de julho de 2009.

---

Prof<sup>a</sup> Janaina Azevedo Martuscello  
(Coorientador)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon  
(Coorientador)

---

Prof. Domicio Nascimento Júnior

---

Dr. Domingos Sávio Queiroz

---

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca  
(Orientador)

*Aos meus pais, pelo amor, pelo carinho, pelo incentivo e pelas cobranças para que eu sempre atingisse meus objetivos e por terem sido para mim excelentes exemplos de vida.*

*Ao meu avô, Benedito Alves Pereira, que, mesmo não estando mais entre nós, sei que está vendo com um sorriso no rosto que seu querido neto realmente se tornou um Zootecnista.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por mais um passo.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade da realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos para realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento da pesquisa.

Aos meus pais, pelo apoio e pela dedicação na realização de mais uma etapa de crescimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador, professor Dilermando Miranda da Fonseca, pelos grandes ensinamentos profissionais, pela amizade, pela paciência e pelo incentivo.

Aos meus coorientadores, professores Janaina Azevedo Martuscello e Paulo Roberto Cecon, pelas importantes e necessárias contribuições para conclusão deste trabalho.

Agradeço à Janaina, que, além de coorientadora, é uma grande amiga que participou de todas as etapas deste trabalho, sempre dando bons conselhos fora e dentro do trabalho.

Ao professor Domício Nascimento Junior e ao Dr. Domingos Sávio Queiroz, pela contribuição na melhoria deste trabalho.

Aos amigos de orientação, Thiago Gomes dos Santos Braz e Fabrício Paiva de Freitas, por estarem sempre compartilhando os momentos difíceis e também as alegrias, e por terem sido de grande ajuda para a realização desse trabalho.

Aos estagiários e amigos do Setor Forragicultura, todos que passaram por este experimento, principalmente, ao Roberson, à Marina, ao Guilherme, e aos estagiários importados de Goiás: Paula, Sátia, Juliana, Morena, Cíntia, Joyce, João e Danilo, pela dedicação e pelo auxílio na realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas de orientação, Dawson José G. Faria, Luisa M. Paiva, Márcia Vitória Santos, Manoel Eduardo R. Santos, Virgílio M. Gomes e Jacqueline, pela ajuda e por estarem sempre solícitos para qualquer trabalho e contribuições no enriquecimento profissional e pessoal.

Aos funcionários do Setor Forragicultura, Vilmar, Egídio e, especialmente, ao Nicolau, pela amizade, pelo auxílio e pelos conhecimentos compartilhados.

Ao meu orientador e amigo de graduação, João Batista Rodrigues de Abreu, pelos conselhos, pela amizade e pelos incentivos.

Ao professor Ricardo Henrique Silva Santos, por ter contribuído para a execução deste experimento.

Aos amigos e companheiros de república, Fabricio Silva Coelho e Moizés Zucoloto, pela amizade e convivência harmoniosa.

À Rebeca Morato Mangualde, pela paciência, pelo incentivo e pelo auxílio para realização e finalização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

VINÍCIUS VALIM PEREIRA, filho de Luiz Antônio Pereira e de Maria de Fátima Moreira Valim Pereira, irmão de Matheus Valim Pereira, nasceu em Pirai, Rio de Janeiro, em 21 de junho de 1982.

Até 2002 residiu em Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro, onde concluiu o ensino médio no Colégio Macedo Soares e, posteriormente, o curso de Técnico em Informática no Instituto de Cultura Técnica.

Em 2002, ingressou no curso superior de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica, no mesmo Estado.

No período de 2005 a 2007, foi monitor de Forragicultura e Pastagem, onde participou de atividades de pesquisa.

Em 13 de maio de 2007, graduou-se em Zootecnia.

Em agosto de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, na área de Forragicultura e Pastagens, defendendo a dissertação em 31 de julho de 2009.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xvii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1 Capim-mombaça .....	5
2.2 A interceptação luminosa como alvo de manejo .....	8
2.3 A importância da adubação nitrogenada em pastagens .....	9
2.4 Densidade de semeadura e produção forrageira .....	11
2.5 Características morfogênicas e estruturais do pasto .....	13
2.5.1 Taxa de aparecimento foliar .....	14
2.5.2 Filocrono .....	16
2.5.3 Taxa de alongamento foliar .....	17
2.5.4 Taxa de alongamento de colmo (pseudocolmo) .....	18
2.5.5 Número de folhas vivas por perfilho .....	19
2.5.6 Duração de vida da folha .....	19
2.5.7 Densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento .....	20
3. OBJETIVOS .....	22

	<b>Página</b>
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
Artigo 1	
Características morfogênicas e estruturais de <i>Panicum maximum</i> Jacq. cv. mombaça sob doses de nitrogênio e densidades de plantas.....	33
Resumo .....	33
Abstract.....	34
1. Introdução .....	35
2. Material e métodos.....	36
2.1 Local .....	36
2.2 Clima.....	37
2.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	37
2.4 Solos e adubações .....	38
2.5 Monitoramento das condições experimentais e avaliações .....	39
2.6 Análise estatística .....	41
3. Resultados e discussão.....	41
3.1 Características morfogênicas e estruturais.....	41
3.1.1 Taxa de aparecimento foliar .....	41
3.1.2 Filocrono.....	43
3.1.3 Taxa de alongamento foliar .....	45
3.1.4 Taxa de alongamento de pseudocolmo.....	47
3.1.5 Taxa de senescência foliar .....	49
3.1.6 Duração da vida da folha .....	51
3.1.7 Número de folhas vivas por perfilho .....	52
3.1.8 Número de perfilhos totais por touceira .....	54
3.2 Dinâmica de perfilhamento.....	56
3.2.1 Taxa de aparecimento de perfilhos totais .....	56
3.2.2 Taxa de mortalidade de perfilhos totais.....	57
4. Conclusões .....	58
5. Referências bibliográficas.....	58
Artigo 2	
Acúmulo de biomassa em plantas de capim-mombaça sob doses de nitrogênio e densidades de planta .....	62
Resumo .....	62
Abstract.....	63

	<b>Página</b>
1. Introdução .....	64
2. Material e métodos.....	66
2.1 Local .....	66
2.2 Clima.....	66
2.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	67
2.4 Solos e adubações .....	67
2.5 Monitoramento das condições experimentais e avaliações .....	68
2.6 Análise estatística .....	70
3. Resultados e discussão.....	70
3.1 Produção e composição morfológica da forragem .....	70
3.1.1 Produção de massa seca total.....	70
3.1.2 Massa seca total de lâmina.....	72
3.1.3 Massa seca total de pseudocolmo .....	73
3.1.4 Massa seca do material morto.....	74
3.2 Composição morfológica da forragem produzida .....	75
3.2.1 Porcentagem de lamina foliar .....	78
3.2.2 Porcentagem de pseudocolmo .....	79
3.2.3 Porcentagem de material morto .....	80
3.3 Altura do dossel aos 95% de interceptação luminosa.....	81
3.4 Número de colheitas .....	83
3.5 Intervalo de colheitas .....	85
4. Conclusões.....	86
5. Referências bibliográficas.....	87

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Artigo 1	
1	Características químicas de amostras de solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental realizadas em novembro 2007..... 38
2	Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para TApF em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de plantas e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano ..... 41
3	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação do filocrono em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano ..... 44
4	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para TAIF em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou das doses de nitrogênio nas estações do ano..... 46
5	Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para TAIPC em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano ..... 48
6	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a taxa de senescência foliar (TSeF) em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano..... 49
7	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação da duração de vida das folhas em plantas de capim-mombaça, em função das doses de nitrogênio nas estações do ano..... 51

8	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação do número de folhas vivas (NFV) em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano.....	53
9	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação do número de perfilhos por touceira (NPT) em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano .....	54
10	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para taxa de aparecimento de perfilhos totais (TApPT) em plantas de capim-mombaça, em função das doses de nitrogênio nas estações do ano .....	56

**Artigo 2**

1	Características químicas de amostras de solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental realizadas em novembro 2007.....	68
2	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para massa seca total em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano....	71
3	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para MSTPC em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano .....	73
4	Equação de regressão e coeficiente de determinação para MSMM em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano .....	74
5	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação da porcentagem de lâmina em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano .....	78
6	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação de porcentagem de pseudocolmo em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano....	79
7	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para porcentagem de material morto em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano.....	80
8	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para número de colheitas em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de plantas e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano .....	84

9	Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para intervalo de colheitas em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano.....	85
---	---	----

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Artigo 1	
1 Média da precipitação pluvial mensal acumulada (Prec.) e das temperaturas máximas (T <sub>máx</sub> ), médias (T <sub>méd</sub> ) e mínimas (T <sub>mín</sub> ) observadas durante o período experimental.....	37
2 Identificação das gerações de perfilhos com arames de cores diferentes ...	40
Artigo 2	
1 Média da precipitação pluvial mensal acumulada (Prec.) e das temperaturas máximas (T <sub>máx</sub> ), médias (T <sub>méd</sub> ) e mínimas (T <sub>mín</sub> ) observadas durante o período experimental .....	67
2 Mensuração da interceptação luminosa em dossel de capim-mombaça.....	69
3 Mensuração da altura do dossel com régua graduada em capim-mombaça	69
4 Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m <sup>2</sup> ) no outono....	76
5 Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m <sup>2</sup> ) no inverno...	76
6 Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m <sup>2</sup> ) na primavera	77
7 Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m <sup>2</sup> ) no verão .....	77

	<b>Página</b>
8 Relação interceptação luminosa e altura em capim-mombaça colhido aos 95% de interceptação luminosa. (A) Densidade de 9 plantas/m <sup>2</sup> ; (B) 25 plantas/m <sup>2</sup> ; e (C) 49 plantas/m <sup>2</sup> .....	82
9 Número de colheita do capim-mombaça nas quatro estações do ano.....	85

## RESUMO

PEREIRA, Vinícius Valim, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009. **Características morfológicas e estruturais e acúmulo de biomassa do capim-mombaça sob doses de nitrogênio e densidade de plantas.** Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Coorientadores: Janaina Azevedo Martuscello e Paulo Roberto Cecon.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação nitrogenada e da densidade de plantas nas características morfológicas e estruturais e na produtividade do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), no período de estabelecimento. O experimento foi conduzido em área pertencente ao Setor Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de março de 2008 a março de 2009. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 12 tratamentos e três repetições em esquema fatorial  $4 \times 3$ , com quatro doses de nitrogênio (ausência de aplicação, 80, 160 e 320 kg/ha.ano) e três densidades de plantas (9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>), avaliado nas quatro estações do ano. O corte das plantas foi realizado a 30 cm do solo, quando o dossel atingia 95% de interceptação luminosa (IL). Para avaliação das características morfológicas e estruturais foram mensuradas as taxas de aparecimento e alongamento foliar, filocrono, as taxas de alongamento e a senescência foliar, o número de folhas vivas, a duração da vida das folhas e o número de perfilhos totais por touceira. Na dinâmica de perfilhamento foram avaliadas as taxas de aparecimento e mortalidade dos perfilhos totais. Para avaliação da produtividade do capim-mombaça foram utilizadas as seguintes variáveis: altura do dossel aos 95% (IL),

intervalo e número de colheitas, produção de massa seca total, massa seca total de lâminas, pseudocolmos e material morto e a composição morfológica da forragem produzida no capim-mombaça. A taxa de aparecimento foliar foi influenciada linear e positivamente pela adubação nitrogenada e pelas densidades de planta no inverno, primavera e verão, porém, no outono, apresentou efeito linear e negativo somente da adubação nitrogenada. O filocrono apresentou resposta linear negativa do nitrogênio na primavera e verão. No inverno houve efeito quadrático para adubação e, no outono, efeito linear negativo para as duas variáveis. Para a taxa de alongamento do pseudocolmo não houve efeito no inverno, mas houve efeito apenas da adubação nitrogenada na primavera e da densidade de planta para o outono. Já no verão houve efeito para as duas variáveis de forma linear positiva. Foi observado na taxa de senescência foliar efeito linear positivo tanto da densidade de planta quanto da adubação nitrogenada para todas as estações. A duração de vida da folha não apresentou efeito para o inverno e outono, mas foi influenciada linear negativamente pelas doses de nitrogênio na primavera e verão. Para o número de folhas vivas por perfilho não houve efeito para outono e inverno, e foi observado efeito linear positivo das duas variáveis na primavera, sendo que no verão houve apenas efeito para nitrogênio, também linear positivo. Em número de perfilhos totais por touceira foi observado efeito linear negativo da densidade de planta para outono e inverno. Na primavera houve efeito linear positivo para nitrogênio e negativo para densidade. Já no verão foi observado efeito quadrático para nitrogênio e linear negativo para densidades de planta. Para taxa de aparecimento de perfilho total houve efeito linear positivo da densidade de plantas no outono e inverno, e não houve efeito na primavera e verão. Já para a taxa de mortalidade de perfilhos totais não houve efeito das variáveis em nenhuma das estações. Na análise da produção de massa seca total foi observado efeito linear negativo apenas para densidade no inverno, quadrático para densidade e linear positivo para nitrogênio no outono e linear para o verão, sendo positivo para nitrogênio e negativo para densidade. A primavera não apresentou efeito para nenhuma das variáveis. Em massa seca total de lâmina não foi observado efeito para outono, inverno e primavera. No verão houve efeito linear positivo do nitrogênio e negativo da densidade. A produção de massa seca do pseudocolmo não teve efeito das variáveis na primavera, mas teve resposta linear negativa para adubação e quadrática para densidade no outono, linear positiva para nitrogênio e negativa para densidade no inverno e, no verão, houve resposta quadrática para densidade e linear positiva para adubação nitrogenada. Na análise de massa seca do

material morto só houve efeito linear negativo da densidade no outono, não havendo resposta para as variáveis nas demais estações. Para a porcentagem de lâmina foliar houve efeito linear positivo para densidade e nitrogênio, quadrático para a densidade na primavera, linear positivo para nitrogênio no verão e não houve resposta no inverno. A porcentagem de pseudocolmo apresentou resposta linear positiva para nitrogênio no inverno, quadrática para densidade na primavera, linear negativo para as duas variáveis no outono e quadrático para densidade e linear positivo para nitrogênio no verão. Já a porcentagem de material morto apresentou efeito linear negativo para densidade no outono, linear negativo para nitrogênio na primavera e não houve efeito para as variáveis no inverno e verão. A altura do dossel, na condição de 95% de interceptação luminosa não foi influenciada pela adubação nitrogenada, mas sofreu efeito para densidades de planta. Para número de colheitas foi observado efeito linear positivo do nitrogênio para a primavera e verão, linear positivo para as duas variáveis no outono e nenhum efeito para o inverno. No intervalo de colheitas não houve efeito das variáveis no outono e inverno, mas houve linear positivo para o nitrogênio no verão e efeito linear positivo para densidade e negativo para adubação na primavera. Com os resultados averiguados foi possível concluir que no ano de estabelecimento da forrageira ocorrem diferenças significativas nas características morfogênicas e estruturais, que são influenciadas por fatores abióticos. A adubação nitrogenada aumenta a produção de folhas, pois melhora as taxas de aparecimento e alongamento foliar em capim-mombaça submetido ao corte na condição de 95% de interceptação de luz. Além disso, reduz a duração de vida das folhas e o filocrono. A densidade de plantas aumenta o alongamento de folhas e a taxa de senescência, e diminui o número de perfilhos. Contudo, foi possível observar que devem ser realizados novos estudos a fim de que seja comprovada a afirmativa de que a adubação nitrogenada, a densidade de plantas e a estação do ano influenciam a estrutura do dossel, juntamente com a relação entre a interceptação luminosa e altura do mesmo.

## ABSTRACT

PEREIRA, Vinícius Valim, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, July 2009.  
**Morphogenic and structural characteristics and biomass accumulation on mombaça grass plants under nitrogen supplies and densities of plants.** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-advisers: Janaina Azevedo Martuscello and Paulo Roberto Cecon

It was objectified to evaluate the effect of nitrogen supplies and densities of plants in the morphogenic and structural characteristics and the productivity of mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq.) in the period of establishment. The experiment was lead in area pertaining to the Forragicultura Sector of the Department of Zootecnia of the Universidade Federal de Viçosa between March of 2008 and March of 2009. It was used an experimental delineation with completely randomized blocks, with 12 treatments and two repetitions in a factorial project  $4 \times 3$ , with four doses of nitrogen (absence of application, 80, 160 and 320 kg/ha.ano) and three densities of plants (9, 25 and 49 plants/m<sup>2</sup>) in the four stations of the year. The plants were cut when they reached 30 cm of the ground and when the sward reached 95% of light interception (IL). To evaluate the morphogenic and structural characteristics it was measured the rate of leaf appearance and elongation, Phyllochron, the rate of leaf senescence, number of leaves alive, Life duration of leaves and the rate of stem elongation. In the tiller dynamics was evaluate the rate of appearance and mortality of the total tiller. To evaluate the productivity of mombaça grass it was use the following rates: sward height to 95% (IL), interval and number of cuts, dry matter production, total dry matter of leaf blade, stem

and dead material and the morphologic composition of the forage produced. The rate of leaf appearance was influenced linear and positively by the nitrogen supplies and densities of plant in the winter, spring and summer, however in the autumn it only presented linear and negative effect. Phyllochron presented linear and negative answer for nitrogen in the spring and summer. In the winter it had quadratic effect for fertilization and, in the autumn, linear and negative effect for both. The rate of tiller elongation did not have effect in the winter, but it had effect only of the nitrogen supplies in the spring and of density of plant in the autumn. However, the summer had linear and positive effect for both variables. It was observe linear and positive effect of the density of plant and nitrogen supplies on the rate of leaf senescence in all the stations. The life duration of leaf did not present effect in the winter and autumn, but it was influenced linear and negatively by the nitrogen supplies in the spring and summer. The number of leves alive did not have effect for autumn and winter, but had linear and positive effect of both variables in the spring. The total number of tillers had linear and negative effect of the density of plant for autumn and winter. In the spring it had linear and positive effect for nitrogen and negative for density. Also it was observed quadratic effect for nitrogen and linear and negative effect for densities in the summer. The rate of leaf appearance had linear and positive effect of the density of plants in the autumn and winter, and it did not have effect in the spring and summer. The rate of stem mortality didn't have effect of both variables in none of the stations. In the analysis of the production of total dry matter it was observe linear and negative effect only for density in the winter, quadratic for density and linear and positive for nitrogen in the autumn and summer. The production of dry matter of stem didn't present effect in spring, but presented linear and negative for fertilization and quadratic for density in the autumn, linear and positive for nitrogen and negative for density in the winter and, in the summer, it had quadratic answer for density and linear positively for nitrogen supplies. In the analysis of dry matter of dead material it only had linear and negative effect for density in the autumn, not having answer for both variables in the other stations. For the percentage of leaf blade it had linear and positive effect for density and nitrogen, quadratic for the density in the spring, linear and positive for nitrogen in the summer and it did not have answer in the winter. The percentage of stem presented linear and positive answer for nitrogen in the winter, quadratic for density in the spring, linear and negative for the both variable in the autumn, quadratic for density and linear positive for nitrogen in the summer. However the percentage of dead material presented linear and

negative effect for density in the autumn, linear and negative for nitrogen in spring, and no answer in winter and summer. The sward height on 95% IL wasn't influence by the nitrogen supply, but it suffered effect for densities of plant. For number of cuts it was observed linear and positive effect of nitrogen for the spring and summer, linear and positive for both variable in the autumn and no effect in the winter. The interval of cut it didn't have effect for autumn and winter, but it had linear positive effect for nitrogen in the summer and linear and positive effect for density and negative for fertilization in the spring. With these results it was possible to conclude that in the year of establishment of the mombaça grass happens significant differences in the morphogenic and structural characteristics. The nitrogen supplies increases the leaf production, therefore it improves the rate of appearance and leaf elongation of mombaça grass submitted to the cut in the condition of 95% of light interception. Moreover, it reduces the life duration of leaves and phyllochron. The density of plants increases the leaf elongation and the rate of senescence, and decreases the number of tillers. The nitrogen increases the productivity of mombaça grass. The increase of the density of plants in mombaça grass results in bigger sward height for 95% of the light interception during the period of establishment. However, it was possible to observe that new studies must be started to prove the affirmative that the nitrogen supplies, the density of plants and the station of the year influence the structure of the sward, together with the relation between the light interception and sward height. The use of fixed periods of rest for grass or cuts of mombaça grass can be a incorrect form, since its structure in accordance suffer variations of the station of the year, densities, fertilization and stadium of development, being able to cause losses in the productivity and the quality of the plant.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, as condições edafoclimáticas são favoráveis para a exploração da pecuária em pastagens. Entretanto, a falta de aplicação dos conhecimentos das características morfológicas e fisiológicas relacionadas às plantas forrageiras sob pastejo têm contribuído para falhas de manejo, além da ausência ou o uso incorreto de fertilizantes na pastagem refletindo assim em baixos índices de produtividade.

As pastagens constituem a base dos sistemas de produção de bovinos, o que evidencia a necessidade da busca por práticas de manejo que resultem em maior eficiência desses sistemas (FREITAS *et al.*, 2005). A estacionalidade de produção das forrageiras (EUCLIDES *et al.* 1993), o limitado valor nutritivo (HUMPHREYS, 1978) e o rápido alongamento de colmo durante o período reprodutivo (SANTOS *et al.*, 1999), podem afetar diretamente a utilização do pasto e, conseqüentemente, o desempenho e a produtividade animal.

Segundo dados do IBGE (2008), existem no Brasil aproximadamente 172 milhões de hectares de pastagens. Destes, 100 milhões são cultivadas e 72 milhões são naturais ou naturalizadas. As pastagens são a base quase exclusiva da produção de carne e leite no Brasil e têm participação expressiva na economia do País. Nota-se que, nos últimos anos, as áreas de pastagens no Brasil têm diminuído, em razão da substituição por outras culturas como cana-de-açúcar, soja, eucalipto, entre outras. Mesmo assim, observa-se aumento tanto na produção quanto na produtividade animal, o que certamente pode ser atribuído à adoção de novas tecnologias pelos pecuaristas e pela utilização de novas forrageiras lançadas pelos centros de pesquisa brasileiros.

Os entraves da produção animal em pastagens tropicais podem, em parte, ser eliminados ou amenizados com práticas de manejo que aumentem a eficiência na utilização do pasto (BARBOSA, 2004). Muito se discute a respeito de quais variáveis seriam passíveis de controle para serem utilizadas na melhoria da eficiência e das práticas de manejo da pastagem. De acordo com Hodgson (1985), a utilização de variáveis arbitrárias como taxa de lotação, pressão de pastejo e duração do período de descanso 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 e, ou, a estrutura do pasto (*sward state*). Assim, segundo Hodgson e Da Silva (2002), essas variáveis tornam-se parte de uma estratégia de ação cujo objetivo é a manutenção do pasto em condições tidas como ideais para determinado sistema de produção.

Neste contexto, experimentos recentes com base no controle estrito das condições e, ou, estrutura do pasto na entrada e saída dos animais na pastagem (pré e pós-pastejo, respectivamente), têm revelado resultados bastante promissores para a melhoria do refinamento do manejo do pastejo em capim-mombaça e capim-tanzânia (DA SILVA, 2004). Bueno (2003) e Carnevalli (2003) avaliaram o capim-mombaça sob pastejo rotativo caracterizado por duas alturas de resíduo e duas condições de pré-pastejo (95 e 100% de interceptação de luz pelo dossel). De modo geral, a maior produção de forragem foi registrada para o tratamento de 30 cm de resíduo pós-pastejo e 95% de interceptação luminosa (IL). Barbosa (2004), estudando características morfológicas de capim-tanzânia submetido a diferentes alturas de pré-pastejo, relacionadas à 90, 95 e 100% de ILs e pós-pastejo (25 e 50 cm), concluiu que pastos de capim-tanzânia devem ser manejados com 95% de IL (altura de 70 cm) na entrada dos animais para pastejo e saída de 25 cm de altura de resíduo pós-pastejo, condição esta que resultou em melhor qualidade de forragem ofertada aos animais.

De acordo com Da Silva (2004), as condições de pré-pastejo de 95% de IL apresentam correlação bastante alta com a altura do dossel, que corresponde a 90 cm para capim-mombaça e 70 cm para capim-tanzânia, independentemente da época do ano e do estágio fenológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo), indicando que a altura poderia ser utilizada como critério em campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo. Entretanto, Magalhães (2007) ao avaliar capim-tanzânia no período de estabelecimento observou variações na altura do dossel aos 95% de interceptação luminosa devido à densidade de plantas, sendo na densidade menor

(9 plantas/m<sup>2</sup>) observadas menores alturas e variação entre período das águas e transição água-seca e seca, sendo 62, 56 e 26 cm respectivamente. Esta relação da interceptação da luz com altura do pasto constitui uma estratégia prática a ser adotada por pecuaristas e manejadores do pastejo. Segundo Nascimento Júnior *et al.* (2008), a quantidade de luz interceptada pelo dossel forrageiro é extremamente dependente da área foliar (IAF) presente no pasto, bem como da disposição da arquitetura foliar do pasto. Por isso, o manejo incorreto do pasto pode propiciar variações estruturais no sentido horizontal, de tal forma que a disposição e o tamanho das touceiras podem resultar em alturas variáveis, interceptando os mesmos 95% da radiação incidente. Vários são os aspectos morfofisiológicos que estão envolvidos na interceptação de luz pelos vegetais.

Alguns correspondem aos aspectos relacionados com a organização espacial das folhas, pela densidade de cobertura vegetal, distribuição horizontal e vertical entre as folhas e pelo ângulo foliar. Outros são relacionados com aspectos funcionais que dependem de fatores da planta e do ambiente como idade, tipo e tamanho das folhas, saturação luminosa, flutuações na intensidade e na qualidade da luz (BERNARDES, 1987). Neste contexto, a quantidade de energia radiante que chega ao dossel é atenuada à medida que vai penetrando nas camadas inferiores do mesmo. Segundo Humphreys (1991), o arranjo geométrico do dossel influencia o ambiente luminoso e as taxas fotossintéticas das superfícies clorofiladas abaixo das folhas e colmos superiores. Daí a importância dos estudos relacionados às modificações da estrutura do dossel, não só no tempo, mas também em diferentes condições de desenvolvimento.

Como o nitrogênio (N) é um nutriente que influencia as características morfofisiológicas das plantas forrageiras e tem efeito direto sob o fluxo de biomassa (GARCEZ NETO *et al.* 2002; ALEXANDRINO *et al.*, 2004; MARTUSCELLO *et al.*, 2005; MARTUSCELLO *et al.*, 2006), poderá também influenciar a correlação entre a altura do dossel (90 cm para capim-mombaça) e a interceptação luminosa de 95%, uma vez que acelera os processos de crescimento e senescência. Assim, entender a influência da adubação nitrogenada nos processos de acúmulo de forragem e senescência, bem como sua ação na estrutura do relvado, torna-se essencial para que a utilização da correlação entre altura do pasto e IL seja, de fato, critério confiável.

Outros fatores como a densidade de semeadura, densidade de perfilhos e o estágio de desenvolvimento da forrageira poderão também influenciar a relação altura e IL, uma vez que um maior número de plantas por unidades de área poderá antecipar a

IL de 95%. Assim, em pasto estabelecido com capim-mombaça, a interceptação luminosa de 95% ocorre com 90 cm de altura, e corresponde ao maior acúmulo de biomassa e melhor qualidade da forragem (CARNEVALLI, 2003). Entretanto, poderão ocorrer diferenças não só na estrutura do dossel, mas também no fluxo de biomassa e, conseqüentemente, no acúmulo de forragem para pastos recém-implantados, com diferentes densidades de planta e aporte de nutrientes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Capim-mombaça

As cultivares de *Panicum maximum* Jacq. apresentam elevado potencial de produtividade e valor nutritivo. Porém, práticas inadequadas de manejo e perda de fertilidade dos solos fazem com que haja acentuada degradação dessas pastagens, principalmente aquelas formadas com capim-colonião (SOUZA *et al.*, 1996). De acordo com Aronovich (1995), a espécie *P. maximum* chegou a ocupar área superior a seis milhões de hectares no Brasil e, provavelmente, pela crescente degradação dessas pastagens, principalmente pela falta do manejo aliada à baixa reposição de nutrientes ao solo, essa área decresceu. Essa diminuição de área tem sido observada após alguns ciclos de pastejo, evidenciando o decréscimo na produção de massa seca e persistência das plantas no sistema, com conseqüente redução na produção de carne e leite.

Por outro lado, a espécie *P. maximum*, em geral, responde positivamente aos sistemas intensivos de produção e considerando a necessidade de intensificar a atividade pecuária no País, vem sendo lançadas novas cultivares da espécie que possuem diferenças genéticas e morfofisiológicas (CECATO *et al.*, 2000), havendo conseqüentemente uma necessidade de investigações para cada uma dessas cultivares. Também, a produção de massa seca total, perfilhos e emissão de folhas variam de acordo com a espécie e, ou, cultivar, daí a necessidade de pesquisas de forma pontual e direta para cada cultivar.

No que concerne à cultivar Mombaça, ela foi coletada pelo ORSTOM (*Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer*) em 1967, entre Korogwe e Tanga, na Tanzânia, sob o número ORSTOM K190. Foi introduzida no Brasil em 1984 com o germoplasma do ORSTOM, recebendo o registro BRA-006645, selecionada na Embrapa Gado de Corte e lançada comercialmente em 1993 por esta instituição de pesquisa em parceria com o Instituto Agrônomo do Paraná (EMBRAPA, 1993).

A cv. Mombaça é uma planta cespitosa, de porte alto (em torno de 1,7 metro), com folhas largas (em torno de três centímetros) e eretas, com pontas quebradiças. As folhas apresentam pouca pilosidade, sendo os pêlos curtos e duros. Os colmos são glabros e sem cerosidade. As inflorescências são do tipo panícula, cuja base possui ramificações primárias curtas e secundárias longas, ocorrendo apenas nas ramificações primárias inferiores. As espiguetas são glabras, distribuídas uniformemente pelas ramificações e apresentam poucas manchas roxas com verticilo piloso.

A seleção do capim-mombaça se deveu à produção de 96% maior de massa verde, 136% maior de massa seca de folhas, 32% maior porcentagem de folhas, 71% melhor rebrotação e 224% menor estacionalidade de produção, em comparação a da cultivar Colônia (SAVIDAN *et al.*, 1990; JANK *et al.*, 1994; JANK, 1995; JANK *et al.*, 1997). De acordo com a literatura pesquisada, essa cultivar produziu 165 t/ha.ano de massa verde, 41 t/ha.ano de massa seca com 82% de folhas, sendo 33 t/ha.ano de massa seca de folhas em latossolo vermelho escuro adubado. Na estação seca, sua produção foi 11% da produção anual. Após cortes, a intensidade de rebrotação foi de 2,9 em uma escala de 0 (sem rebrota) a 5 (todos perfilhos rebrotados). A produção de sementes foi de 720 kg/ha.ano.

Os teores de proteína bruta nas folhas e colmos foram de, aproximadamente, 13 e 10%, respectivamente (SAVIDAN *et al.*, 1990). Barbosa *et al.* (1996), em experimento conduzido em parcelas, obtiveram produção de 7,2 t/ha de MS com 11% de proteína bruta no verão e 2,4 t/ha de massa seca com 10% de proteína bruta em corte de inverno. Machado *et al.* (1997), avaliando em parcelas a intensidade de desfolhação na produção de capim-mombaça relatam valores de 20 a 21 t/ha de MS, sendo que as plantas colhidas mais frequentemente proporcionaram produções mais elevadas. Segundo Corsi e Santos (1995), pode-se obter com essa forrageira taxas de lotação de 12 a 15 UA/ha.ano no verão e 3 a 4 UA/ha.ano no inverno, proporcionando um ganho de peso de 1.600 a 2.000 kg/ha.ano.

Herling *et al.* (1998) avaliaram o capim-mombaça sob pastejo, em dois períodos de descanso (35 e 42 dias) e três ofertas de forragem (1.000, 2.000 e 3.000 kg de ms/ha). Os autores concluíram que o período de descanso deveria ser mais bem ajustado para cada época do ano e que 42 dias representava um tempo de descanso muito longo, pois, observou-se aumento na quantidade de material fibroso e nas perdas por pastejo. De acordo com Carnevalli (2003), para se obter elevados índices de produtividade animal é necessário conhecer aspectos morfofisiológicos e ecológicos do pasto. A autora, ao avaliar características básicas do dossel forrageiro e de componentes do crescimento do capim-mombaça submetido aos regimes de desfolhação intermitente, caracterizados por duas metas de pré-pastejo (IL do dossel de 95 e 100%) e duas metas de pós-pastejo (resíduos de 30 e 50 cm), concluiu que o tratamento em pastejo com 95% de IL pelo dossel (ou 90 cm de altura) e 30 cm de altura de resíduo foi o que apresentou maior eficiência de produção e colheita de forragem e que o acúmulo líquido positivo de lâminas foliares (3.330 kg/ha de massa seca) foi máximo quando o dossel atingiu 95% de IL.

Alexandrino *et al.* (2005), objetivando avaliar a evolução do perfilhamento, do índice de área foliar, da incidência de radiação fotossinteticamente ativa e da eficiência de uso da radiação durante a rebrotação de capim-mombaça no verão e no outono, registraram intenso perfilhamento nas duas primeiras semanas do período de rebrotação e drástica redução após a terceira semana, quando o dossel apresentava índice de área foliar (IAF) em torno de 3,58 a 4,23, interceptando aproximadamente 90% da radiação fotossinteticamente ativa. Os autores observaram também redução na população dos perfilhos nos piquetes, no início do período de rebrotação, entre a primeira e segunda semana.

Freitas *et al.* (2005), avaliando os efeitos das doses de nitrogênio (70, 140, 210 e 280 kg/ha.ano) sobre a produção de MS e a eficiência do uso deste nutriente em capim-mombaça, observaram maior produção de MS com a aplicação de 280 kg/ha.ano de N. Ainda assim, segundo os autores, as maiores eficiências da utilização do N foram verificadas com a aplicação das doses mais baixas, evidenciando a eficiência dessa forrageira na utilização deste nutriente.

Portanto, devido ao elevado potencial de produtividade e, conseqüentemente, alta produção animal, o capim-mombaça apresentou excelente aceitação no mercado por parte dos pecuaristas, estando, em 2004, segundo a Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABRASEM), em segundo lugar na venda de sementes forrageiras.

## 2.2 A interceptação luminosa como alvo de manejo

Segundo Marshal (1987), a produção de MS de um dossel manejado intensivamente, com suprimentos adequados de água e nutrientes, é determinada pela eficiência com que as folhas interceptam a luz e a utilizam na assimilação de carbono. Observações em várias culturas indicam que a taxa de acúmulo de MS e a produção total de fitomassa são função linear da qualidade de radiação interceptada e utilizada pelo dossel.

A utilização ótima da luz solar incidente foi proposta por Warren Wilson (1961) como sendo aquela que ocorre quando as plantas de um dossel fechado recebem luz de intensidade uniforme e relativamente baixa, com as folhas basais permanecendo no ponto de saturação luminosa. Essa situação hipotética poderia existir, ao menos teoricamente, por meio de um arranjo espacial adequado de uma área foliar apropriada (SILVA; PEDREIRA, 1997).

Silva e Pedreira (1997) relataram que o desenvolvimento do conceito de IAF por Watson, em 1947, possibilitou a racionalização e um melhor entendimento das relações entre IL e o acúmulo de MS nas plantas. Em um valor de IAF chamado “ótimo”, a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente, com um mínimo de autossombreamento, proporcionaria o máximo valor de taxa de acúmulo de forragem (acúmulo de massa seca por unidade de área, por unidade de tempo) (RHODES, 1973). O valor de IAF que proporciona 95% de IL, no qual o valor da taxa de acúmulo de forragem está próximo do máximo é definido como IAF crítico. Abaixo do IAF ótimo, as taxas de acúmulo são dependentes do IAF e são reduzidas quando a IL é incompleta, enquanto, acima do IAF ótimo, a redução nas taxas de acúmulo é causada pelo aumento das perdas respiratórias, consequência do sombreamento excessivo, que resulta um balanço negativo de carbono (HAY; WALKER, 1989).

NASCIMENTO JÚNIOR *et al.* (2002) afirmam que os estudos pioneiros com plantas forrageiras para fins de definição de estratégias de manejo do pastejo foram realizados com espécies de clima temperado e serviram de base para o planejamento, aprimoramento e progresso dos estudos com as espécies de clima tropical. Os primeiros estudos sobre o desenvolvimento de plantas forrageiras de clima temperado no ecossistema pastagem sob lotação intermitente foram descritos por Broughman, em 1958, onde o autor descreveu uma trajetória sigmóide no acúmulo de forragem quando em rebrotação. Os autores verificaram que as taxas de acúmulo de forragem em azevém

relacionavam-se diretamente com a área foliar e proporção de luz incidente interceptada pelo dossel. Sobre esse estudo, Da Silva e Nascimento Júnior (2004) ainda relatam que o acúmulo atingia uma taxa máxima constante que era mantida enquanto existia área foliar suficiente para interceptar quase toda a luz incidente. Esses últimos autores elucidam que, quando o dossel atinge 95% de IL, as folhas inferiores passam a ser totalmente sombreadas e a ausência de luz em uma dada folha inibe sua atividade fotossintética, fazendo com que a folha modifique seu *status* de fonte de assimilados para dreno. A partir desse ponto, as taxas de fotossíntese e respiração tornam-se muito próximas.

Estudos têm demonstrado que plantas de clima tropical apresentam o mesmo padrão de acúmulo de forragem durante a rebrotação que aquelas de clima temperado e, nesse caso, com a IL de 95%, obtém-se forragem de melhor qualidade (BARBOSA, 2004; DIFANTE, 2005; CARNEVALLI *et al.*, 2006). Assim, fica evidente a importância da estrutura do dossel como determinante e condicionante na otimização e utilização mais eficiente das forrageiras tropicais.

Magalhães (2007), avaliando os efeitos das doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 320 kg/ha) e densidades de planta (9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>) em capim-tanzânia no estabelecimento observou que com aumento na densidade de plantas resulta em maior altura do dossel para interceptação de 95% de interceptação luminosa durante o estabelecimento da forrageira, sendo a altura média de 56 cm. Braz (2008) e Freitas (2009), trabalhando na mesma área com os mesmos tratamentos, porém, com o capim-tanzânia já estabelecido, observaram maiores densidades de plantas antecipam a altura de corte do capim-tanzânia aos 95 % de interceptação luminosa, variando entre 63 a 66 cm, mostrando que mesmo na mesma área, porém, quando o pasto está em formação, sua arquitetura é diferente do pasto já formado.

### **2.3 A importância da adubação nitrogenada em pastagens**

O suprimento de nutrientes constitui-se em um importante fator na produção de forragem. Assim, a fertilidade do solo exerce grande influência na produção dessas gramíneas e, conseqüentemente, na exploração animal, na qual as diversas modalidades de uso do solo exigem que a atividade pecuária seja mais eficiente e competitiva.

Portanto, um fator decisivo na produtividade e na qualidade dos pastos é a adubação, principalmente a nitrogenada, pois, segundo Fernandes e Rossiello (1986), as

gramíneas tropicais, particularmente as de metabolismo C<sub>4</sub>, têm alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente e respondem ao nitrogênio com altas taxas de crescimento. A não disponibilidade deste nutriente constitui um dos principais fatores limitantes do crescimento das plantas. Isso devido ao fato do nitrogênio ser o componente essencial de aminoácidos e proteínas, ácidos nucléicos, hormônios e clorofila, dentre outros compostos orgânicos essenciais à vida das plantas. Assim, o nitrogênio tem grande significância pela estreita relação entre a sua disponibilidade e o aumento de biomassa.

De acordo com Werner (1986), a ação do nitrogênio sobre o aumento da produção de forragem é bem conhecida. Embora existam elevados teores de nitrogênio no solo, equivalentes a toneladas por hectare, apenas alguns quilogramas existem em forma mineral disponível (STEVENSON, 1982). A energia e a estrutura molecular para incorporação deste nutriente são supridas pelo metabolismo dos carboidratos que, por sua vez, depende da fotossíntese. Há, então, uma interdependência metabólica entre carbono e o nitrogênio. Sob um reduzido aporte de nitrogênio, o carboidrato excedente é estocado na forma de amido e substâncias graxas ou desviado para síntese de lignina (LARCHER, 2000).

Dentre vários fatores, como temperatura, luz, umidade no solo e características genótípicas da espécie vegetal, a disponibilidade de nutrientes exerce grande influência na taxa de aparecimento de folhas, no perfilhamento e, conseqüentemente, na área foliar do dossel. Dessa forma, o aumento do suprimento de nitrogênio no solo, por meio da fertilização, é uma forma de incrementar a produtividade das pastagens, principalmente quando a forrageira considerada, como o capim-mombaça, responde eficientemente à aplicação de nitrogênio. Vários trabalhos realçam a importância da adubação nitrogenada no desenvolvimento de folhas e perfilhos de plantas forrageiras (GARCEZ NETO *et al.*, 2002; MARTUSCELLO *et al.*, 2005; MARTUSCELLO *et al.*, 2006).

O suprimento de N é um dos fatores de manejo que influencia os diferentes processos de crescimento das plantas. Gastal e Lemaire (1988), citados por Nabinger (1996), observaram que a taxa de alongamento foliar em maior proporção, e o surgimento foliar, foram aumentados pela adubação nitrogenada, enquanto a senescência foi reduzida. Martuscello *et al.* (2006) encontraram reposta linear positiva no aparecimento e no alongamento foliar em plantas de *P. maximum* cv. Massai adubadas com doses crescentes de N.

Volenec e Nelson (1983), trabalhando com adubação nitrogenada, observaram que alto nível de nitrogênio aumentou em 90% o número de células epidérmicas expandidas por dia, resultando um incremento de 89% na taxa de alongamento foliar, em virtude da grande produção de células (divisão celular). Davidson *et al.* (1966) verificaram que a taxa de alongamento foliar aumentou 60% com a aplicação de 270 kg/ha de nitrogênio, em relação às folhas com baixo suprimento de N. Volenec e Nelson (1984) observaram que a taxa de alongamento foliar foi estimulada mais eficientemente com alta disponibilidade de N. Gastal (1994), avaliando os efeitos da adubação nitrogenada, verificou, em dois de um total de três experimentos, que a taxa de alongamento foliar foi quatro a cinco vezes maior sob regime de alto nível de N. Portanto, o N influencia, de forma positiva, a taxa de alongamento foliar, aumentando, assim, o número de colheitas quando manejado aos 95% de IL.

De acordo com Nabinger (1996), o efeito positivo do nitrogênio no perfilhamento é atribuído à maior rapidez de formação das gemas axilares e à iniciação dos perfilhos correspondentes, devendo-se observar que o índice de área foliar (IAF) não pode ultrapassar o valor crítico, pois modifica a qualidade da luz que penetra no dossel, chegando às gemas mais tardiamente. Vários estudos têm mostrado a influência do estado nutricional da planta forrageira no seu perfilhamento. Santos *et al.* (1995), cultivando o capim-vencedor submetido a doses de N, constataram que o perfilhamento das plantas diferiu acentuadamente entre as condições de baixo e alto fornecimento de N na solução nutritiva.

Corrêa (1996) avaliou doses de nitrogênio e de magnésio no perfilhamento dos capins Colômbio, Tanzânia-1 e Vencedor, e constatou efeitos significativos das doses de N no perfilhamento dos três capins. Manarin (2000), trabalhando com o capim-mombaça submetido a doses de N em solução nutritiva, concluiu que o número de perfilhos nos dois períodos de crescimento foi significativamente influenciado pelo suprimento do N.

## **2.4 Densidade de semeadura e produção forrageira**

O sucesso na formação e, conseqüentemente, na sustentabilidade de uma pastagem, após a escolha da espécie, é dependente da qualidade da semente. Segundo Evangelista e Lima (2002), as sementes de forrageiras devem apresentar algumas características essenciais para garantir o estabelecimento e a sustentabilidade da

pastagem, como rapidez e uniformidade de germinação, facilidade de semeadura, ausência ou pequeno número de semente de plantas daninhas, ausência de sementes de forrageiras indesejáveis e pureza varietal.

Conforme Souza (1993), o valor cultural é uma das características na qual o produtor deve se basear no momento da aquisição de sementes forrageiras, mas não deve ser o único. Outra consideração importante é sobre os dados relativos à população de plantas por metro quadrado. De acordo com Evangelista e Lima (2002), quando se trata de espécies de forrageiras, cujas sementes são de tamanho relativamente grande, como as do gênero *Brachiaria*, cerca de 20 plantas/m<sup>2</sup> são suficientes para assegurar uma densidade de plantas homogênea na pastagem. Por outro lado, segundo os autores, para espécies que tenham sementes menores, tal como *P. maximum*, são necessárias 25 plantas/m<sup>2</sup> para se assegurar uma boa formação.

O número de plantas por metro quadrado de área de pastagem influencia a condição/estrutura do relvado e, conseqüentemente, a capacidade deste em acumular biomassa. Além do N, a semeadura em espaçamentos reduzidos entre linhas ou com maior taxa de semeadura na superfície pode contribuir para aumentar a produção e a qualidade da forragem. Segundo Humphreys e Riveros (1986), altas densidades de plantas normalmente aumentam a produção de forragem. Bationo *et al.* (1990), na Nigéria, verificaram que a produção de MS de milho aumentou em 61%, quando se elevou a densidade de planta de 15.000 para 120.000 plantas/ha. Ficou assim evidenciado que o aumento no número de plantas/ha, em razão da redução do espaçamento, proporcionou maiores produções, particularmente com ocorrência de chuvas intensas no período inicial da cultura, que resultou em rápido crescimento das plantas.

Obeid *et al.* (1994), estudando cinco densidades de semeadura (30, 60, 90, 120 e 150 sementes puras viáveis por metro quadrado – SPV/m), no estabelecimento de quatro gramíneas (*Andropogon gayanus*, *P. maximum* cv. Colônia, *B. brizantha* cv. Marandu e *B. humidicola*), encontraram alta correlação entre densidades de semeadura e número de perfilhos principais das quatro espécies. Os estudos de regressão neste ensaio mostraram perfeito ajustamento do modelo linear aos dados de produção de MS para as quatro gramíneas, em função das densidades de semeadura.

Alvim *et al.* (1994), estudando diferentes densidades e método de semeadura em alfafa, relataram que aos dois meses pós-semeadura não houve efeito do método sobre o estabelecimento inicial da alfafa. Porém, a taxa de semeadura de 25 kg/ha foi a que

resultou em maior número de plantas germinadas e em maior produção de matéria seca. De acordo com os autores, nessa ocasião, a presença de plantas invasoras na área experimental foi semelhante em todas as condições de semeadura. Aos dez meses foram observadas nas semeaduras em sulco e nas demais formas em que utilizaram 10 e 15 kg/ha de sementes, redução na produção de massa seca da alfafa e grande infestação de plantas invasoras nas áreas com esses tratamentos.

## **2.5 Características morfogênicas e estruturais do pasto**

A produtividade das gramíneas forrageiras depende da contínua emissão de folhas e perfilhos. Este processo é importante para restaurar a área foliar após desfolhação e para garantir perenidade à forrageira. Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, tendo em vista a participação das folhas na fotossíntese, ponto de partida para a formação de novos tecidos (GOMIDE; GOMIDE, 2000).

São diversos os fatores do meio ambiente que influenciam a formação do pasto (luz, temperatura, água e nutrientes), o processo de fotossíntese e a dinâmica de crescimento e desenvolvimento de plantas. Portanto, o principal objetivo com o manejo do pastejo é otimizar o desenvolvimento das plantas para garantir que a maior parte da dieta animal seja constituída por folhas.

Segundo Lemaire e Agnusdei (2000), a dinâmica do fluxo de tecidos nas plantas forrageiras está relacionada ao processo de formação de folhas, determinado pela morfogênese. Chapman e Lemaire (1996) definiram a morfogênese de plantas como a dinâmica de geração e a expansão de partes das plantas no espaço, podendo ser descrita em termos de taxas de aparecimento de novos órgãos (organogênese) e taxa de expansão, senescência e decomposição de tecidos. Carnevalli (2003) sintetizou a definição de morfogênese como o estudo dos processos de crescimento e senescência de partes da planta. Essas características são determinadas geneticamente, mas podem ser modificadas devido às variações na temperatura, na fertilidade do solo, na disponibilidade de água no solo, no manejo de desfolhação, entre outros fatores (CHAPMAN; LEMAIRE, 1996; MAZZANTI, 1997).

Durante a fase vegetativa de crescimento, a morfogênese das gramíneas forrageiras é determinada por três fatores principais: taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento de folhas e duração da vida da folha. Sbrissia e Da Silva (2001)

propuseram a inclusão da taxa de alongamento de colmo no diagrama da relação entre as características morfogênicas e estruturais em gramíneas tropicais. Nestas, o crescimento ereto dos colmos é de grande importância, pois aumenta a produção de forragem e influencia significativamente a estrutura do pasto e o equilíbrio dos processos de competição por luz.

A produtividade de uma gramínea decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante após corte ou pastejo para restaurar a área foliar da planta e permitir perenidade do pasto. O conhecimento da dinâmica de crescimento de pastos sob pastejo é muito útil para a determinação de práticas de manejo e de condições que assegurem uma produção animal eficiente e produtiva (DA SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2006).

As características morfogênicas, além de serem geneticamente definidas, são influenciadas pelas condições ambientais e determinam as características estruturais que, por sua vez, resultam na área foliar capaz de interceptar a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente. Portanto, o número e o tamanho de folhas verdes por unidade de área determinam a capacidade de interceptação da RFA e a eficiência fotossintética do pasto. Essa dinâmica demonstra serem relevantes os estudos sobre a produção primária das gramíneas forrageiras por meio de avaliações de características morfogênicas para análise do crescimento vegetal. Com esses estudos é possível ter uma estimativa da produção forrageira, da taxa de acúmulo de massa seca e entender as alterações no consumo, atribuídas às mudanças estruturais do pasto. Além disso, podem gerar conhecimentos básicos necessários para definições de estratégias de manejo de plantas forrageiras nas mais variadas condições (BARBOSA *et al.*, 2007; NASCIMENTO JÚNIOR e ADESE, 2004).

### **2.5.1 Taxa de aparecimento foliar**

A taxa de aparecimento foliar (TApF) é a variável que expressa o número de folhas surgidas por perfilho em determinado intervalo de tempo. Possui papel central na dinâmica de acúmulo de MS em forrageiras, pois exerce influência sobre a densidade populacional de perfilhos, o comprimento final da lâmina e o número de folhas vivas por perfilho, características estruturais que determinam o IAF.

Em ambientes com todos os fatores de crescimento favoráveis, a TApF é considerada constante, porém, amplamente influenciada por mudanças estacionais. As

flutuações estacionais são causadas principalmente pela temperatura e por outros fatores, como intensidade luminosa, fotoperíodo e disponibilidade de água e nutrientes no solo (LANGER, 1963).

Segundo Oliveira *et al.* (2007), o efeito da adubação nitrogenada sobre a TApF é discutido de forma bastante variável na literatura, o que pode estar relacionado a diferenças nos níveis de nitrogênio e nas intensidades e frequências de corte avaliadas. Quando a disponibilidade de nitrogênio é alta, aumenta-se o crescimento da planta, com consequente alongamento dos entrenós. Com isso, a folha nova é empurrada para fora da bainha da folha precedente, o que pode causar aumento da TApF.

Os efeitos do corte ou pastejo sob a TApF estão frequentemente relacionados ao comprimento da bainha das folhas remanescentes (BARBOSA *et al.*, 2007). De acordo com Skinner e Nelson (1995), o maior comprimento da bainha conduz a planta a uma menor TApF, uma vez que as folhas mais novas de um perfilho se localizam em níveis cada vez mais altos. Assim, a distância percorrida pela folha do ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo é maior.

Gomide e Gomide (2000) observaram maior comprimento das folhas no nível de inserção intermediário em cultivares de *P. maximum* devido ao maior comprimento do pseudocolmo. Já as lâminas de nível de inserção mais elevado voltaram a ter maior TApF e menor comprimento final, em função da elevação do meristema apical resultante do processo de alongamento de colmos, o que encurtou a distância que as novas lâminas deveriam percorrer até emergir do pseudocolmo.

A TApF e seu inverso, o filocrono, é um processo termodependente que responde imediatamente a qualquer mudança de temperatura. Martuscello *et al.* (2006), avaliando a TApF do capim-massai adubado com N e submetido a diversos regimes de desfolhação, em termos térmicos, observaram efeito somente da adubação nitrogenada, que ocasionou resposta linear positiva da TApF, o que realça a importância de se apresentar os resultados em graus-dia, visto que as plantas não respondem ao calendário humano e seu desenvolvimento é altamente dependente da temperatura. No ensaio realizado por esses autores, quando os resultados foram expressos em dias, o filocrono respondeu tanto à adubação nitrogenada quanto ao regime de desfolhação.

### 2.5.2 Filocrono

O potencial de perfilhamento de um genótipo é determinado pela sua capacidade de emissão de folhas, pois a cada nova folha, forma-se uma gema axilar. Uma forma de estimar o número de folhas vivas é pelo filocrono, cujo conceito varia sutilmente entre autores. Wilhelm e McMaster (1995) definiram o filocrono como o tempo entre estádios similares de desenvolvimento de folhas, enquanto Rickman e Klepper (1995) definiram o filocrono como o tempo entre o aparecimento de folhas sucessivas no colmo. A unidade de filocrono é, portanto, o tempo de aparecimento de uma folha (dias/folha). Durante cada filocrono, o colmo aumenta um fitômero (unidade básica de desenvolvimento e crescimento de gramíneas). Com isso, observa-se a importância do estudo dessa característica para compreensão do fluxo de tecidos em gramíneas.

Considerando que o filocrono é o inverso da TApF, a maior vantagem em sua utilização talvez seja a facilidade na compreensão e, ou, percepção dos dados, uma vez que os resultados são expressos em dias, em vez de folhas por dia, unidade da TApF.

De acordo com Lemaire e Agnusdei (2000), para determinada espécie, em situações nas quais não há deficiência hídrica, o filocrono pode ser considerado uma variável relativamente constante quando expresso em unidades térmicas, o que promove uma base de escala para o estudo da morfogênese. Dessa forma, o intervalo entre o aparecimento de folhas sucessivas, em termos de tempo térmico, tem sido caracterizado como a quantidade de graus-dia necessária para formar uma folha. O acúmulo de folhas no perfilho pode ser representado por uma função linear do acúmulo de graus-dia, sendo o filocrono o coeficiente angular dessa função. Para que essa variável seja expressa em tempo térmico, é necessário o conhecimento da temperatura basal de cada espécie. Nas espécies  $C_3$ , a temperatura mínima basal está em torno de 3 a 5 °C, enquanto nas gramíneas tropicais esse limiar está entre 8 e 9 °C (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

Em muitos experimentos observa-se efeito significativo de fatores como adubação, intensidade e frequência de corte simultaneamente sobre o filocrono e a TApF (GARCEZ NETO *et al.*, 2002; ALEXANDRINO *et al.*, 2004; MARTUSCELLO *et al.*, 2005; 2006), o que é um indicativo da interdependência dessas duas variáveis.

### 2.5.3 Taxa de alongamento foliar

O crescimento de folhas em gramíneas ocorre, geralmente, em sua região basal, que é completamente encoberta pelas bainhas das folhas mais velhas (KEMP, 1980; DAVIDSON; MILTHORPE, 1966). As células são produzidas por um meristema intercalar que se localiza próximo do ponto de conexão da folha com o seu eixo de origem (VOLENEC; NELSON, 1981). Segundo Skinner e Nelson (1995), células meristemáticas da bainha estão presentes relativamente mais cedo nas folhas em desenvolvimento. Porém, o início da expansão é restrito, primeiramente, em sua lâmina, e o processo de expansão da bainha começa efetivamente quando a expansão da lâmina começa a declinar (SCHNYDER *et al.*, 1990; SKINNER; NELSON, 1995). O período de transição da expansão da lâmina para a expansão da bainha é facilmente reconhecido pelo deslocamento da lígula ao longo da zona de crescimento a partir da base da folha (SCHNYDER *et al.*, 2000).

A taxa de alongamento foliar (TAIF) é a característica morfogênica de maior correlação com a produção de MS de forragem (HORST *et al.*, 1978) e apresenta grande amplitude de resposta às condições do meio, como temperatura (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000), luz e disponibilidade hídrica e de nutrientes (GASTAL; NELSON, 1994). Qualquer efeito sobre a TAIF afeta a taxa de emissão de folhas e o surgimento de perfilhos e, conseqüentemente, a produção de MST.

A TAIF é determinada pelo comprimento da zona de alongamento na base da folha e pela taxa de alongamento por segmento foliar, taxas de alongamento nas zonas de divisão e expansão celular e nas zonas de deposição de nutrientes e formação de parede celular secundária (SKINNER; NELSON, 1995), cujas respostas podem variar conforme o manejo. Nesse sentido, Volenec *et al.* (1983) observaram que a TAIF das plantas colhidas com menor frequência de corte foi 30% maior que a daquelas colhidas mais frequentemente. Barbosa *et al.* (2007), no entanto, não encontraram resposta para TAIF em pastos de capim-tanzânia sob pastejo rotativo aos diferentes resíduos pós-pastejo.

O N é o nutriente que mais influencia a TAIF, o que pode estar relacionado ao grande acúmulo deste nutriente nas zonas de divisão celular (GASTAL; NELSON, 1994). Martuscello *et al.* (2005) avaliaram em capim-xaraés quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg/dm<sup>3</sup>) e observaram aumento de até 37% na TAIF (cm/dia). Garcez

Neto (2002) observou resposta quadrática da TAlF às doses de nitrogênio, de modo que a dose de 200 mg/dm<sup>3</sup> ocasionou aumento de 133% na TAlF do capim-tanzânia.

#### **2.5.4 Taxa de alongamento de colmo (pseudocolmo)**

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) passou a ser valorizada somente em estudos recentes, quando Sbrissia e Da Silva (2001) e Cândido (2003) propuseram modificação no diagrama clássico de Chapman e Lemaire, incluindo, entre as variáveis morfológicas, o alongamento de colmo e, entre as estruturais, a relação lâmina:colmo (RLC), com o objetivo de melhor compreender as modificações na estrutura de pastos de gramíneas tropicais.

Segundo Sbrissia e Da Silva (2001), em gramíneas de crescimento ereto, o alongamento de colmo aumenta a produção de forragem, mas interfere significativamente na estrutura do pasto, comprometendo a eficiência de pastejo. Este fato é uma consequência da redução na relação lâmina:colmo, que é diretamente relacionada ao desempenho de animais em pastejo (Euclides *et al.*, 2000). Ademais, a redução da relação lâmina:colmo pode ter efeitos negativos no aproveitamento e no valor nutritivo da forragem produzida (SANTOS, 2002).

De acordo com Carnevalli (2003) e Da Silva e Nascimento Júnior (2006), o processo de rebrotação logo após o pastejo é caracterizado basicamente por acúmulo de folhas e, a partir dos 95% de interceptação de luz, o processo de acúmulo de forragem sofre drástica mudança, caracterizada pela redução de acúmulo de folhas e aumento acentuado do acúmulo de colmos e tecido senescente. Segundo os autores, a partir dos 95% de interceptação de luz, ou seja, quando ocorrem condições de restrição ou limitação de luminosidade, as gramíneas forrageiras de clima tropical iniciam um segundo estágio de desenvolvimento, que caracterizado pelo alongamento de colmos, responsável pela elevação da altura do dossel, sombreamento e pela senescência de folhas basais, resultando em aumento na proporção de colmos e material morto na massa de forragem, em pré-pastejo.

Cândido *et al.* (2005) verificaram, para a cultivar Mombaça sob pastejo, em lotação intermitente, que o prolongamento do período de descanso resultou em maior altura e maior massa seca de forragem verde por ciclo de pastejo, mas com proporção crescente de colmos, levando à uma acentuada redução na relação lâmina:colmo. Barbosa *et al.* (2007) também observaram alterações na estrutura do dossel forrageiro

de capim-tanzânia manejado sob 90, 95 ou 100% de interceptação de luz e intensidades de desfolhação de 25 e 50 cm. De acordo com esses autores, os pastos manejados com 100% de interceptação de luz apresentaram elevada quantidade de material morto, além de maior acúmulo de colmos em comparação àqueles manejados com 90 e 95% de IL.

### **2.5.5 Número de folhas vivas por perfilho**

De acordo com Davies (1988), o número de folhas vivas por perfilho (NFV) é uma constante genotípica e pode ser representada pela duração de vida das folhas, expressa em número de intervalos de aparecimento de folhas (filocronos). Segundo Nabinger (1996), esta variável corresponde ao equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência. Para Lemaire e Chapman (1996), o número constante de folhas verdes por perfilho, apesar de determinado geneticamente, pode variar com as condições de meio e de manejo da pastagem, como a disponibilidade hídrica (DA SILVA *et al.*, 2005), a adubação (GARCEZ NETO *et al.*, 2002; LAVRES JR.; MONTEIRO, 2002; ALEXANDRINO *et al.*, 2004) e outros fatores.

O NFV por perfilho é importante para definir o intervalo de corte quando se pretende reduzir as perdas por senescência e morte foliar e orientar o manejo das forrageiras com vistas a aumentar a eficiência de colheita da forragem produzida (FULKERSON; SLACK, 1995). Além disso, constitui um critério prático para definição do momento de desfolhação por corte e, ou, pastejo (GOMIDE, 1997).

### **2.5.6 Duração de vida da folha**

A duração da vida da folha (DVF) é definida como o período durante o qual há acúmulo de folhas no perfilho sem qualquer perda por senescência (LEMAIRE, 1997), caracterizando a produção máxima por perfilho. O conhecimento da DVF é fundamental no manejo da pastagem, pois indica a máxima quantidade de forragem viva que pode ser mantida por unidade de área, além de servir como indicador para a determinação da intensidade ou da frequência de pastejo sob condições de lotação contínua ou pastejo rotativo, respectivamente. Esse tipo de característica permitiria manter índices de área foliar que propiciassem maior eficiência de interceptação da luz incidente e máximas taxas de acúmulo de forragem (NABINGER; PONTES, 2001).

Martuscello *et al.* (2006), no entanto, encontraram influência linear negativa tanto da adubação nitrogenada como do regime de desfolhação sobre a duração de vida

da folha. Esses autores afirmaram que o decréscimo na duração de vida da folha com as doses de nitrogênio pode ser explicado pela maior renovação de tecidos em plantas adubadas. Isso significa que plantas sem adubação de nitrogênio permanecem mais tempo com suas folhas vivas em detrimento da expansão de novas folhas, um processo que se evidenciou a partir da TAlF e da maior TApF e, conseqüentemente, da redução no filocrono em plantas adubadas. A estimativa de DVF variou de 45 dias (584 graus-dia), para as plantas colhidas com quatro folhas sem adubação nitrogenada, há 33 dias (435 graus-dia), para as plantas adubadas com N ( $120 \text{ mg/dm}^3$ ), também colhidas com quatro folhas.

### **2.5.7 Densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento**

A produtividade do pasto é decorrente de um processo dinâmico no qual o acúmulo de massa seca é caracterizado pelo balanço positivo entre surgimento e mortalidade de perfilhos. O perfilho é a unidade vegetativa básica das gramíneas (HODGSON, 1990) e o conjunto de perfilhos em diferentes estádios de desenvolvimento constitui a população de plantas na pastagem. Por meio da densidade populacional de perfilhos e de sua massa individual, é possível identificar a quantidade de massa de forragem presente instantaneamente acima do nível do solo na pastagem (HODGSON, 1990; HOESCHL *et al.*, 2007). A produção de massa por perfilho depende da taxa de aparecimento de folhas, da taxa de alongamento de folhas e de colmos, do comprimento final da folha e da duração de vida das folhas. Segundo Colvill e Marshall (1984), apesar das pastagens serem consideradas culturas perenes, os perfilhos geralmente apresentam ciclo de vida limitado, ou seja, a persistência do pasto depende da capacidade da planta em emitir novos perfilhos para substituir os senescidos.

O estudo das estratégias de perenização das gramíneas forrageiras pode permitir a identificação de práticas de manejo do pastejo que aumentem a produtividade dos pastos simplesmente pelo favorecimento do ciclo natural de reposição e renovação de perfilhos. Isto assegura que a população de plantas tenha capacidade de se ajustar rapidamente aos regimes de desfolhação impostos e restaurar seu IAF para determinada localidade e época do ano (VALENTINE; MATTHEW, 1999).

Segundo Langer (1963), o perfilhamento é influenciado por fatores de ambiente, sobretudo pela temperatura e pela disponibilidade de água e nutrientes, principalmente N. Garcez Neto *et al.* (2002) verificaram efeito expressivo do suprimento de N no

número total de perfilhos, com incremento de 21% na sua população. De acordo com esses autores, o perfilhamento em gramíneas constitui característica estrutural determinante da plasticidade morfogênica das plantas forrageiras, que é fortemente influenciada por combinações de fatores nutricionais, ambientais e de manejo.

Morais *et al.* (2006), trabalhando com quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225, 300 kg/ha.ano) em *Brachiaria decumbens*, observaram aumento na taxa de mortalidade e aparecimento de perfilhos basilares proporcional às doses de nitrogênio aplicadas.

Martuscello *et al.* (2006) observaram influência linear positiva da adubação nitrogenada sobre o perfilhamento de capim-massai, que apresentou, respectivamente, aumentos de 26, 30 e 61% no número de perfilhos nas doses de 40, 80 e 120 mg/dm<sup>3</sup> de N, efeito que não foi observado para intensidade de corte. Por outro lado, esses autores não constataram maior evidência do efeito do N nessa variável em relação à TAlF e TApF.

Outro aspecto importante para a compreensão da dinâmica do perfilhamento é o número de folhas formadas, que determina a taxa potencial de aparecimento de perfilhos, em virtude da presença de uma gema potencial na inserção de cada folha no colmo (NELSON, 2000). A relação de aparecimento de perfilhos por aparecimento de folhas é denominada *site filling* ou sítio de ocupação (DAVIES, 1974). De acordo com Gautier *et al.* (1999), o perfilhamento também é fortemente influenciado pela desfolhação e pela luz do ambiente. Em pastos estabelecidos sob baixa densidade de plantas, o perfilhamento é determinado principalmente pela taxa de aparecimento de folhas (DAVIES; THOMAS, 1983). Todavia, em dosséis densos, o perfilhamento diminui com a redução dos espaços para crescimento (LIDDLE *et al.*, 1982; CASAL *et al.*, 1986), o que pode ser explicado pelo efeito inibitório causado pela menor intensidade luminosa e pela reduzida relação dos comprimentos de onda vermelho/vermelho extremo (DEREGIBUS *et al.*, 1985).

Segundo Lemaire e Chapman (1996), em sistema de pastejo rotativo, a densidade de perfilhos aumenta após a retirada dos animais até o IAF atingir valor entre três e quatro, quando começa a diminuir como consequência da mortalidade. Corroborando essa afirmação Barbosa *et al.* (2007), em capim-tanzânia em sistema de pastejo sob lotação intermitente, demonstraram que o maior número de perfilhos, tanto basilares quanto aéreos, foi verificado no início do período de rebrotação e decresceram linearmente com os dias após o pastejo e o incremento no IAF.

### **3. OBJETIVOS**

O objetivo geral foi avaliar a relação entre a altura do dossel e a interceptação luminosa de 95% na fase de estabelecimento de plantas de *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-mombaça) com quatro doses de nitrogênio e três densidades de plantas.

Os objetivos específicos foram verificar a influência da adubação nitrogenada e da densidade de plantas nas características morfogênicas e estruturais do capim-mombaça, e suas relações com a estrutura do relvado e a produção de biomassa.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES. Disponível em: <<http://www.abrasem.br>>. Acesso em: 15 Dez. 2004.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p. 1372-1379, 2004.

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2164-2173, 2005 (Supl.).

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; CORSER, A. C.; MARTINS, C. E.; JACOB, M. M. A. Efeito do método de plantio e da densidade de semeadura sobre o estabelecimento da alfafa no sudeste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 4, p. 126-131, 1994.

ARONOVICH, S. O capim-Colônião e outros cultivares de *Panicum maximum* Jacq.: introdução e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995. Piracicaba, **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 1-20.

BARBOSA, M. A. A. F.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U.; SAKAGUTI, E. S. Estudo de perfilhamento em quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. submetidos à duas alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 109-111.

BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** 2004. 119 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BATIONO, A.; CHRISTIANSON, C. B.; BAETHGEN, W. E. Plant density and nitrogen fertilizer on pearl millet production in Niger. **Agron. J.**, v. 82, n. 2, p. 290-295, 1990.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 13-48.

BRAZ, T. G. S. **Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia sob doses de nitrogênio e densidades de plantas.** 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

CÂNDIDO, M. J. D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho Animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso.** 2003. 166 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 406-415, 2005.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R. A.; Da SILVA, S. C. ; BUENO, A. A. O. *et al.* Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165-176, 2006.

CASAL, J. J.; SANCHEZ, R. A.; DEREGIBUS, V. A. The effect of plant density on tillering: the involvement of R/FR ratio and the proportion of radiation intercepted per plant. **Enviromental. Exp. Bot.**, v. 26, p. 365-371, 1986.

CECATO, U.; MACHADO, A. O.; MARTINS, E. N. *et al.* Avaliação de produção e de algumas características de rebrota de cultivares e acessos de *Panicum maximum* sob duas alturas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 660-668, 2000.

CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Tissue flows in grazed plants communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and managment of grazing systems**. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL, 1996. p. 3-36

COLVILL, K. E.; MARSHALL, C. Tiller dynamics and assimilate partitioning in *Lolium perenne* with particular reference to flowering. **Annals of Applied Biology**, v. 104, p. 543-557, 1984.

CORRÊA, B. D. **Doses de nitrogênio e de magnésio afetando aspectos produtivos e bioquímicos dos capins Colômbia, Tanzânia-1 e Vencedor**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1996. 76p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1996.

CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1995. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 275-304.

CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A.; SANTOS, P. M. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: PEIXOTO, A. M. *et al.* (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994, p. 249-266.

DA SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Panicum e Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 347-385.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO, JR., D. *et al.* Desafios da produção intensiva de bovinos de corte em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE. 1., 2005.. Brasília. **Anais...** Brasília: SIMBOI, 2005. p. 1-13

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 1-42.

DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. Leaf growth of *Dactylis glomerata* L. following defoliation. **Annals of Botany**, v. 30, p. 173-184, 1966.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **J. Agric. Sci.**, v. 82, p. 165-172, 1974.

DAVIES, A.; THOMAS, H. Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants in relation to soil temperature and solar radiation. **Annals of Botany**, v. 57, p. 591-597, 1983.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M. B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman e Hall, 1988. p. 86-127.

DEREGIBUS, V. A.; SANSHEZ, R. A.; CASAL, J. J.; TELICA, M. J. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, v. 22, p. 199-206, 1985.

DIFANTE, G. D. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Mombaça**. Campo Grande, MS, 1993. 1 folder.

EUCLIDES, V. P. B.; ZIMMER, A. H.; VIEIRA, A. Evaluation of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brizantha* under grazing. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 1997-1998.

EUCLIDES, V. P. B.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M. *et al.* Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2200-2208, 2000 (Supl. 2).

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Formação da pastagem primeiro passo para a sustentabilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 1-42.

FERNANDES, M. S.; ROSSIELLO, R. O. P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGEM, 1., Nova Odessa. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 92-123.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIEIRO, J. A.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAN, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação do capim-mombaça (*Panicum maximum*) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 83-89, 2005.

FREITAS, F. P. **Produtividade e valor nutritivo do capim-tanzânia submetido a doses de nitrogênio e densidades de plantas**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

FULKERSON, W. J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, v. 50, p. 16-20, 1995.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Avaliação de características morfogênicas de *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2002. Recife. **Anais...** Recife: Seção Forragicultura, 2002. p. 101-103.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Study of a tall fescue sward under nitrogen deficiency conditions. In: GENERAL MEETING OF EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988. **Proceedings..** [S.l.: s.n.], 1988. p. 323-327.

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

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v. 83, p. 423-429, 1999.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997. Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1997. 471 p.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

HAY, R. K. M.; WALKER, A. J. Interception of solar radiation by the crop canopy. In: HAY, R. K. M.; WALKER, A. J. (Ed.) **An introduction to the physiology of crop yield**. New York: Longman Scientific e Technical, 1989. p. 8-30.

HERLING, V. R.; PIAZZA, C.; JANTALIA, C. P.; SUDA, C. H.; LUZ, P. H. C.; LIMA, C. G. Efeito do período de descanso e da matéria seca residual no capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). 2. Perdas de matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998. Botucatu, **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 321-323.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperature sown pastures. In: **Proceedings of the XV International Grassland Congress**, Kyoto: Japanese Society of Grassland Science. 1985. p. 63-66.

HODGSON, J. **Grazing management**: science in to practice. NewYork: John Wiley e Sons, 1990. 203 p.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

HOESCHL, A. L.; CANTO, M. W. BONA FILHO, A. *et al.* Produção de forragem e perfilhamento em pastos de capim-tanzânia-1 adubados com doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 81-86, 2007.

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 18, p. 715-719, 1978.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pastures and fodder crops**. Queensland: University of Australia, Department of Agriculture, 1978. 135 p.

HUMPHREYS, L. R.; RIVEROS, F. **Tropical pasture seed production**. 3. ed. Rome: FAO, 1986. 203 p.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 206 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 Jan. 2009.

JANK, L.; CALIXTO, S.; COSTA, J. C. G.; SAVIDAN, Y. H.; CURVO, J. B. E. **Catalog of the characterization and evaluation of the Panicum maximum germplasm: morphological description and agronomical performance**. Campo Grande-MS: EMBRAPA Gado de Corte, 1997. 53 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 68).

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E PASTAGEM, 12., 1995. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 28-58.

JANK, L.; SAVIDAN, Y.; SOUZA, M. T.; COSTA, J. G. C. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Produção forrageira. **Revista as Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, p. 433-440. 1994.

KEMP, D. R. The location and size of the extension zone of emerging wheat leaves. **New Phytologist**, v. 84, p. 729-737, 1980.

LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abst.**, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.

LARCHER W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, 2000. 531 p.

LAVRES JR.; J.; MONTEIRO, F. A. Combinações de doses de nitrogênio e potássio para a produção e nutrição do capim-mombaça. **Boletim de Indústria Animal**, v. 59, n. 2, p. 102-114, 2002.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. CAB International, 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turn-over. In: GOMIDE, J. A. (Ed.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 117-144.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Proceedings of an International Symposium, Curitiba, Brazil, august 1999. p.165-186.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. *et al.* (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CAB International, 2000. p. 265-288.

LIDDLE, M. J.; BUDD, C. S. J; HUTCHINGS, M. J. Population dynamics and neighbourhood effects in establishing swards of *Festuca rubra*. **Oikos**, v. 38, p. 52-59, 1982.

MACHADO, A. O.; CECATO, U.; MIRA, R. T.; PEREIRA, L. A. F.; MARTINS, E. N; DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T. Avaliação de genótipos de *Panicum maximum* (Jacq) em duas alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 219-221.

MAGALHÃES, M. A. **Fluxo de tecido e produção de capim-Tanzânia irrigado sob diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio**. 2007. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MANARIN, C. A. **Respostas fisiológicas, bioquímicas e produtivas do capim-Mombaça a doses de nitrogênio**. 2000. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R. W. (Ed.) **Managed grasslands** – Analytical studies ecosystems of the world. vol. 17-B. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1987. p. 29-46.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V. Características morfogênicas e estruturais de capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

MAZZANTI, A. Adaptación de especies forrajeras a la defoliación. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1., 1997., Maringá. **Anais...** Maringá, 1997. p. 75-84.

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.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1996. p. 59-121.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, p. 755-771, 2001.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R. A. *et al.* Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade. In: OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002. Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 149-196.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; ADESE, L. Acúmulo de Biomassa na Pastagem. In: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (Org.). II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 1, 2004. p. 289-346.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Atualidades sobre manejo do pastejo nos trópicos. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008. Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, 2008. p. 1-20.

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering In: LEMAIRE, G. *et al.* (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford, UK: CAB-International, 2000. p.101-126.

OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E.; SILVA, S. P. Semadura de gramíneas forrageiras tropicias. II – densidade de semeadura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 4, p. 26-32. 1994.

OLIVEIRA, A. B.; PIRES, A. J. V.; MATOS NETO, U. *et al.* Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007.

RICKMAN, R. W.; KLEPPER, B. L. The phyllochron: where do we go in the future? **Crop Science**, v.35, n. 1, p. 44-49, 1995.

RHODES, I. Relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, v. 43, p. 129-133, 1973.

SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 244-249, 1999.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim-tanzânia: um desafio**. 98 f. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 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).

SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

SCHNYDER, H.; SEO, S.; RADEMARCHER, I. F.; KUHBAUCH, W. Spatial distribution of growth rates and of epidermal cell lengths in the elongation zones during leaf development in *Lolium perenne* L. **Planta**, v. 181, p. 423-431, 1990.

SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R.; NELSON, C. J. Na integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G., HODGSON, J.; MORAES, A. *et al.* (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. [S.l.]: CAB International, 2000. p. 41-60.

SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : FCAV/FUNEP, 1997. p. 1-62.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

SOUZA, F. H. D. O papel das sementes no estabelecimento e na formação de pastagens. In: **Curso sobre pastagens para sementeiros**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, p. 101-111, 1993.

SOUZA, A. G.; SOARES FILHO, C. V.; MELLA, S. C. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná. In: MONTEIRO, A. L. G.; MORAES, A.; CORRÊA, E. S. (Ed.). **Forragicultura no Paraná**, Londrina: CPAF, 1996. p. 196-205.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. New York: J. Wiley and Sons, 1982.

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, 1999. p. 11-27.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Cell dynamics in leaf meristems of contrasting tall fescue genotypes. **Crop Science**, v. 21, p. 381-385, 1981.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall fescue. II Relationship to leaf elongation modified by nitrogen fertilization. **Plant Physiology**, v. 74, p. 595-600, 1983.

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall fescue. II. Relationship to leaf elongation rates modified by nitrogen fertilization. **Plant Physiology**, v. 74, p. 595-600, 1984.

WARREN WILSON, J. Stand Structure and Light Penetration. I. Analysis by Point Quadrats. **Journal of Applied Ecology**, v. 2, n. 2. p. 383-390, 1961.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18).

WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.

**Características morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça sob doses de nitrogênio e densidades de plantas**

**Resumo:** Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada e da densidade de plantas nas características morfológicas e estruturais do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv mombaça). O experimento foi realizado em área que pertence ao Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em delineamento experimental de blocos casualizados, com 12 tratamentos e duas repetições, em esquema fatorial  $4 \times 3$ , com quatro doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 320 kg/ha.ano) e três densidades de plantas (9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>), avaliados nas quatro estações do ano. A colheita das plantas foi realizada a 30 cm acima do nível do solo, quando o dossel atingia 95% de interceptação luminosa (IL). Para avaliação das características morfológicas e estruturais foram mensuradas as taxas de aparecimento foliar (TApF), senescência (TSeF) e alongamento foliar (TAIF), filocrono, as taxas de alongamento de pseudocolmo (TAIPC), número de folhas vivas (NFV), duração da vida das folhas (DVF) e o número de perfilhos totais por touceira (NPT). Na dinâmica de perfilhamento foram avaliadas as taxas de aparecimento dos perfilhos totais (TApPT) e mortalidade dos perfilhos totais (TMoPT). A taxa de aparecimento foliar aumentou 115 e 82% com a adubação nitrogenada e maior densidade de plantas no outono e inverno, respectivamente. O filocrono decresceu com a adubação cerca de 83% na primavera e 64% no verão com a maior dose de nitrogênio utilizada. A taxa de alongamento foliar apresentou aumento de 414% na primavera com relação à ausência e à maior dose de nitrogênio, e no verão apresentou aumento de 16% da TAIF em relação à estação anterior. A taxa de alongamento de pseudocolmo passou de 0,09 cm/dia na ausência de adubação no verão para 0,89 cm/dia com 320 kg/ha de nitrogênio. Já a TSeF apresentou aumento de 75, 50, 119 e 133% entre a menor e maior doses de nitrogênio utilizadas no outono, inverno, primavera e verão, respectivamente. A adubação reduziu 275 e 92% o tempo de vida das folhas e aumentou em 49,05 e 18,42% o número de folhas vivas na primavera e no verão. Na primavera, o NPT aumentou 22,8% e no verão aumentou 107% com a maior dose de nitrogênio. O nitrogênio influenciou a TApPT positivamente, ocorrendo aumento de 11,11 e 29% no outono e no inverno, em relação à ausência e à maior dose de nitrogênio, porém não houve nenhum efeito sobre a TMoPT. Foi possível observar que a taxa de aparecimento, alongamento e produção de folhas do capim-mombaça aumentam e o filocrono e a duração de vida reduziram com a adubação nitrogenada, no período de estabelecimento manejado com 95% de interceptação luminosa. A adubação nitrogenada também influenciou positivamente o perfilhamento do capim-mombaça e, maiores densidades de plantas aumentaram o alongamento e a taxa de senescência de folhas, e diminuíram o número de perfilhos.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada; interceptação luminosa; perfilho.

**Morphogenic and structural characteristics of *Panicum maximum* Jacq. cv.  
Mombaça under nitrogen supplies and densities of plants**

**Abstract:** The objective with this experiment was to evaluate the effect of the nitrogen supplies and the density of plants in the morphogenic and structural characteristics of mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq.) in the period of establishment in the Forragicultura Sector of the Department of Zootecnia of the Federal University of Viçosa, between March of 2008 and March of 2009. It was used an experimental delineation, with 12 treatments and two repetitions in a factorial arrangement  $4 \times 3$ , with four nitrogen supplies (absence of application, 80, 160 and 320 kg/ha.ano) and three densities of plants (9, 25 and 49 plantas/m<sup>2</sup>) evaluated in the four stations of the year. The plot was cut in 30 cm above of the level of the ground when the light interception reached 95%(IL). To evaluate the morphogenic and structural characteristics was measure the rate of leaf appearance and elongation, Phyllochron, the rate of leaf senescence, number of leaves alive, Life duration of leaves and the rate of stem elongation. In the tiller dynamics was evaluate the rate of appearance and mortality of the total tiller. The rate of leaf appearance increased 115% and 82% with the increase of the nitrogen supplies and density of plants in the autumn and winter, respectively. The Phyllochron decreased with the fertilization about 83% in spring and 64% in the summer with the biggest dose of nitrogen supply. The rate of leaf elongation presented increase of 414% in the spring between the absence and the biggest nitrogen supply, and the summer presented an increase of 16% of the leaf elongation. The rate of stem elongation passed of 0,09 cm/dia in the absence of nitrogen supply in the summer for 0,89 cm/dia with 320 kg/ha of nitrogen, what shows a big increase of this variable. The rate of leaf senescence presented increase of 75%, 50%, 119% and 133% between the minor and bigger nitrogen supplies used in the autumn, winter, spring and summer, respectively. The fertilization reduced 275% and 92% the life duration of leves and increased in 49,05% and 18,42% the number of leves alive in the spring and summer. Also in the spring, the number of tillers increased 22,8% and in the summer it increased 107% with the biggest nitrogen supply. The nitrogen influenced the rate of tiller appearance positively, occurring an increase of 11,11% and 29% in the autumn and winter, between the absence and the biggest nitrogen supply. However it didn't have effects on the rate of tiller mortality. It was possible to observe that the rate of leves appearance, elongation and production of mombaça grass increases, and the phyllochron and the life duration reduces with the nitrogen supplies, in the period of establishment with 95% of light interception. The nitrogen supplies also influences positively the tiller of mombaça grass and bigger densities of plants increases the elongation and the rate of leaf senescence, but also decrease the number of tillers.

**Keywords:** nitrogen fertilization; light interception; tiller.

## 1. Introdução

A produção animal com base em pastagens pode ser entendida, basicamente, como um processo de três fases: crescimento da planta forrageira, utilização da forragem produzida e sua conversão em produto animal (HODGSON, 1990). A produção forrageira, como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento, pode ter sua eficiência substancialmente melhorada pelo aumento do uso de fertilizantes, principalmente do nitrogênio (N), através do expressivo aumento no fluxo de tecidos (DURU; DUCROCQ, 2000).

O sucesso na utilização de forragem depende não só da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da planta forrageira a ser utilizada, como também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente, ponto fundamental para suportar tanto o crescimento quanto a manutenção da capacidade produtiva da pastagem. Os estudos de fluxo de tecidos por meio dos processos morfogênicos vêm se constituindo em uma importante técnica para avaliação da dinâmica de folhas e perfilhos em ecossistemas pastagem. Em uma pastagem em crescimento vegetativo, no qual apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características básicas: taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento de folhas e duração de vida da folha. A combinação dessas variáveis morfogênicas básicas determina as principais características estruturais das pastagens: tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho.

A taxa de aparecimento de folhas exerce papel central na morfogênese por causa de sua influência direta sobre cada um dos três componentes da estrutura do pasto sendo; relação lâmina:colmo, densidade populacional de perfilhos e número de folhas por perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Taxas de crescimento individuais podem ser controladas, basicamente, por dois fatores principais: o suprimento de energia para fotossíntese, que reflete o tamanho e a eficiência fotossintética do dossel, e o número e a atividade de pontos de crescimento, caracterizados pelo potencial de perfilhamento (perfilhos/m<sup>2</sup>) (HODGSON, 1990). A produção de novos perfilhos é, normalmente, um processo contínuo, que pode ser acelerado pela desfolhação da planta e consequente melhoria do ambiente luminoso na base do dossel. Perfilhos individuais têm duração de vida limitada e variável em função de fatores bióticos e abióticos, de modo que sua

população pode ser mantida por contínua reposição dos perfilhos mortos. Esse padrão de resposta é ponto-chave para a perenidade das gramíneas.

O conjunto de processos envolvendo as transformações da planta diante de fatores bióticos e abióticos, ao longo do tempo, caracteriza a resposta fenotípica como resultado de mudanças nas características morfogênicas. Lemaire e Agnusdei (1999) caracterizaram essas mudanças como um processo progressivo e irreversível, altamente regulado, em que qualquer mudança estrutural resulta em respostas morfogênicas das plantas e da nova estrutura do dossel. Fluxos significativos de carbono para os meristemas apicais após a desfolhação têm sido caracterizados como uma importante resposta adaptativa da planta para sua recuperação. Esse fluxo, no entanto, parece ser fortemente influenciado pelos processos de absorção, partição e reciclagem de nitrogênio.

A utilização de carbono em atividades meristemáticas associadas a processos morfogênicos tem se mostrado bastante dependente de uma adequada nutrição nitrogenada (GASTAL *et al.*, 1992). O conhecimento das características morfogênicas, por estar diretamente relacionado com as variações em características estruturais e respostas funcionais de plantas forrageiras ao pastejo, tem por objetivo fornecer aos pesquisadores e técnicos a possibilidade de identificar e planejar estratégias de manejo da forragem produzida de forma a assegurar longevidade, produtividade e sustentabilidade do ecossistema. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da densidade de planta e da adubação nitrogenada sobre as características morfogênicas e estruturais do capim-mombaça em estabelecimento.

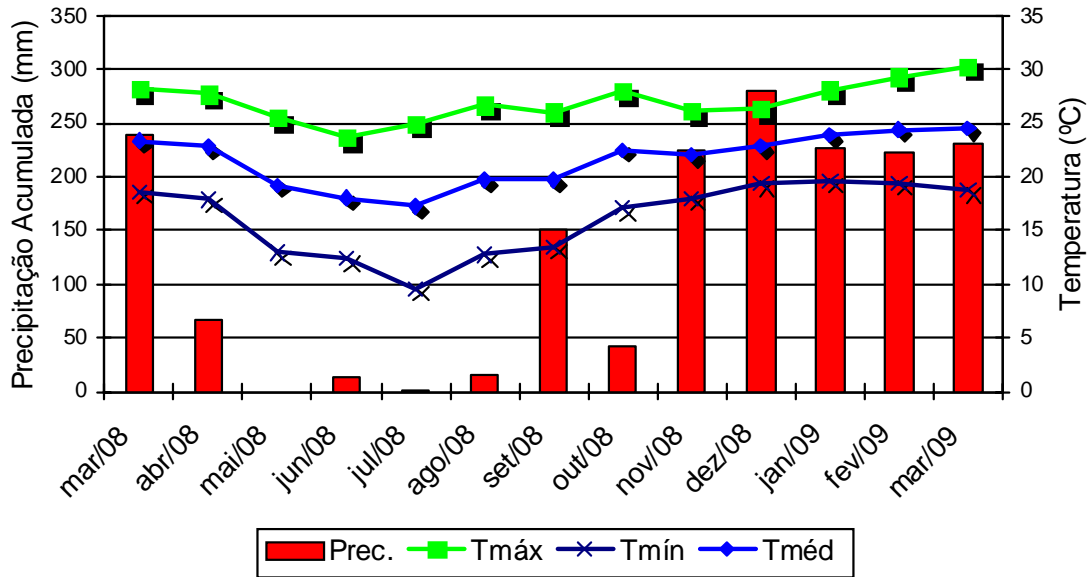
## **2. Material e métodos**

### **2.1 Local**

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Setor Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de fevereiro de 2008 a março de 2009. O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata Mineira, em uma altitude de 651 m acima do nível do mar, nas seguintes coordenadas geográficas: 20° 45' 40" de latitude e 42° 51' 40" de longitude oeste.

## 2.2 Clima

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático é Cwa, com precipitação pluvial média anual em torno de 1.480 mm, umidade relativa do ar de 80% e as temperaturas médias máximas e mínimas de 26,6 e 15,9°C, respectivamente. Na Figura 1 estão registradas as variáveis climáticas durante o período experimental.



Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola/UFV.

Figura 1 – Média da precipitação pluvial mensal acumulada (Prec.) e das temperaturas máximas (Tmáx), médias (Tméd) e mínimas (Tmín) observadas durante o período experimental.

## 2.3 Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos consistiram da combinação de quatro doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 320 kg/ha) e de três densidades de plantas (9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>), segundo um fatorial 4 × 3, em um delineamento em blocos casualizados, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais com 9 m<sup>2</sup> cada. Na área experimental, antes da demarcação das parcelas, foram retiradas amostras de solo para caracterização química e física e posterior correção da acidez e aplicação de adubos necessários. Para maior rigor na densidade de plantas estabelecidas de 9, 25 e 49 por m<sup>2</sup>, a semeadura do capim-

mombaça foi realizada em casa de vegetação, em bandejas contendo substrato agrícola comercial, onde permaneceram até as plântulas terem atingido, aproximadamente, 10 cm de altura, quando foram transplantadas para as parcelas em número correspondente às densidades de plantas de cada tratamento. O controle de plantas invasoras dentro das parcelas foi feito manualmente, de acordo com a necessidade.

## 2.4 Solos e adubações

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999), com textura argilosa. Antes do início do experimento (novembro de 2007), foi feita amostragem de solo na profundidade de 0 a 20 cm para caracterização química (Tabela 1) e definição das doses de corretivos e adubos.

Tabela 1 – Características químicas de amostras de solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental realizadas em novembro 2007

Características Químicas	Resultado
pH(H <sub>2</sub> O) relação 1:2,5	6,30
Ca - KCl - 1 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,80
Mg - KCl - 1 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,00
Al - KCl - 1 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,00
H + Al - Acetato de cálcio 0,5 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,80
Soma das bases (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,14
Capacidade de troca de cátions (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,14
Saturação por alumínio (%)	0,00
Saturação por bases (%)	52,00
P-Mehlich (mg/dm <sup>3</sup> )	2,10
K- Mehlich (mg/dm <sup>3</sup> )	132,00
Matéria orgânica (dag/kg)	1,30

De acordo com os resultados da análise de solo, efetuou-se a aplicação da dose correspondente a 667 kg/ha de superfosfato simples, que foi incorporado ao solo na camada de 5 cm de profundidade. As doses de nitrogênio foram divididas em três aplicações: a primeira após o corte de uniformização, realizado em fevereiro de 2008; as demais, após o segundo e o terceiro cortes. Quando necessário, as doses de nitrogênio foram repetidas, dividindo as mesmas em três aplicações, de acordo com os cortes, durante todo o período experimental. Foram aplicados 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O, divididos e

aplicados da mesma forma que o nitrogênio. As fontes de nitrogênio e potássio foram ureia (46% de N) e cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O).

## **2.5 Monitoramento das condições experimentais e avaliações**

Em novembro de 2007 realizou-se o corte de uniformização do capim-mombaça a uma altura de 30 cm do solo, para iniciar as avaliações experimentais. A partir desse corte, foi feito o acompanhamento da interceptação luminosa nas parcelas, para que se pudesse realizar os demais cortes (colheitas), uma vez que estes foram realizados quando as parcelas atingiam 95% de IL.

Para avaliação das características morfogênicas, após 15 dias da transplantação do capim-mombaça, foram marcados dois perfilhos (unidade de amostragem) em cada uma das parcelas experimentais. A cada três dias foram tomadas medidas do comprimento da lâmina foliar e a altura até a lígula da última folha expandida, além do registro de novas folhas surgidas em cada um dos perfilhos e em cada uma das datas de avaliação. As medidas de comprimento foram efetuadas com régua milimetrada. A partir dos dados em campo foram realizados cálculos para determinação das seguintes variáveis:

- taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho.dia): quociente entre o número de folhas por perfilho surgidas no período avaliado e número de dias do período;
- filocrono (dias): inverso da taxa de aparecimento de folhas (dias/folha.perfilho);
- taxa de alongamento de folhas (cm/perfilho.dia): variação média no comprimento da folha em expansão durante o período de avaliação;
- taxa de senescência de folhas (cm/perfilho.dia): variação média no comprimento da porção senescente da folha, resultado da diferença entre o comprimento total da lâmina expandida e o comprimento da parte senescente no período;
- número de folhas vivas: contagem do número de folhas vivas, não senescentes;
- duração de vida das folhas (dias); período em que a folha se manteve viva depois de sua completa expansão até 50% de senescência; e
- taxa de alongamento de pseudocolmo (cm/perfilho.dia): variação média no comprimento do colmo (correspondente ao colmo e à bainha da folha mais nova) durante o período de avaliação.

Para avaliação dos padrões demográficos de perfilhamento e suas respectivas taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos, foram identificadas duas touceiras

(unidade de amostragem) por parcela em dois dos três blocos experimentais. Essas variáveis foram calculadas para cada touceira em cada ciclo de avaliação. Assim, os resultados por parcela foram provenientes da média de duas touceiras por unidade experimental. No início do período experimental (20 dias após a transplantação) todos os perfilhos existentes nas touceiras marcadas foram contados e marcados com arames revestidos de plástico de uma determinada cor. A cada nova amostragem, que foi realizada a cada 28 dias, novos perfilhos foram marcados com cores diferentes, conforme Figura 2.



Figura 2 – Identificação das gerações de perfilhos com arames de cores diferentes.

A partir das marcações com cores diferenciadas, foi obtida a estimativa da população de perfilhos de todas as gerações, de acordo com as diferentes cores, permitindo o cálculo de suas respectivas taxas de aparecimento, mortalidade e sobrevivência, conforme as fórmulas:

$$\text{Taxa de aparecimento} = \frac{\text{número de perf. novos (última geração marcada)}}{\text{número de perf. totais existentes (geração marc. ant.)}} \times 100$$

$$\text{Taxa de mortalidade} = \frac{\text{perf. marc. anteriores} - \text{perf. sobrev. (marc. atual)}}{\text{número total de perfilhos na marcação anterior}} \times 100$$

A interceptação de luz (IL) e a altura do dossel foram monitorados em intervalos de três dias. Entretanto, quando os níveis de IL estiveram próximos da meta (95% de IL), a frequência de monitoramento foi aumentada, com avaliações realizadas diariamente. Nas avaliações da IL foi utilizado um aparelho analisador de dossel – AccuPAR Linear PAR/PAI captometer, Model – 80 (DECAGON Devices®), com o qual foram realizadas leituras em três pontos de cada parcela experimental. Em cada parcela três leituras foram realizadas acima do dossel forrageiro e três no nível do solo. A altura do dossel foi registrada utilizando-se régua graduada em centímetros, sendo medida em dez pontos de cada unidade experimental.

## 2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de regressão, em função das doses de nitrogênio e densidade das plantas, selecionando-se as equações pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e significância a 10% (dos coeficientes de acordo com o teste t). As equações de regressão foram ajustadas pelas médias das variáveis por tratamento, sendo o  $R^2$  dado por:  $SQ_{Reg}/SQ_{trat}$ .

## 3. Resultados e discussão

### 3.1 Características morfogênicas e estruturais

#### 3.1.1 Taxa de aparecimento foliar

A taxa de aparecimento foliar (TApF) no outono, inverno e primavera apresentou resposta linear positiva para adubação nitrogenada e densidade de plantas, não havendo interação entre os fatores em nenhuma das estações. No verão, a TApF foi influenciada de forma linear positiva somente pela adubação nitrogenada (Tabela 2).

Tabela 2 – Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para TApF em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de plantas e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	$R^2$
Outono	$\hat{Y} = 0,17977 + 0,000439016^{\circ}N + 0,0018615^{**}D$	0,67

Inverno	$\hat{Y} = 0,0133152 + 0,0001142 * N + 0,0005068 * D$	0,52
Primavera	$\hat{Y} = 0,040099 + 0,00027593 ** N + 0,0012431 * D$	0,68
Verão	$\hat{Y} = 0,119692 + 0,0004369 ** N$	0,52

\*\* P < 0,01; \* P < 0,05; e ° P < 0,10.

No outono, para plantas que não receberam adubação nitrogenada na densidade de plantas/m<sup>2</sup>, a TApF foi de 0,19 folhas/dia e, na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup>, foi de 0,41 folhas/dia, representando aumento de 115%. Já no inverno, comparando-se os mesmos tratamentos com os do outono o incremento foi de 82%.

Na primavera, a TApF foi menor que no outono, tendo na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup>, sido de 0,19 folhas/dia. Essa diminuição dos valores é atribuída a períodos de “transição seca-água”, onde os fatores abióticos ainda não estão disponíveis em níveis adequados, o que faz com que o número de folhas fotossinteticamente ativas seja menor, em virtude da estação anterior na, qual ocorre maior taxa de senescência de folhas.

Das estações estudadas, no verão não houve efeito de densidades de plantas na TApF, tendo observado na ausência de aplicação de nitrogênio, 0,1196 folhas/dia e com 320 kg/ha e 0,2595 folhas/dia (Tabela 2). Assim, o aumento das doses de nitrogênio, incrementou a TApF em todas as estações. Isto, segundo Skinner e Nelson (1995), ocorre porque, na produção de folhas, há grande demanda por este nutriente nas zonas de divisão celular. Os efeitos das doses de nitrogênio sobre as TApF observados neste experimento foram semelhantes aos da literatura (MARTUSCELLO *et al.*, 2006; BRAZ, 2008). Todavia, o valor de TApF na ausência de nitrogênio foi relativamente alto se comparado aos relatados na maioria dos estudos de morfogênese. Isto pode ser atribuído ao teor de matéria orgânica encontrado no solo (Tabela 1).

Segundo Duru e Ducrocq (2000), a influência do nitrogênio na TApF pode ser analisada como resultado da combinação de vários fatores, como comprimento de bainha, alongamento foliar e temperatura. Garcez Neto *et al.* (2002), em trabalho com quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 mg/dm<sup>3</sup>) e três intensidades de corte (5, 10 e 20 cm) em capim-mombaça, observaram aumentos de até 104% na TApF. De acordo com estes autores, o nitrogênio foi o principal responsável pelo aumento na TApF, que variou de 0,06 a 0,13 folhas/dia nas doses de 0 e 200 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio respectivamente. Martuscello *et al.* (2006), em experimento com capim-massai submetido a três frequências de corte e quatro doses de nitrogênio em casa de

vegetação, observaram variação de 0,059 na TApF em plantas sem adubação nitrogenada com frequência de corte de três folhas completamente expandidas e até 0,1275 folhas/dia para plantas recebendo 120 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio e com cinco folhas completamente expandidas.

As variações na TApF entre as estações são devidas aos fatores abióticos como a temperatura, que, de acordo com Da Silva (2008), estimula a atividade específica de meristemas ou pontos de crescimentos por meio de seu efeito coordenado, tanto sobre os processos de divisão como de expansão celular. Dessa maneira, quando submetidas a temperaturas crescentes, as plantas respondem aumentando suas taxas de aparecimento de folhas de forma linear. Por outro lado, o déficit de água que ocorreu no outono e inverno reduziu a TApF. A restrição ao crescimento da parte aérea constitui uma forma de “economia” de recursos, com alterações nos padrões de partição e distribuição de carbono na planta, permitindo que a planta realize uma melhor exploração dos recursos mais limitantes do meio.

O efeito da adubação nitrogenada sobre a TApF é discutido de forma bastante variável na literatura, o que pode estar relacionado a diferenças nos níveis de nitrogênio e nas intensidades de corte. De acordo com Oliveira *et al.* (2007), quando há alta disponibilidade de nitrogênio, ocorre aumento do crescimento da planta, com conseqüente alongamento dos entrenós, empurrando a folha nova para fora da bainha da folha precedente, o que pode causar aumento na TApF. Também, Skinner e Nelson (1995) demonstraram que o maior comprimento da bainha, ou seja, do pseudocolmo, promove menor taxa de aparecimento de folhas, o que pode ser explicado pela maior distância a ser percorrida pela folha até sua emergência.

Em relação à densidade, observou-se efeito linear, sendo a maior TApF registrada na densidade 49 plantas/m<sup>2</sup> no outono, inverno e primavera. Esse efeito em maiores densidades de plantas sobre a TApF pode ser atribuído à maior frequência de colheita, ao atingir a interceptação luminosa de 95%. Segundo Silva (2008), ritmos de crescimento mais acelerados associados com épocas do ano de maior disponibilidade de fatores de crescimento, como a primavera e verão, resultam em maior frequência de colheita das plantas, condição que resulta em renovação da população de plantas na área.

### 3.1.2 Filocrono

O filocrono reduziu linearmente ( $P < 0,01$ ) em função das doses de nitrogênio na primavera e no verão, e apresentou efeito quadrático das doses de nitrogênio no inverno, porém não foi influenciado ( $P > 0,10$ ) pelas densidades de plantas nestas estações. A densidade de plantas apresentou efeito linear negativo ( $P < 0,01$ ) e efeito linear negativo ( $P < 0,10$ ) da adubação nitrogenada no outono (Tabela 3).

Tabela 3 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação do filocrono em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 4,29612 - 0,00282794^{\circ}N - 0,0424107^{**}D$	0,62
Inverno	$\hat{Y} = 29,8968 - 0,193200^{**}N + 0,000385833^{\circ}N^2$	0,90
Primavera	$\hat{Y} = 24,9581 - 0,0653236^{**}N$	0,68
Verão	$\hat{Y} = 8,96646 - 0,0181039^{**}N$	0,53

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e  $^{\circ} P < 0,10$ .

Para plantas que não foram adubadas com nitrogênio na primavera, o filocrono foi de 24,95 dias/folha.perfilho e para plantas adubadas com 320 kg/ha foi de 4,05 dias/folha.perfilho. No verão, os valores foram menores, sendo 8,96 na ausência de aplicação de nitrogênio e com 320 kg/ha foi de 3,17 dias/folha.perfilho. O maior valor do filocrono no inverno está relacionado com a diminuição da temperatura, água, fotoperíodo e aumento do intervalo de cortes. Considerando o filocrono o inverso da TApF, seus valores aumentam no inverno, o que resulta em menor número de colheita nesta estação, cujos os efeitos são observados apenas na estação seguinte (primavera). Assim, os efeitos do inverno são associados aos altos valores de filocrono registrados na primavera.

No outono, com densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup> e 320 kg/ha de nitrogênio o valor do filocrono foi de 3,00 dias/folha.perfilho e para o tratamento com 49 plantas/m<sup>2</sup>, com a mesma adubação, o valor foi de 1,31 dias/folha.perfilho. Esta redução do filocrono com a adubação nitrogenada é devida ao efeito positivo sobre a TApF. Martuscello *et al.* (2006) verificaram, em plantas de capim-massai, influência tanto da adubação nitrogenada quanto do regime de desfolhação sobre o filocrono, que diminuiu nas doses mais altas e nas menores frequências de desfolhação. De acordo com esses autores, a

redução do filocrono com a adubação nitrogenada resulta do efeito do nitrogênio sobre o crescimento das plantas, conferindo maior capacidade de rebrotação, visto que, após a desfolhação, a rápida recuperação de seu aparato fotossintético pode possibilitar a sobrevivência da planta ou não na comunidade vegetal.

Oliveira *et al.* (2007), avaliando intensidade de cortes e combinações de nutrientes em capim-tanzânia, não observaram efeito de interação entre adubação e intensidade sobre o filocrono e a TApF. No entanto, as combinações com nitrogênio proporcionaram menor filocrono, sendo os valores de 4,68, 5,03 e 5,42 dias/folha para as adubações com NK, NP e NPK, respectivamente, e 6,92 dias/folha para as plantas que não receberam adubo. Alexandrino *et al.* (2004), avaliando o filocrono em *B. brizantha*, verificaram que, com o aumento das doses de nitrogênio, o filocrono reduziu de 12,20 para 6,99 dias nas plantas adubadas com 0 a 40 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio, respectivamente. Como o número de folhas vivas por perfilho é definido pela espécie (FULKERSON; SLACK, 1995), pode-se inferir que plantas adubadas com nitrogênio atingem seu número máximo de folhas vivas por perfilho mais precocemente em relação às não adubadas, o que possibilita colheitas mais frequentes e evita perdas por senescência foliar (ALEXANDRINO *et al.*, 2004).

Neste trabalho os valores de filocrono evidenciaram a importância do nitrogênio na redução do tempo para o aparecimento de duas folhas sucessivas, uma vez que aumentou a produção de novas células, demonstrando reflexo positivo no número de folhas por planta. Esse fato tem relevância, pois as folhas são a parte da planta com maior valor nutritivo.

### **3.1.3 Taxa de alongamento foliar**

A taxa de alongamento foliar (TAIF), nas estações primavera e verão, foi influenciada linear e positivamente ( $P < 0,01$ ), tanto pela adubação nitrogenada quanto pela densidade de plantas (Tabela 4). Também no inverno, a TAIF foi influenciada de forma linear positiva, tanto pela adubação nitrogenada ( $P < 0,05$ ) quanto pela densidade de plantas ( $P < 0,01$ ), e de forma linear negativa ( $P < 0,05$ ) apenas pela adubação nitrogenada no outono. Porém, não se observou interação entre esses fatores em nenhuma das estações.

No inverno, o capim-mombaça cultivado com 9 plantas/m<sup>2</sup> e sem adubação nitrogenada não apresentou TAIF detectável. Já na dose de 320 kg/ha com

49 plantas/m<sup>2</sup>, a TAlF foi de 2,28 cm/dia. Na primavera, na ausência de aplicação de nitrogênio e com 9 plantas/m<sup>2</sup>, a TAlF foi de 0,57 cm/dia e na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup> foi de 2,93 cm/dia, o que representa um aumento de 414%. Observa-se que a TAlF foi nula no inverno, possivelmente pela presença de fatores climáticos

Tabela 4 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para TAlF em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou das doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 1,5527 - 0,0022492 * N$	-
Inverno	$\hat{Y} = -0,347251 + 0,00349957 * N + 0,0308480 ** D$	0,64
Primavera	$\hat{Y} = 0,346900 + 0,0043288 ** N + 0,0251064 ** D$	0,77
Verão	$\hat{Y} = 1,36317 + 0,00465976 ** N + 0,0116712 ** D$	0,89

\*\* P < 0,01; \* P < 0,05, e ° P < 0,10.

desfavoráveis ao crescimento das plantas. A diminuição do crescimento da parte aérea da planta constitui uma economia que, associada a padrões de partição e distribuição de carbono na planta, permite a população de plantas realizar melhor exploração dos recursos disponíveis. O efeito prejudicial do estresse hídrico sobre as plantas forrageiras é manifestado pela redução no peso da massa seca, no retardamento do alongamento foliar e na emergência de inflorescência. Segundo Drumond (2005), o número de folhas novas diminui sob deficiência hídrica. Por outro lado, mesmo com baixa disponibilidade, o nitrogênio promoveu efeito na taxa de alongamento foliar, o que a longo prazo afeta o crescimento da planta na estação seguinte, incrementando sua qualidade e diminuindo possíveis problemas do período de “transição seca-água”.

No verão, na ausência de aplicação de nitrogênio e com 9 plantas/m<sup>2</sup>, a TAlF foi de 1,47 cm/dia e, na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup> foi de 3,42 cm/dia. Em relação à estação anterior (primavera), com a maior dose de nitrogênio e maior densidade de plantas, o aumento na taxa de aparecimento de folha foi de 16%.

A TAlF aumenta rapidamente com o aumento da temperatura até alcançar a estabilização ou um leve declínio em altas temperaturas (GASTAL *et al.*, 1992), o que foi observado no verão e na primavera. A ocorrência de maior TAlF nas maiores densidades pode ser explicada pelo fato de que plantas em dosséis mais densos tendem ao maior alongamento foliar para tentar buscar maior interceptação de luz nas condições de competição. Os aumentos promovidos pelas doses de nitrogênio foram superiores aos causados pelas densidades de plantas (Tabela 4), o que sugere maior efeito do

nitrogênio no processo de produção de folhas em pastos de capim-mombaça. Assim, aumentos promovidos pela aplicação de 320 kg/ha de nitrogênio no verão, em relação a ausência de aplicação, foram de 103, 96 e 88% para as densidades de 9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente, enquanto, com o aumento da densidade de plantas de 9 para 49 plantas/m<sup>2</sup>, os acréscimos foram de 16, 11, 9, e 8%, respectivamente, para a ausência de adubação e para as doses de 80, 160 e 320 kg/ha de nitrogênio.

A taxa de alongamento foliar é uma das características morfológicas mais influenciadas pela adubação nitrogenada (GARCEZ NETO *et al.*, 2002; MARTUSCELLO *et al.*, 2005; MARTUSCELLO *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2007; PATÊS *et al.*, 2007) e na maioria dos trabalhos a resposta da TAlF a doses de nitrogênio é linear e positiva.

Gomide (1997), utilizando dose de 150 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio na avaliação da morfogênese do perfilho principal de quatro cultivares de *P. maximum* durante a rebrotação, observou TAlF média de 66,57 mm/dia. Martuscello *et al.* (2005), em capim-xaraés adubado com quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg/dm<sup>3</sup>), registraram aumento de até 37% na taxa de alongamento foliar na dose mais alta. Martuscello *et al.* (2006) observaram influência linear positiva do nitrogênio sobre a TAlF em capim-massai cultivado em casa de vegetação, que apresentou aumento de 64% no alongamento das folhas na dose de 120 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio em relação à ausência de adubação nitrogenada. Garcez Neto *et al.* (2002), no entanto, verificaram efeito quadrático das doses de nitrogênio sobre a TAlF de capim-mombaça cultivado em casa de vegetação, uma vez que a resposta da aplicação de 50, 100 e 200 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio ocasionou aumentos médios de 52, 92 e 133% na TAlF em relação à ausência de adubação, o que confirma a importância desse nutriente sobre essa variável. De acordo com Marschner (1995), o nitrogênio faz parte da estrutura de diversos compostos essenciais ao crescimento de plantas, pode estimular o desenvolvimento de folhas, colmos e raízes, e sua deficiência pode reduzir tanto a divisão quanto a expansão celular, o que afeta diretamente o alongamento de folhas.

### **3.1.4 Taxa de alongamento de pseudocolmo**

A taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC) apresentou efeito linear negativo ( $P < 0,01$ ) somente para densidade de plantas no outono. No inverno não houve efeito ( $P > 0,10$ ) e na primavera houve efeito linear positivo ( $P < 0,01$ ) somente

para doses de nitrogênio. No verão, a TAIPC foi influenciada linear positivamente tanto pelas doses de nitrogênio como pelas densidades de plantas (Tabela 5).

Tabela 5 – Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para TAIPC em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 3,1905 - 0,040936^{**}D$	0,37
Inverno	$\hat{Y} = 0,02$	ns
Primavera	$\hat{Y} = 0,018330 + 0,0010501^{**}N$	0,72
Verão	$\hat{Y} = 0,057872 + 0,0019630^{**}N + 0,00431894^{\circ}D$	0,81

\*\* P < 0,01; \* P < 0,05; ns = não significativo; e ° P < 0,10.

No verão, a TAIPC com ausência de aplicação de nitrogênio e com 9 plantas/m<sup>2</sup> foi de 0,09 cm/dia e na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup> foi de 0,89 cm/dia. O nitrogênio é importante para a produtividade de gramíneas forrageiras, pois influencia características como tamanho das folhas e dos colmos e aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, diretamente relacionadas à produção de massa seca do pasto (WERNER, 1986). Além disso, o nitrogênio também pode estimular o rápido desenvolvimento das plantas no dossel forrageiro e com maior sombreamento de perfilhos, condição ambiental que resulta da TAIPC para expor parte do aparato fotossintético mais ativa (folhas mais jovens) à luz.

Quando a colheita da forragem é realizada com 95% de IL, como neste experimento, espera-se que o alongamento de pseudocolmo seja reduzido, porém o aumento do número de colheitas nas doses mais elevadas pode ter causado efeito positivo sobre a TAIPC, uma vez que as parcelas com mais nitrogênio se recuperaram mais rapidamente após o corte.

Os resultados na literatura relativos à TAIPC têm sido bastante contraditórios. A ausência de efeito do nitrogênio sobre a TAIPC está, muitas vezes, associada ao alto coeficiente de variação, normalmente observado para essa característica. Oliveira *et al.* (2007), em experimento com capim-tanzânia em casa de vegetação submetido a intensidades de corte e combinações de adubação com nitrogênio, fósforo (P) e potássio (K), com frequência de cortes em intervalos de 35 dias, observaram maior comprimento do pseudocolmo na forrageira com adubação nitrogenada.

Em relação à densidade, o aumento na TAIPC do capim-mombaça pode ser atribuído à maior competição por luz, uma vez que as plantas tendem a alongar o colmo para facilitar a captação da radiação fotossinteticamente ativa pelas folhas, mesmo com 95% de IL. Resultados semelhantes foram encontrados por Braz (2008), em experimento com capim-tanzânia estabelecido.

### 3.1.5 Taxa de senescência foliar

A taxa de senescência foliar (TSeF) apresentou efeito linear positivo tanto para adubação nitrogenada ( $P < 0,01$ ) quanto para densidades de planta ( $P < 0,10$ ) em todas as estações, sem interação entre os fatores em nenhuma estação (Tabela 6).

Tabela 6 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para a taxa de senescência foliar (TSeF) em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 0,5725 + 0,000952511^{**}N + 0,00351297^{\circ}D$	0,56
Inverno	$\hat{Y} = 0,9472 + 0,0010303^{**}N + 0,00390653^{\circ}D$	0,56
Primavera	$\hat{Y} = 0,3719 + 0,00106071^{**}N + 0,0039309^{\circ}D$	0,59
Verão	$\hat{Y} = 0,3250 + 0,00097023^{**}N + 0,0042763^{\circ}D$	0,55

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$  °  $P < 0,10$ .

No outono, na ausência de aplicação de nitrogênio com 9 plantas/m<sup>2</sup> a TSeF foi de 0,60 cm/dia e, na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup> foi de 1,05 cm/dia, representando aumento de 75%. No inverno, na ausência de aplicação de nitrogênio com 9 plantas/m<sup>2</sup> a TSeF foi de 0,98 cm/dia e, na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup> foi de 1,47 cm/dia, representando aumento de 50%. Já na primavera, na ausência de aplicação de nitrogênio com 9 plantas/m<sup>2</sup> a TSeF foi 0,41 cm/dia e, na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup> foi de 0,90 folhas/dia, ocorrendo aumento de 119%, e no verão, a TSeF sem aplicação de nitrogênio e com 9 plantas/m<sup>2</sup> foi de 0,36 cm/dia e, na dose de 320 kg/ha com 49 plantas/m<sup>2</sup>, foi de 0,84 folhas/dia, representando aumento de 133%.

Observou-se com o decorrer das estações primavera, verão, outono e inverno aumento na TSeF, o que provavelmente decorre das variações nos fatores climáticos ao longo das estações, resultado do maior índice de precipitação pluvial durante o verão

(Figura 1), acelerando o fluxo de tecidos e propiciando elevada TSeF durante o outono-inverno.

Quando há limitação dos fatores abióticos (temperatura, umidade, luminosidade e fotoperíodo), a TSeF foliar tende a ser menos influenciada tanto pelas doses de nitrogênio quanto pela densidade de plantas, fato observado no inverno onde a limitação desses fatores é maior. Portanto, fatores abióticos influenciam a TSeF em sistemas de corte ou pastejo intermitente, devido às variações desses fatores e aos períodos de desfolhação. Assim, antes do corte ou do pastejo, as folhas dos estratos mais baixos estavam adaptadas à reduzida intensidade luminosa, o que provavelmente resulta em baixa taxa de fotossíntese e alta respiração. Com a retirada de parte das folhas pelo pastejo ou corte, as folhas remanescentes ficam expostas a condições de alta luminosidade. Nesta situação, a recuperação do dossel forrageiro após o corte poderia influenciar na necessidade de remobilização dos nutrientes, para que fossem utilizados na reconstituição da área foliar da forrageira, que apresenta baixa capacidade de aproveitamento dos nutrientes do solo durante o estágio inicial de rebrotação.

Após aplicação de fertilizante nitrogenado a quantidade de perdas de tecido foliar por senescência aumentará quando comparado com os relvados não adubados, se este não for severamente desfolhado antes do período de tempo correspondente à duração de vida da folha média da espécie da comunidade. Dessa forma, podem ocorrer efeitos adversos na produção animal como consequência do acúmulo excessivo de tecido foliar morto quando o método de manejo não é bem controlado (períodos fixos) e não são utilizados fertilizantes nitrogenados.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gomes *et al.* (2007), trabalhando com capim-aruana em doses crescentes de nitrogênio de 0 a 750 kg/ha, observaram-se valores de TSeF que variaram de 0,94 a 1,05 cm/dia no verão, respectivamente. A TSeF é um indicativo do ajuste da frequência de desfolhação do dossel, pois um pasto manejado para alta eficiência de uso da forragem produzida deve prevenir a senescência de folhas formadas na rebrotação, ou seja, deve apresentar uma TSeF igual ou próxima de zero, que ocorre com o manejo aos 95% de IL. Embora a elevação da dose de nitrogênio acelere o metabolismo da planta, aumentando o crescimento dos tecidos, aumenta também as perdas por senescência que podem ser reduzidas pela diminuição do período de descanso com colheita de forragem de melhor qualidade.

Wilman *et al.* (1977) verificaram que o número de folhas que morreu foi maior quando o intervalo de colheita aumentou, e o nitrogênio tendeu a elevar o número de

folhas mortas, com o aumento do intervalo de cortes, mas não apresentou efeito em intervalos curtos. Segundo esses autores, a primeira folha a emergir no perfilho marcado permaneceu verde, em média, durante 29 dias; a segunda folha, durante 39 dias; e o potencial de vida da terceira folha surgida foi ainda maior que o da segunda.

Martuscello *et al.* (2006) observaram correlação negativa de 0,48 entre a DVF e a TSeF do capim-massai. De acordo com esses autores, a TSeF aumentou com a adubação nitrogenada e com a redução do número de folhas expandidas antes da colheita. Assim, as plantas sem adubação com nitrogênio apresentaram baixa TSeF para permanecerem vivas, em razão de seu reduzido metabolismo.

Em relação à densidade de plantas, observou-se aumento na TSeF à medida que se eleva o número de plantas/m<sup>2</sup>. De acordo com Guilherme (2000), uma redução considerável no crescimento de espécies, tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultante de competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período de tempo. O arranjo equidistante de plantas minimiza o autossombreamento e retarda o início da competição intraespecífica por recursos do solo, levando a uma eficiência máxima na captura e uso de recursos por uma cultura livre de invasoras. Em dosséis muito densos, além da baixa intensidade luminosa, a luz que chega à base da touceira também é de qualidade inferior, pois é “filtrada” nos estratos superiores do dossel, aumentando assim a TSeF.

### 3.1.6 Duração da vida da folha

A adubação nitrogenada e a densidade de plantas não tiveram efeito ( $P > 0,10$ ) sobre a duração de vida da folha (DVF) no outono e inverno, porém a adubação influenciou linear negativamente na primavera ( $P < 0,01$ ) e no verão ( $P < 0,05$ ) (Tabela 7).

Tabela 7 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação da duração de vida das folhas em plantas de capim-mombaça, em função das doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 23,67$	-
Inverno	$\hat{Y} = 67,33$	-
Primavera	$\hat{Y} = 109,258 - 0,249040^{**}N$	0,74

\*\* P < 0,01; \* P < 0,05; e ° P < 0,10.

Observa-se que na primavera, com ausência de adubação, a DVF foi de 109 dias e com 320 kg/ha foi de 29 dias, uma diminuição de 275% de tempo de vida da folha. Já no verão, o efeito da adubação nitrogenada foi menor, apresentando redução de 92% em relação à ausência de adubação e a maior dose de nitrogênio aplicada.

A maior DFV na ausência de aplicação de nitrogênio ocorre em detrimento da expansão de novas folhas. Por outro lado, com a adubação nitrogenada a DVF reduz, acelerando conseqüentemente o processo de senescência. Segundo Martuscello *et al.* (2005), a redução na duração de vida das folhas com a adubação nitrogenada pode ser explicada pela maior renovação de tecidos nas plantas.

Martuscello *et al.* (2006) também observaram influência linear negativa, tanto da adubação nitrogenada como da frequência de desfolhação, na DVF de capim-massai, que variou de 45 dias, para as plantas sem adubação nitrogenada colhidas com quatro folhas, há 33 dias, para as plantas adubadas com 120 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio, também colhidas com quatro folhas. Por outro lado, Oliveira *et al.* (2007) registraram aumentos na DVF em resposta à adubação nitrogenada e potássica combinadas, com valores de 28,5 e 28,0 dias para as combinações de NK e NPK, respectivamente, e 20,3 dias para as plantas que não foram fertilizadas.

De fato, os resultados encontrados na literatura envolvendo a DVF são bastante contrastantes. Isto pode ser em decorrência de variações no meio, ou seja, em ambientes de maior densidade de plantas em parcelas ou pastagens, quando o efeito da competição e do autossombreamento se torna mais importante para esta variável, que tende a diminuir com o aumento do suprimento de nitrogênio, o que difere das condições em casa de vegetação.

De acordo com Nabinger (1997), o conhecimento da duração da vida da folha é fundamental para o manejo da pastagem, pois essa variável funciona como indicador para determinação da intensidade de pastejo em lotação contínua ou da frequência de pastejo rotativo.

### 3.1.7 Número de folhas vivas por perfilho

O número de folha vivas (NFV) não apresentou efeito das doses de nitrogênio e das densidades de plantas no outono e inverno, mas foi influenciada linear e positivamente pelas doses de nitrogênio ( $P < 0,01$ ) no verão. Já na primavera, a NFV apresentou efeito tanto das doses de nitrogênio quanto da densidade de planta ( $P < 0,01$ ) e não houve interação entre os fatores (Tabela 8).

Tabela 8 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação do número de folhas vivas (NFV) em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 5,55$	ns
Inverno	$\hat{Y} = 3,20$	ns
Primavera	$\hat{Y} = 4,0054 + 0,00308284^{**}N + 0,0245511^{**}D$	0,67
Verão	$\hat{Y} = 5,2165 + 0,00299107^{**}N$	0,41

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e °  $P < 0,10$ .

Observa-se que o NFV no verão (Tabela 8), na ausência de adubação, foi de 5,21 folhas e com 320 kg/ha foi de 6,17 folhas, representando aumento de 18,42%. Na primavera, na ausência de adubação, o NFV foi de 4,22 folhas e com 320 kg/ha de nitrogênio foi de 6,29 folhas.

O efeito do nitrogênio no NFV está em consonância com os resultados de Garcez Neto *et al.* (2002), em experimento com capim-mombaça em casa de vegetação, no qual observaram efeitos quadrático e linear positivo da adubação nitrogenada sobre o número total de folhas e sobre o número de folhas verdes, respectivamente. Também, Martuscello *et al.* (2006) observaram efeito linear da adubação nitrogenada sobre o NFV, que aumentou de 4,00 para 5,77 nas doses de 0 a 120 mg/dm<sup>3</sup> de nitrogênio, respectivamente, mas não foi influenciado pelo regime de desfolhação. Avaliando o efeito da adubação nitrogenada em algumas características estruturais em capim-elefante cv. Anão sob o pastejo, Setelich *et al.* (1998) verificaram que doses crescentes de nitrogênio permitiram sustentar maior número de folhas vivas por perfilho.

Patês *et al.* (2007), no entanto, observaram interação nitrogênio × fósforo no NFV do capim-tanzânia, uma vez que as plantas adubadas com 100 kg/ha de nitrogênio responderam de forma linear negativa ao aumento na dose de fósforo, com 4,7, 4,1, 2,5

e 2,2 folhas vivas por perfilho para as doses 0, 50, 100 e 150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Segundo esses autores, ao reduzir o NFV e aumentar o número de perfilhos, o nitrogênio criou uma condição favorável ao surgimento de novas folhas, o que pode funcionar como mecanismo de compensação, uma vez que isso permite à planta responder rapidamente às mudanças no sistema de desfolhação. Este mecanismo pode ser acionado em decorrência do tempo limitado de vida da folha, determinado por características genéticas e influenciado por condições de clima e manejo.

No campo, as variáveis ambientais atuam simultaneamente no crescimento da gramínea, intensificando os efeitos do clima nas características morfogênicas. Assim, os efeitos causados pelo déficit hídrico podem estar associados a outros fatores, como temperaturas supraótimas ou redução na disponibilidade de nutrientes, que normalmente se verificam em condições de limitação hídrica (NABINGER; PONTES, 2001).

### 3.1.8 Número de perfilhos totais por touceira

O número de perfilhos por touceira (NPT) decresceu linearmente ( $P < 0,01$ ), em função das densidades de planta nas estações outono e inverno, enquanto na primavera foi influenciado linear e positivamente pelas doses de nitrogênio ( $P < 0,10$ ) e linear e negativamente pela densidade de planta ( $P < 0,01$ ), não havendo interação entre os fatores. No verão, o NPT foi influenciado de forma quadrática e positiva pelas doses de nitrogênio ( $P < 0,10$ ) e linear e negativamente pela densidade de planta ( $P < 0,01$ ), não havendo interação entre os fatores (Tabela 9).

Tabela 9 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação do número de perfilhos por touceira (NPT) em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 20,0515 - 0,177563^{**}D$	0,61
Inverno	$\hat{Y} = 29,2370 - 0,339090^{**}D$	0,66
Primavera	$\hat{Y} = 33,8567 + 0,0217262^{\circ}N - 0,375343^{**}D$	0,67
Verão	$\hat{Y} = 33,5677 + 0,12210^{*}N - 0,000271563^{\circ}N^2 - 0,36382^{**}D$	0,71

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e °  $P < 0,10$ .

Na primavera observou-se que em ausência de adubação nitrogenada e com densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup> (Tabela 9) o NPT foi de 30,48 e com 320 kg/ha e mesma

densidade de plantas foi de 37,43 perfilhos. Segundo Langer (1972), a alta intensidade luminosa favorece o perfilhamento em muitas espécies. Assim, a relação linear negativa da NPT com as densidades de planta provavelmente decorreu da maior competição nas maiores densidades, uma vez que, neste caso, a baixa luminosidade na base do dossel de capim-mombaça interfere negativamente no perfilhamento. Cada folha tem em sua axila uma gema que, dependendo das condições, pode se desenvolver dando origem a um novo perfilho. Skinner e Nelson (1994) relataram que diferenças de taxa de aparecimento de folhas afetam o número de perfilhos por planta. Desse modo, o número de folhas no perfilho determina o potencial de perfilhamento de uma planta, conforme o conceito de *site filling* (DAVIES, 1971).

Nabinger e Pontes (2001) sugerem que, para manter o desenvolvimento do perfilho em condições que limitam a disponibilidade do carbono, parece lógico que a economia de assimilados comece pela redução do perfilhamento, passando por decréscimos no tamanho da folha e pela sua menor duração de vida.

O maior número de perfilhos totais por touceira no verão em relação às demais estações é devido à maior disponibilidade de fatores abióticos água, temperatura, luminosidade e fotoperíodo. Também vale destacar diminuição no número de perfilhos na maior dose de nitrogênio utilizada.

Os maiores NPT foram observados na densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup>, o que sugere que, pastagens estabelecidas sob baixas densidades de semeadura, tendem a aumentar o número de perfilhos por touceira para ocupar os espaços vazios. Com isso, a redução no NPT com o aumento da densidade de plantas pode ser explicada pelo efeito da redução na luminosidade e na limitação da disponibilidade de nutrientes. O maior NPT por touceira foi observado para a densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup>, independentemente da dose de nitrogênio.

A aplicação de 320 kg/ha de nitrogênio em relação à ausência de aplicação promoveu aumento médio de 107% no NPT no verão, o que pode ser explicado pela capacidade desse nutriente em aumentar o perfilhamento (DAVIES, 1971; LANGER, 1979; WHITEHEAD, 1995). O aumento no número de perfilhos sob alta disponibilidade de nitrogênio confirma a importância desse nutriente para a perenidade dos pastos e para o acúmulo de massa seca, uma vez que a produção de forragem é condicionada pela população de perfilhos (NELSON; ZARROUGH, 1981).

Lavres Jr. *et al.* (2004) também observaram efeito quadrático das doses de nitrogênio sobre o número de perfilhos em capim-aruaana, no qual o número máximo de

perfilhos após o primeiro corte foi na dose de 373 mg/L de nitrogênio, enquanto após o segundo corte a dose que mais estimulou o perfilhamento foi de 299 mg/L.

Da mesma forma,, Braz (2008) observou efeito tanto do nitrogênio quanto das densidades de planta em experimento com capim-tanzânia na “estação das águas”. Na ausência de aplicação e nas doses de 80, 160 e 320 kg/ha de nitrogênio o NPT foi, respectivamente, de 38, 47, 57 e 78 na densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup>. Na densidade de 25 plantas/m<sup>2</sup>, na ausência de aplicação e nas doses de 80, 160 e 320 kg/ha de nitrogênio, o NPT foi de 29, 36, 44 e 60. A redução do NPT da densidade de 9 para a de 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup> foi, em média, 23 e 20%, respectivamente.

### 3.2 Dinâmica de perfilhamento

#### 3.2.1 Taxa de aparecimento de perfilhos totais

Para a taxa de aparecimento de perfilhos totais (TApPT) observou-se efeito linear positivo somente da adubação nitrogenada no outono e inverno ( $P < 0,05$ ) (Tabela 10).

Tabela 10 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para taxa de aparecimento de perfilhos totais (TApPT) em plantas de capim-mombaça, em função das doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 34,9087 + 0,034696 * N$	0,41
Inverno	$\hat{Y} = 9,8402 + 0,0123350 * N$	0,33
Primavera	$\hat{Y} = 24,40$	-
Verão	$\hat{Y} = 23,72$	-

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e °  $P < 0,10$ .

A ausência de efeito das densidades de planta na TApPT não era prevista neste estudo, uma vez que a alta intensidade luminosa favorece o perfilhamento em muitas espécies. Quando as plantas formam dosséis espaçados, onde a competição por nutrientes ainda não é tão alta, a TApF configura sua importância na produção de perfilhos. Em condições de dosséis muito densos, o perfilhamento normalmente é inferior ao potencial da TApF, o que caracteriza o efeito de forte competição entre indivíduos por assimilados e luz, e define o conceito de *site filling* (SKINNER; NELSON, 1992).

Entretanto, deve-se destacar que a forrageira estava em processo de adaptação e formação do relvado, o que pode ter interferido na dinâmica populacional de perfilhos e na idade da população de perfilhos, visto que o número de touceiras no processo de introdução do manejo do pasto ainda não estava estabilizado, existindo muitos espaços vazios e tamanhos de touceiras diferentes, influenciando assim tanto nas características morfogênicas e estruturais como na dinâmica do perfilhamento.

Na estação do outono a TApPT com ausência de aplicação de nitrogênio foi de 34,90% e com 320 kg/ha, o valor foi de 46,01%. No inverno houve aumento da TApPT na maior dose aplicada (320 kg/ha) em relação à ausência de aplicação de nitrogênio, com valores de 9,84 e 38,84%, respectivamente, sendo menores devido à redução na temperatura e na precipitação. Porém, o efeito do nitrogênio foi maior, comparado ao da estação outono, sendo responsável por aumento de 294%. Observa-se que o nitrogênio influencia a densidade de perfilhos e, conseqüentemente, a produção de massa seca. O primeiro efeito do nitrogênio é promover o aparecimento de perfilhos. Num segundo momento, o efeito é fortalecer os perfilhos existentes, ou seja, torná-los mais vigorosos (CARÁMBULA, 1981). De acordo com Lemaire (1985), deficiências de nitrogênio determinam baixos valores de ocupação de sítios e mantêm a taxa de aparecimento de perfilhos abaixo dos seus valores potenciais, mesmo em dosséis com baixo índice de área foliar.

Langer (1963) relata que a produção de perfilhos de *Phelum pratense* foi grandemente influenciada pelo P e K, mas a resposta a estes elementos dependeu da dose aplicada. Sarmiento *et al.* (2005), ao trabalharem com IPR-86 Milênio (cultivar de *Panicum*), evidenciaram a ocorrência de resposta quadrática no número de perfilhos do capim-mombaça às doses de nitrogênio (0, 150, 300 e 450 kg/ha.ano), em todos os ciclos de pastejo utilizados. As densidades máximas estimadas de perfilhos foram de 239, 194 e 138 perfilhos/m<sup>2</sup>, com doses de 275, 295 e 220 kg/ha de nitrogênio durante três ciclos de pastejo seguidos.

### **3.2.2 Taxa de mortalidade de perfilhos totais**

A taxa de mortalidade de perfilhos totais (TMoPT) no dossel de capim-mombaça ao longo do período experimental não foi influenciada pela aplicação de nitrogênio e densidades de planta, tendo sido observados valores médios de 15,80, 10,85, 14,49 e 18,31 no outono, inverno, primavera e verão, respectivamente

A ausência de efeito do nitrogênio e das densidades de planta na taxa de mortalidade de perfilhos não era prevista neste estudo, pois a ação desse nutriente está relacionada à diminuição no tempo de vida do perfilho, uma vez que o nitrogênio acelera não só o processo de acúmulo de forragem, mas também a senescência. Com o manejo de colheitas aos 95% de IL neste experimento, esperava-se que a taxa de mortalidade de perfilhos totais fosse reduzida. Em relação à densidade de plantas, Barbosa *et al.* (1997) observaram menor mortalidade de perfilhos à medida que aumentaram o intervalo de corte ou de colheita, resultado justificado pelo alongamento do pseudocolmo, que deixou o meristema apical em posição mais susceptível à remoção.

Em relação às estações, observou-se maior valor de TMoPT na primavera e menor valor no inverno. A não significância da TMoPT para ambas as variáveis avaliadas pode ser atribuída ao que se discutiu anteriormente em relação à TApPT, sobre pastagem em processo de adaptação e formação do relvado, que, provavelmente, influenciou a dinâmica do perfilhamento do capim-mombaça.

#### **4. Conclusões**

A taxa de aparecimento, alongamento, produção de folhas e perfilhamento do capim-mombaça aumentaram e o filocrono e a duração de vida reduziu com a adubação nitrogenada, no período de estabelecimento da forrageira manejada com 95% de interceptação luminosa.

A adubação nitrogenada e a densidade de plantas no estabelecimento do capim-mombaça, manejado com 95% de interceptação luminosa, aumentaram o fluxo de biomassa.

Independentemente da adubação nitrogenada e da densidade de plantas aplicada, plantas de capim-mombaça paralisaram o seu desenvolvimento durante o inverno, estação seca do ano, e apresentaram aumentos expressivos no fluxo de biomassa durante o verão.

#### **5. Referências bibliográficas**

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da

*Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

BARBOSA, M. A. A. F.; CECATO, V.; ONORATO, W. M. *et al.* Estudo de perfilhamento do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997.

BRAZ, T. G. S. **Características morfológicas e estruturais do capim-tanzânia sob doses de nitrogênio e densidades de plantas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CARÁMBULA, M. **Producción de semillas de plantas forrageiras**. Montivideo: Editorial Agropecuária, 1981. 518 p.

DAVIES, A. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. *J. Agric. Sci.*, v. 77, p. 123-134, 1971.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagem**. Uberaba: L.C.D. Drumond, 2005. 210 p.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. *Annals of Botany*, v. 85, p. 645-653, 2000.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p. (Produção de Informação).

FULKERSON, W. J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and Forage Science*, v. 50, p. 16-20, 1995.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J. Avaliação de características morfológicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD ROM.

GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; HERLS, P. O. The effects of nitrogen and the growing season on photosynthesis of fieldgrown tall fescue canopies. *Annals of Botany*, v. 72, p. 401-408, 1992.

GOMES, F. H. T.; POMPEU, R. C. B. F.; LOPES, M. N. *et al.* Acúmulo de forragem de capim-aruana com níveis crescentes de N. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2006. Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. CD-ROM (Forragicultura).

GOMIDE, C. A. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de Panicum maximum (Jacq.)**. 1997. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GUILHERME, F. A. G. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria. Brasília-DF, **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 60-66, 2000.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley e Sons, 1990. 203 p.

LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abst.**, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. London: Edward Arnold (Studies in Biology, 34), 1972. 60 p.

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. 2. ed. London: Edward Arnold, 1979. 78 p.

LAVRES JR., J.; FERRAGINE, M. D. C.; GERDES, L. *et al.* Yield components and morphogenesis of Aruana grass in response to nitrogen supply. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 6, p. 632-639, 2004.

LEMAIRE, G. **Cinétique de croissance d'un peuplement de féruque élevée pendant l'hiver et le printemps**. 96 p. 1985. Thèse Doctorat d'État. Université de Caen, France, 1985.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. CAB International, 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY, 1., 1999. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 165-183.

MARCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V. Características morfogênicas e estruturais de capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.5, p. 1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.) In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997. Piracicaba, SP **Anais...** Piracicaba, SP :FEALQ, 1997, p. 213-251.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.

NELSON, C. J.; ZARROUGH, K. M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, BIENNIAL SYMPOSIUM, 1., 1981. Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: British Grassland Society, 1981. p. 25-29.

OLIVEIRA, A. B.; PIRES, A. J. V.; MATOS NETO, U. *et al.* Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; SILVA, C. C. F. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1736-1741, 2007.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L. R. A.; LUGÃO, S. M. B. *et al.* Respostas agrônômicas e morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob pastejo, à adubação nitrogenada. **Boletim da Indústria Animal**, v. 62, p. 333-346, 2005.

SETELICH, E. A.; ALMEIDA, E. X. Adubação nitrogenada e variáveis morfogênicas em capim-elefante anão cv. Mott sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu-SP: SBZ, 1998. p. 152-154.

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.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Role of leaf appearance rate and the coleoptile tiller in regulating tiller production. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 1, p. 71-75, 1994.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p. (Boletim Técnico, 18).

WHITEHEAD, D.C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 1995. 397 p.

WILMAN, D., DROUSHITOTIS, D., MZAMANE, M.N., SHIM, J.S. The effect of interval between harvests and nitrogen application on initiation, emergence and longevity of leaves, longevity of tillers and dimensions and weight of leaves and stems in Lolium. **Journal of Agriculture Science**, v. 89, p. 65-79, 1977.

## Artigo 2

### **Acúmulo de biomassa em plantas de capim-mombaça sob doses de nitrogênio e densidades de planta**

**Resumo:** Este experimento teve por objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada e da densidade de plantas na produtividade do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. mombaça) no período de estabelecimento. O trabalho foi realizado em área que pertence ao Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de março de 2008 a março de 2009. Foi utilizado delineamento experimental em blocos completos casualizados, com 12 tratamentos e três repetições, em esquema fatorial  $4 \times 3$ , com quatro doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 320 kg/ha.ano) e três densidades de plantas (9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>), avaliados nas quatro estações do ano. A colheita das plantas foi realizada a 30 cm acima do nível do solo, quando o dossel atingia 95% de interceptação luminosa (IL). Para avaliação da produtividade do capim-mombaça foram utilizadas as seguintes variáveis: altura do dossel aos 95% (IL), intervalo e número de colheitas, produção de massa seca total, massa seca total de lâminas, pseudocolmos e material morto e a composição morfológica da forragem produzida. A adubação nitrogenada aumentou a massa seca total, enquanto o aumento da densidade diminuiu a mesma no outono, inverno e verão. A massa seca total de lâmina apresentou queda de 19% no verão quando analisadas a menor e a maior densidade na adubação de 320 kg/ha. O nitrogênio aumentou a massa seca total de pseudocolmo no inverno e verão e diminuiu no outono, enquanto o aumento da densidade promoveu decréscimo na massa seca total de pseudocolmo no outono e inverno e aumento no verão. Para massa seca de material morto só foi observado efeito negativo para densidade no outono. Na análise da composição morfológica da forragem pode-se observar que no outono ocorreu maior acúmulo de pseudocolmo, enquanto no inverno esse acúmulo foi mínimo. A porcentagem de lâmina aumentou 88% entre a menor e a maior dose de nitrogênio na densidade 49 plantas/m<sup>2</sup>, enquanto a porcentagem de pseudocolmo reduziu com o aumento da densidade e da dose de nitrogênio, ambos no outono. Já no verão, a %PC aumentou proporcionalmente às doses de nitrogênio e às de densidades de plantas. A porcentagem de material morto não apresentou resultados significativos, tendo apenas sido influenciada negativamente pela densidade no outono e pelo nitrogênio na primavera. Apenas a densidade de plantas influenciou a altura do dossel na condição de 95% de IL. Já o número de colheitas aumentou com a adubação nitrogenada no outono, primavera e verão, mas teve efeito positivo da densidade apenas no outono, enquanto o intervalo de colheitas diminuiu com a adubação na primavera e verão. Pôde-se verificar que o nitrogênio contribuiu para maior produtividade do capim-mombaça, tanto por incrementar a produção em cada ciclo quanto por aumentar o número de ciclos. Observou-se ainda que a altura do dossel de capim-mombaça no estabelecimento para interceptar 95% de luz solar incidente foi proporcional à densidade de plantas, e que a adubação nitrogenada e a densidade de plantas do capim-

mombaça no estabelecimento tiveram efeitos expressivos sobre a estrutura do pasto e sobre os componentes morfológicos da planta ao longo das estações do ano.

**Palavras-chave:** altura; interceptação luminosa; produtividade.

### **Biomass accumulation on mombaça grass plants under nitrogen supplies and densities of plants**

**Abstract:** The objective with this experiment was to evaluate the effect of the nitrogen supplies and the density of plants in the morphogenic and structural characteristics of mombaça grass (*Panicum maximum* Jacq.) in the period of establishment in the Forragicultura Sector of the Department of Zootecnia of the Federal University of Viçosa, between March of 2008 and March of 2009. It was used an experimental delineation, with 12 treatments and two repetitions in a factorial arrangement  $4 \times 3$ , with four nitrogen supplies (absence of application, 80, 160 and 320 kg/ha.ano) and three densities of plants (9, 25 and 49 plantas/m<sup>2</sup>) evaluated in the four stations of the year. The plot was cut in 30 cm above of the level of the ground when the light interception reached 95%(IL). To evaluate the productivity of mombaça grass it was use the following rates: sward height to 95% (IL), interval and number of cuts, dry matter production, total dry matter of leaf blade, stem and dead material and the morphologic composition of the forage produced. The nitrogen supplies increased the dry matter production, while the increase of the density decreased the same one in the autumn, winter and summer. The total dry matter of leaf blade presented fall of 19% in the summer when analyzed the minor and bigger densities in the bigger nitrogen supply. The nitrogen increased the total dry matter of stem in the winter and summer and decreased it in the autumn, while the increase of the density promoted decrease in the total dry matter of steam in the autumn and winter and increase in the summer. The dry matter of dead material only had effect of the density in the autumn, but it was negative. In the analysis of the morphologic composition of the forage, it was observe that a bigger accumulation of stem occurred in the autumn, while in the winter this accumulation was minimum. The blade percentage increased 88% between the minor and bigger nitrogen supply in the biggest density, while the percentage of stem reduced with the increase of the density and the nitrogen supply, both in the autumn. However in Summer the rate of stem increased proportionally to the nitrogen supplies and the densities of plants. The rate of dead material didn't presented significant result, having only suffered negative influence of the density in the autumn and nitrogen in the spring. But the density of plants influenced the sward height in the condition of 95% of light interception. The number of cuts increased with the nitrogen supplies in the autumn, spring and summer, but it only had positive effect of the density in the autumn, while the interval of cuts decreased with the fertilization in the spring and summer. It was possible to observe that the nitrogen supplies increases the production of monbaça grass in each cycle. Also, it was observe that the sward height of mombaça grass in the period of establishment to intercept 95% of incident solar light is proportional to the density of plants, and that the nitrogen supplies and the density of plants of mombaça grass in the establishment have expressive effect on the structure morphologic components of the sward and the plants throughout the stations of the year.

**Keywords:** height; light interception; productivity.

## 1. Introdução

As cultivares de *Panicum maximum* Jacq. apresentam elevado potencial de produtividade e valor nutritivo. Porém, práticas inadequadas de manejo e perda de fertilidade dos solos contribuem para acentuada degradação de pastagens com essas forrageiras (SOUZA *et al.*, 1996). Esta condição das pastagens contribui para os índices de produtividade da pecuária brasileira muito aquém do seu potencial e que podem, em parte, ser minimizados com práticas de manejo que aumentem a eficiência da utilização da forragem produzida.

Muito se discute a respeito de quais variáveis seriam passíveis de controle para serem utilizadas na melhoria da eficiência e das práticas de manejo empregadas. Segundo Hodgson (1985), a utilização de variáveis arbitrarias, como taxa de lotação, pressão de pastejo e duração do período de descanso não podem ser consideradas como determinantes primários da produção de forragem ou do desempenho animal, uma vez que seus efeitos não são mediados por características do dossel que coletivamente determinam a condição e, ou, a estrutura do pasto (*sward state*).

Para Hodgson e Da Silva (2002), essas variáveis tornam-se, então, parte de uma estratégia de ação cujo objetivo é a manutenção do pasto com estrutura tida como ideal para determinado sistema de produção. No contexto de deficiência no manejo da pastagem a determinação do período de descanso, por exemplo, é feita em função de critérios cronológicos absolutos, como o número de dias de rebrotação. Entretanto, em virtude das variações nas taxas de crescimento do pasto e da estacionalidade da produção forrageira, esse critério não seria a melhor recomendação a ser adotada. Acredita-se que propostas de manejo que respeitam a fenologia e a fisiologia de cada espécie possam promover incrementos substanciais na produtividade e na perenidade do pasto (BARBOSA, 2004).

A partir da década de 2000, as pesquisas visando o controle das condições e, ou, da estrutura do dossel forrageiro, para entrada e saída dos animais na pastagem (pré e pós-pastejo), vêm se intensificando, o que tem revelado resultados bastante promissores

para a melhoria do manejo do pastejo em capins Tanzânia e Mombaça (DA SILVA, 2004). Nesse sentido, a interceptação luminosa (IL), como objeto de pesquisa para estabelecer estratégia de manejo, tem apresentado resultados promissores. Para pastagens em sistemas intermitentes, o manejo de entrada dos animais aos 95% de IL corresponde à condição de crescimento líquido máximo da forrageira. Nessa condição ocorre menor acúmulo e alongamento de colmo ou pseudocolmo e de tecido morto que, evidentemente, favorece o acúmulo de folhas, componente altamente desejável para a produção animal.

Na aplicação desses resultados tem-se constatado, em pastos estabelecidos com adequada cobertura do solo, uma constante relação de altura do pasto com a condição de 95% de IL em várias espécies do gênero *Panicum*. Barbosa (2004), estudando características morfológicas de capim-tanzânia submetido a diferentes alturas de pré-pastejo (90, 95 e 100% de IL) e pós-pastejo (25 e 50 cm), em pastejo rotativo, concluiu que pastos de capim-tanzânia devem ser manejados com 95% de IL (altura de 70 cm) na entrada dos animais e saída com 25 cm de altura de resíduo pós-pastejo.

Carnevalli (2003), ao trabalhar com capim-mombaça, constatou que o ponto ideal de interrupção do período de descanso dos pastos correspondia à condição em que o dossel atingia 95% de interceptação luminosa. Em seu trabalho foi constatada que a condição de 95% de IL esteve consistentemente associada à 90 cm de altura. Assim, para o capim-mombaça em pré-pastejo, 95% de IL ocorre na altura de 90 cm, indicando ser um critério confiável para controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo (DA SILVA, 2004).

Entretanto, maiores investigações são necessárias em relação aos efeitos de nutrientes na relação 95% de IL *versus* altura de 90 cm em capim-mombaça. Por exemplo, o nitrogênio é um nutriente que influencia as características morfofisiológicas das plantas forrageiras e tem efeito direto sob o fluxo de tecidos (GARCEZ NETO *et al.*, 2002; MARTUSCELLO *et al.*, 2004), o que poderá influenciar a altura do dossel para interceptar 95% de luz, uma vez que o nitrogênio acelera os processos de crescimento e senescência. Assim, em maiores doses de nitrogênio as plantas alcançariam mais rapidamente a IL de 95% e, conseqüentemente, a altura para início de pastejo no sistema intermitente.

Soma-se a isso o fato de que, em maiores doses de nitrogênio, o acúmulo de biomassa e o fluxo de tecidos são mais expressivos, o que refletirá no aumento do número de colheitas para dosséis com maior aporte desse nutriente. Nesse contexto, Da Silva *et al.* (2008) relatam que experimentos nos quais os objetivos fossem determinar a

altura de manejo com base no critério de IL deveriam ser conduzidos com suprimento mínimo de nutrientes (principalmente nitrogênio), condições em que as necessidades nutricionais mínimas das plantas não são atendidas. Entretanto, Magalhães (2007) não encontrou diferença significativa para altura do dossel aos 95% de IL em capim-tanzânia sob doses de nitrogênio, tendo observado somente efeito das densidades de planta.

Além da escolha da forrageira adequada às condições de clima, de solo e de manejo pretendidas e da utilização de sementes de alto valor cultural (SOUZA, 1993), é importante, para assegurar o sucesso na formação de uma pastagem, considerar a taxa de semeadura ou densidade de plantas na área. O número de plantas na pastagem pode influenciar a condição ou a estrutura do pasto, sua capacidade em acumular biomassa e também mudanças na relação IL *versus* altura. Além da adubação, espaçamentos reduzidos entre linhas ou maior taxa de semeadura podem contribuir para aumentar a produção e a qualidade da forragem. Segundo Humphreys e Riveros (1986), altas densidades de planta normalmente aumentam a produção de forragem, principalmente nos primeiros períodos de crescimento das plantas. Assim, realizou-se este trabalho com o objetivo de verificar a influência da adubação nitrogenada e das densidades de plantas de capim-mombaça na composição morfológica, estrutural, número de colheitas, intervalo de colheitas e produtividade na altura do dossel com 95% de interceptação luminosa.

## **2. Material e métodos**

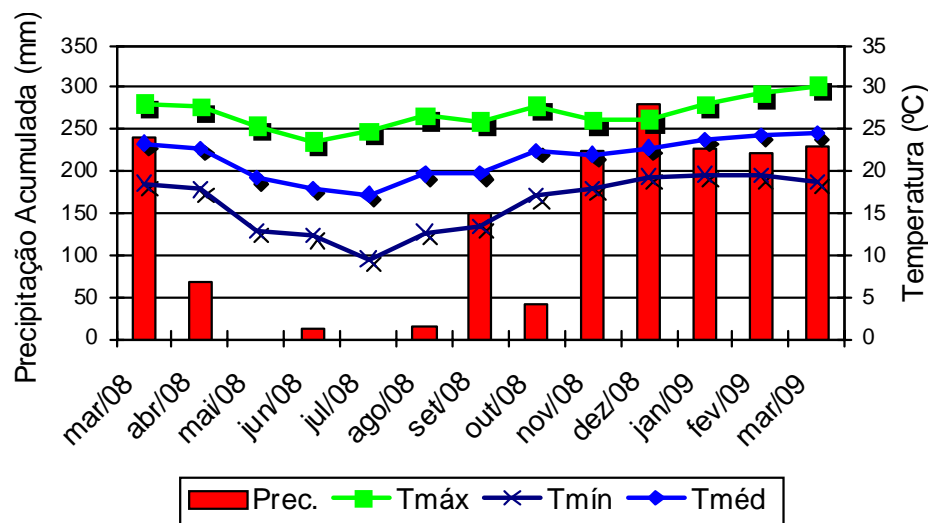
### **2.1 Local**

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, no período de fevereiro de 2008 a março de 2009. O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata Mineira, numa altitude de 651 m acima do nível do mar, nas seguintes coordenadas geográficas: 20° 45' 40" de latitude e 42° 51' 40" de longitude oeste.

### **2.2 Clima**

O tipo climático é Cwa, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluvial média anual em torno de 1.480 mm, umidade relativa do ar de 80% e as

temperaturas médias máximas e mínimas de 26,6 e 15,9 °C, respectivamente. Na Figura 1 estão as características climáticas registradas durante o período experimental.



Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola/UFV.

Figura 1 – Média da precipitação pluvial mensal acumulada (Prec.) e das temperaturas máximas (Tmáx), médias (Tméd) e mínimas (Tmín) observadas durante o período experimental.

### 2.3 Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos consistiram da combinação de quatro doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 320 kg/ha) e de três densidades de plantas (9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>), segundo um fatorial 4 × 3, em blocos casualizados, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais com 9 m<sup>2</sup> cada. Na área experimental, antes da demarcação das parcelas, foram retiradas amostras do solo para caracterização química e física e posterior correção da acidez e aplicação dos adubos necessários. Para maior rigor quanto às densidades de plantas estabelecidas, a semeadura do capim-mombaça foi realizada em bandejas contendo substrato agrícola comercial e mantidas em casa de vegetação até as plântulas atingirem aproximadamente 10 cm de altura, quando foram transplantadas para as parcelas em número correspondente às densidades de plantas de cada tratamento.

### 2.4 Solos e adubações

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999), com textura argilosa. Antes do início do experimento (novembro

de 2007) foi feita amostragem de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para caracterização química (Tabela 1) e definição das doses de corretivos e adubos.

Tabela 1 – Características químicas de amostras de solo da camada de 0 a 20 cm de profundidade na área experimental realizadas em novembro 2007

<b>Características Químicas</b>	<b>Resultados</b>
pH (H <sub>2</sub> O), relação 1:2,5	6,30
Ca - KCl - 1 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,80
Mg - KCl - 1 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,00
Al - KCl - 1 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,00
H + Al - Acetato de cálcio 0,5 mol/L (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,80
Soma das bases (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,14
Capacidade de troca de cátions (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,14
Saturação por alumínio (%)	0,00
Saturação por bases (%)	52,00
P-Mehlich (mg/dm <sup>3</sup> )	2,10
K- Mehlich (mg/dm <sup>3</sup> )	132,00
Matéria orgânica (dag/kg)	1,30

De acordo com os resultados da análise de solo, efetuou-se a aplicação de 667 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples, sobre a superfície do solo com incorporação manual a uma profundidade de 5 cm. As doses de nitrogênio foram divididas em três aplicações: a primeira após o corte de uniformização, realizado em fevereiro de 2008; as demais, após o segundo e o terceiro cortes. Quando necessário, as doses de nitrogênio foram repetidas, dividindo as mesmas em três aplicações, de acordo com os cortes, durante todo o período experimental. Foram aplicados 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O, divididos e aplicados da mesma forma que o nitrogênio. As fontes de nitrogênio e potássio foram ureia (46% de N) e cloreto de potássio (58% de K<sub>2</sub>O), respectivamente.

## **2.5 Monitoramento das condições experimentais e avaliações**

Em março de 2008, antes do início das avaliações experimentais, realizou-se corte de uniformização do capim-mombaça, a uma altura de 30 cm do solo. A partir daí, foi feito o acompanhamento da interceptação luminosa nas parcelas (Figura 2). A interceptação de luz (IL) e a altura do dossel foram monitoradas em intervalos de sete dias. Entretanto, quando os níveis de IL estiveram próximos da meta (95% de IL), a frequência de monitoramento foi aumentada, com avaliações realizadas diariamente. Nas avaliações da IL foi utilizado um aparelho analisador de dossel – AccuPAR Linear

PAR/PAI captometer, Model 80 (DECAGON Devices®), com o qual foram realizadas leituras em três pontos de cada parcela experimental. Em cada parcela três leituras foram realizadas acima do dossel forrageiro e três ao nível do solo. A altura do dossel foi avaliada com régua graduada em centímetros, sendo medida em dez pontos de cada unidade experimental (Figura 3).



Figura 2 – Mensuração da interceptação luminosa em dossel de capim-mombaça.



Figura 3 – Mensuração da altura do dossel com régua graduada em capim-mombaça.

Quando o dossel atingiu 95% de IL, as plantas foram colhidas a 30 cm do nível do solo (CARNEVALLI, 2003), independentemente da altura e do tratamento. Para colheita das plantas em cada parcela, foi alocado um retângulo de  $0,60 \times 1,3$  m e as plantas do seu interior colhidas. A amostra colhida foi pesada e separada em lâmina foliar, colmo + bainha e material morto, acondicionadas em saco de papel e colocada em estufa com ventilação forçada, a  $65^{\circ}\text{C}$  até peso constante. Essas massas foram obtidas para estimar a produção de massa seca total (MS), massa seca foliar (MSF), massa seca de pseudocolmo (MSPC), massa seca de material morto (MSMM) e porcentagem de folhas, porcentagem de pseudocolmo e porcentagem de material morto.

A massa seca (MS) da biomassa foi agrupada de forma a se obter o acúmulo de massa seca total em cada tratamento durante todo o período experimental.

## **2.6 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de regressão, em função das doses de nitrogênio e densidades de plantas, selecionando-se as equações pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e significância a 5% (dos coeficientes de acordo com o teste t). As equações de regressão foram ajustadas pelas médias das variáveis por tratamento, sendo o  $R^2$  dado por:  $\text{SQReg}/\text{SQtrat}$ .

## **3. Resultados e discussão**

### **3.1 Produção e composição morfológica da forragem**

#### **3.1.1 Produção de massa seca total**

A massa seca total (MST) foi influenciada ( $P < 0,10$ ) pela densidade de plantas, com resposta linear negativa no inverno, não apresentando efeito na primavera ( $P > 0,10$ ). No outono, observou-se efeito linear positivo para a adubação. No verão, houve efeito linear positivo ( $P < 0,10$ ) da adubação nitrogenada e efeito linear negativo ( $P < 0,05$ ) da densidade de planta, mas, em nenhuma das estações houve interação entre os fatores avaliados (Tabela 2).

Tabela 2 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para massa seca total em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, das doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 625,616 - 15,3815 * D + 0,204616 * D^2 + 0,140193 * N$	0,61
Inverno	$\hat{Y} = 384,692 - 3,72660 * D$	0,29
Primavera	$\hat{Y} = 479,29$	-
Verão	$\hat{Y} = 541,340 - 3,07250 * D + 0,205072 * N$	0,41

\*\* P < 0,01; \* P < 0,05; e ° P < 0,10.

Observa-se pela Tabela 2, que a menor produção de MST ocorreu no inverno, sendo que a limitação ou a redução da temperatura, a disponibilidade de água e fotoperíodo, provavelmente teriam sido responsáveis pela queda na produção do capim-mombaça. Em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas a adubação nitrogenada incrementa a produção de massa seca de *P. maximum*, pois ela acelera o crescimento, aumenta o tamanho das folhas, o aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, fatores diretamente relacionados à produção (WERNER, 1986; FREITAS *et al.*, 2005; MARTUSCELLO *et al.*, 2006), aumentando o número de colheitas. Assim, o nitrogênio atua como fator controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento de biomassa pela fixação de carbono (NABINGER; PONTES, 2001). Também explica a maior produção de massa seca, com a grande deposição de nitrogênio nas zonas de divisão celular (GASTAL; NELSON, 1994; SKINNER; NELSON, 1995). Os resultados observados neste experimento corroboram os de Quadros *et al.* (2002), em que o aumento de produção de forragem com a aplicação de nitrogênio ocorreu de forma linear e crescente. Resultados semelhantes foram observados por Magalhães (2007) que, ao trabalhar durante o período de estabelecimento do capim-tanzânia com irrigação, também observou resposta linear positiva da produção total de massa seca com o aumento das doses de nitrogênio.

Ainda sobre os efeitos da adubação nitrogenada, Souza *et al.* (2005), estudando os efeitos da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *P. maximum*, observaram que à medida que se elevaram as doses de nitrogênio houve acréscimo significativo na produção de massa de forragem. A relação linear entre a aplicação de nitrogênio e a produção de massa seca é um indicativo do grande potencial de resposta do capim-mombaça a esse nutriente.

O efeito das densidades de planta sobre a produção de massa seca do capim-mombaça sugere que as plantas, no período de estabelecimento, ocupam, por meio do perfilhamento, espaços vazios (*site filling*) (DAVIES, 1974). Magalhães (2007) também observou efeito da densidade de plantas no estabelecimento de capim-tanzânia. Neste experimento com capim-mombaça, o maior número de plantas por unidade de área resultou em menor período de crescimento das plantas para atingir 95% da IL relativamente às menores densidades. Porém, em menores densidades, a morte de perfilhos é reduzida, o que contribui para maior massa seca total.

### 3.1.2 Massa seca total de lâmina

Para massa seca total de lâmina (MSTL) não se observou efeito das doses de nitrogênio ou densidades de plantas no outono, inverno e primavera, sendo os valores médios de 242,35, 275,61 e 404,53 g/m<sup>2</sup>, respectivamente. Porém, houve resposta linear positiva ( $P < 0,05$ ) da adubação nitrogenada e linear negativa da densidade de plantas ( $P < 0,05$ ) no verão ( $\hat{Y} = 428,538 - 2,44123 * D + 0,367413 * N$ ), não havendo interação entre os fatores.

A maior MSTL observada no verão, nas maiores doses de nitrogênio, está relacionada com a maior produção total de massa seca. Esse resultado se deve ao fato de que maior número de ciclos resulta em maior número de colheitas, considerando que plantas desfolhadas mais frequentemente tendem a priorizar a recuperação do aparato fotossintético, favorecendo, neste caso, a deposição de novas folhas. A produção de massa seca das gramíneas tropicais, manejadas com base na IL, tende a apresentar alta porcentagem de lâminas foliares. Nesse contexto, Soria (2002), usando dose de nitrogênio acima de 275 kg/ha.ano, observou acréscimos nas produções de massa seca total e foliar, durante os períodos favoráveis ao crescimento do capim-tanzânia.

Observou-se que nas menores densidades de plantas ocorreu maior produção de MSTL no verão, tanto que na mesma dose de nitrogênio, 320 kg/ha, com densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup> e 49 plantas/m<sup>2</sup>, a produção foi de 524,14 e 426,49 g/m<sup>2</sup> respectivamente, representando queda de 19%. Menores densidades apresentam mais espaços entre as touceiras, aumentando o crescimento lateral das mesmas, promovendo o maior acúmulo de lâmina foliar.

Deve-se destacar ainda a influência das estações do ano na MSTL, em que condições com fatores climáticos favoráveis ao desenvolvimento das plantas, com

manejo de 95% de interceptação luminosa, sua produção foi superior, favorecendo a maior colheita de forragem e de melhor qualidade.

### 3.1.3 Massa seca total de pseudocolmo

A massa seca total de pseudocolmo (MSTPC) não teve efeito das doses de nitrogênio e de densidades de plantas somente na primavera, apresentando valor médio de 59,44 g/m<sup>2</sup>. Entretanto, observou-se resposta linear negativa ( $P < 0,05$ ) da adubação nitrogenada e quadrática negativa da densidade de plantas ( $P < 0,05$ ) no outono, não havendo interação entre os fatores. No inverno, a MSTPC apresentou resposta linear positiva da adubação nitrogenada ( $P < 0,05$ ) e linear negativa das densidades de planta ( $P < 0,05$ ), não havendo também interação entre os fatores. Já no verão, a adubação nitrogenada influenciou linear e positivamente ( $P < 0,05$ ) e a densidade de plantas com efeito quadrático sobre a MSTPC (Tabela 3).

Tabela 3 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para MSTPC em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 320,651 - 10,2416 * D + 0,114068 * D^2 - 0,1985573 * N$	0,77
Inverno	$\hat{Y} = 49,8350 - 0,612074 * D + 0,0893857 * N$	0,32
Verão	$\hat{Y} = 9,83498 + 7,20553 * D - 0,141741 * D^2 + 0,225654 * N$	0,54

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e °  $P < 0,10$ .

Com a colheita da forragem a 95% de IL esperava-se que se o alongamento de pseudocolmos fosse reduzido, conseqüentemente a massa seca deste componente também reduziria. Porém, a maior frequência de cortes nas doses mais elevadas pode ter influenciado a TALPC, pois as parcelas que receberam maior dose de adubo nitrogenado renovaram e desenvolveram seus componentes morfológicos mais rapidamente, permanecendo mais tempo em condições de autossombreamento, aumentando, com isso, a massa seca total de pseudocolmos. Esse maior acúmulo de MSTPC com a adubação nitrogenada também foi observado por Martuscello *et al.* (2004), em capim-massai, e por Magalhães (2007), em capim-tanzânia.

A redução na produção da MSTPC com o aumento nas densidades de plantas foi contrária aos resultados descritos na literatura, uma vez que maior densidade de

plantas, em geral, resulta em maior alongamento de colmo das plantas, em decorrência da maior competição por luz, pois as plantas tendem a alongar o colmo para facilitar a captação da radiação fotossinteticamente ativa pelas folhas. A estação outono é a época de florescimento intenso do capim-mombaça, quando o alongamento de colmos é acelerado; mesmo assim ocorreu decréscimo com aumento da densidade de plantas na MSTPC nesta estação.

### 3.1.4 Massa seca do material morto

A massa seca do material morto (MSMM) não apresentou efeito da adubação nitrogenada e densidades de plantas no inverno, primavera e verão, mas apresentou resposta linear negativa ( $P < 0,01$ ) da densidade de planta no outono (Tabela 4).

Tabela 4 – Equação de regressão e coeficiente de determinação para MSMM em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 49,4584 - 0,754148^{**}D$	0,52
Inverno	$\hat{Y} = 9,19$	-
Primavera	$\hat{Y} = 15,31$	-
Verão	$\hat{Y} = 15,81$	-

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e °  $P < 0,10$ .

No inverno o valor de MSMM foi menor que os das estações anteriores em virtude do reduzido número de cortes das plantas. Já no outono, os altos valores se devem ao período de florescimento quando ocorre maior deposição de massa seca morta.

No outono, a MSMM foi mais significativa na densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup> em virtude da época de florescimento, quando ocorre o alongamento do colmo, ocasionando diminuição da entrada de luz na parte inferior do dossel e, aumentando, assim, a quantidade de tecido senescente. Deve-se ressaltar ainda que esse período pode ser caracterizado como transição “água-seca”, quando ocorre diminuição da precipitação e queda da temperatura, favorecendo a deposição de material morto.

Nas demais estações, a ausência de efeitos significativos da adubação nitrogenada e da densidade de plantas pode ser atribuída ao fato de que a colheita foi realizada quando o dossel de capim-mombaça atingiu 95% de IL e houve predomínio de

pseudocolmos e lâminas verdes. De fato, essa estratégia (colheita com 95% de IL) objetiva ofertar aos animais em pastejo, forragem com maior proporção de lâminas foliares verdes.

De acordo com Braz (2008), a ausência de efeito do nitrogênio e das densidades de planta sobre material morto pode ser explicada pela própria estratégia, estabelecida para realização dos cortes, ou seja, aos 95% de IL. Esse manejo visa aumentar a taxa de acúmulo líquido de MS por meio da manutenção do pasto no IAF crítico, reduzindo assim, as perdas de forragem por senescência.

### **3.2 Composição morfológica da forragem produzida**

A composição morfológica do capim-mombaça independente da estação do ano avaliada, com colheita das plantas aos 95% de IL favorece e minimiza a deposição dos componentes pseudocolmo e material morto e proporciona predominância do componente lâmina foliar (Figuras 4, 5, 6 e 7). No outono ocorreu maior acúmulo de pseudocolmo, em virtude do florescimento do capim-mombaça e do alongamento do colmo que resulta em maior participação desse componente, mesmo no manejo com 95% de interceptação luminosa. No inverno, deve-se destacar que os cortes foram realizados no início da estação, portanto, não houve acúmulo demasiado de material morto. Já na primavera, esses resultados foram decorrentes do acúmulo de material morto durante o inverno, repercutindo, assim, na estação seguinte (primavera). Por fim, no verão observou-se baixa porcentagem de material morto em virtude do manejo adotado aos 95% de interceptação luminosa, o que favoreceu uma porcentagem maior de folhas verdes.

Com o manejo de 95% de IL do capim-mombaça, os períodos de descanso foram variáveis, portanto, a utilização de períodos de descanso fixos para o pastejo e, ou, colheita, pode ser uma forma não otimizada de utilização, já que sua estrutura varia de acordo com a estação do ano, as densidades, a adubação e o estágio de desenvolvimento, podendo ocasionar perdas na produtividade e na qualidade da forragem produzida.

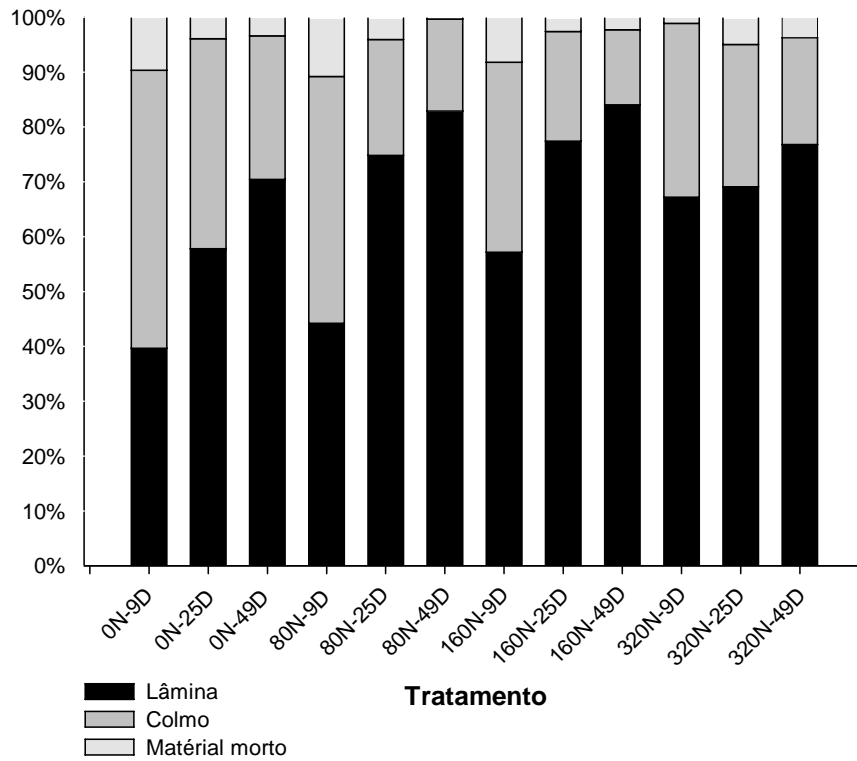


Figura 4 – Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m<sup>2</sup>) no outono.

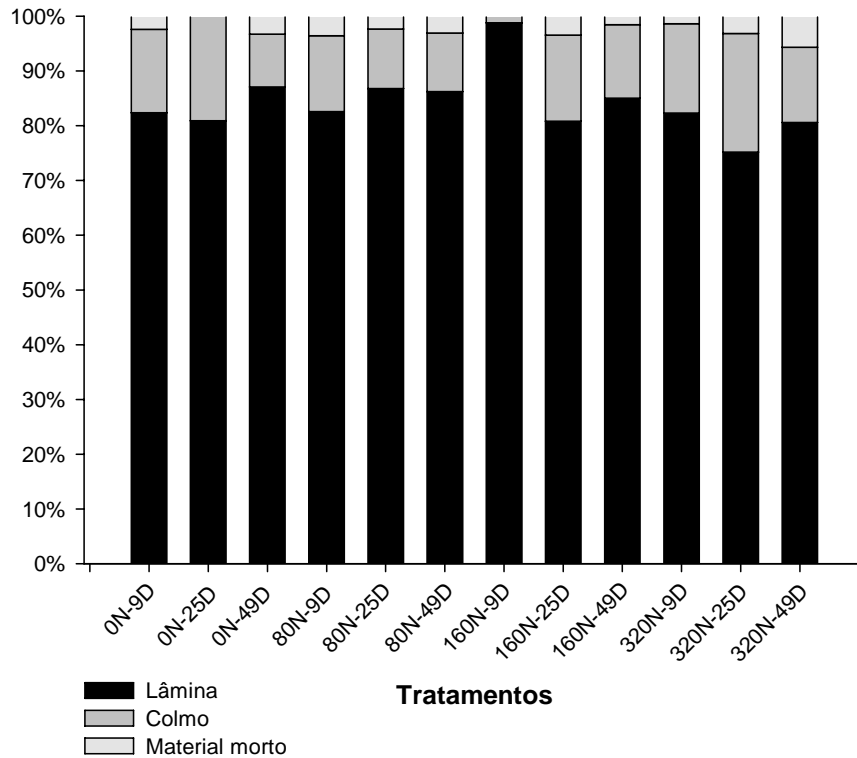


Figura 5 – Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m<sup>2</sup>) no inverno.

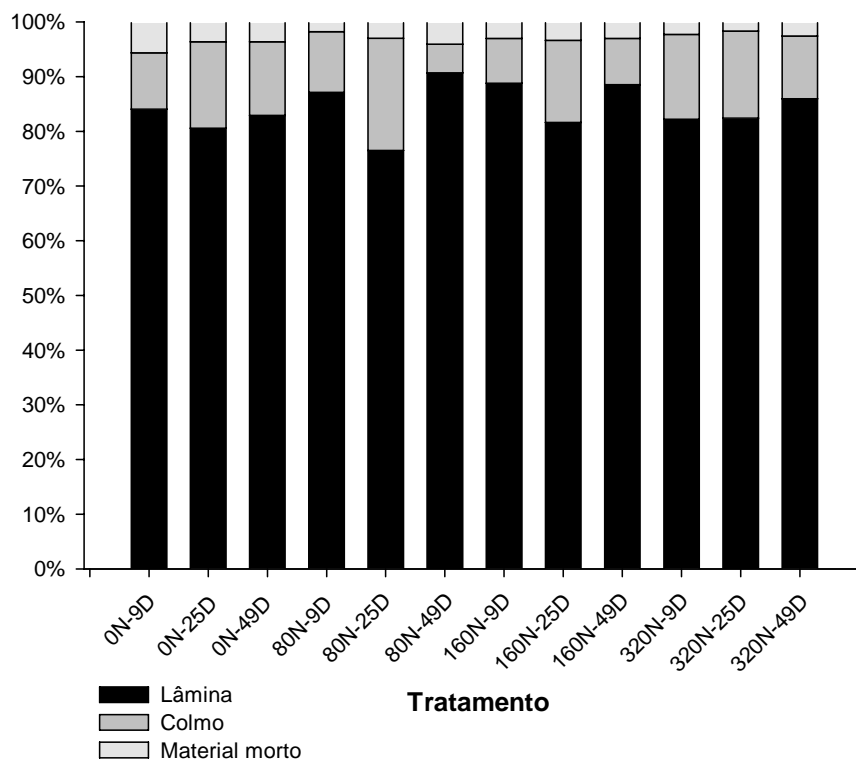


Figura 6 – Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m<sup>2</sup>) na primavera.

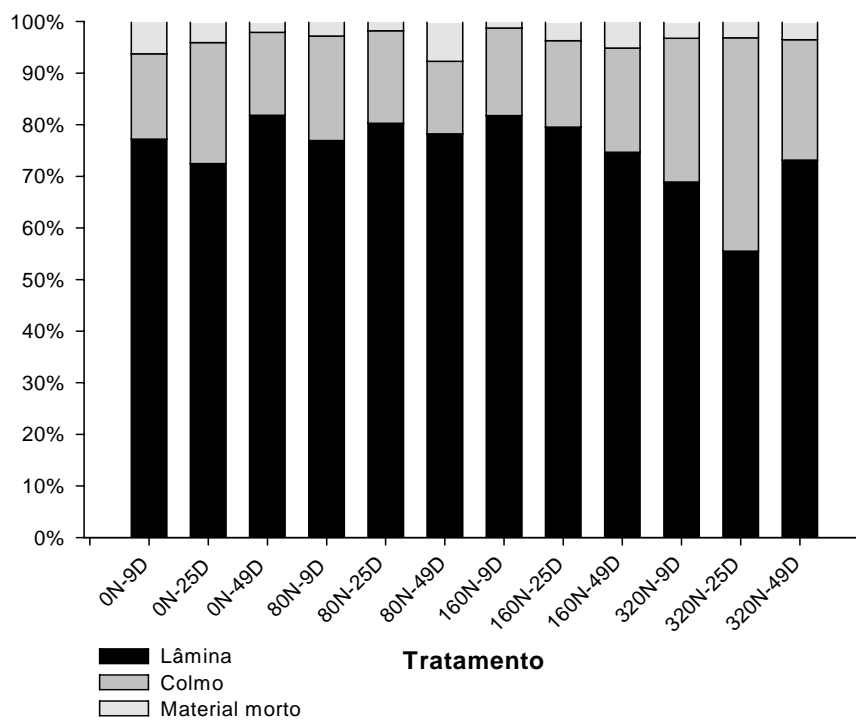


Figura 7 – Composição morfológica do capim-mombaça nas diferentes doses N (kg/ha de N) e densidades de planta (número de plantas/m<sup>2</sup>) no verão.

### 3.2.1 Porcentagem de lâmina foliar

A porcentagem de lâmina foliar (%LAM) não foi influenciada pelo nitrogênio e pelas densidades de plantas no inverno ( $P > 0,10$ ), mas na primavera a resposta à densidade de plantas foi quadrática ( $P < 0,05$ ). No verão observou-se somente efeito do nitrogênio ( $P < 0,05$ ), sendo este linear positivo. Já no outono, a %LAM respondeu tanto às doses de nitrogênio ( $P < 0,05$ ) quanto à densidade de plantas ( $P < 0,01$ ), não havendo interação entre os fatores (Tabela 5).

Tabela 5 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação da porcentagem de lâmina em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 43,1967 + 0,63833^{**}D + 0,0423165^{*}N$	0,71
Inverno	$\hat{Y} = 62,35$	-
Primavera	$\hat{Y} = 91,6337 - 0,848423^{*}D + 0,0152657^{**}D^2$	0,55
Verão	$\hat{Y} = 86,7344 + 0,0380540^{*}N$	0,61

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e °  $P < 0,10$ .

Na ausência de aplicação de nitrogênio no outono com 49 plantas/m<sup>2</sup>, a porcentagem de lâmina foliar foi de 74,47; já com utilização de 320 kg de N/ha com mesma densidade de plantas esse valor aumentou para 88%. A resposta positiva do nitrogênio na porcentagem de lâmina foliar no outono e no verão decorreu da expressiva influência desse nutriente no acúmulo de biomassa em geral, que incluiu tanto as folhas como os pseudocolmos. O maior percentual de lâminas foliares, observado nas maiores doses de nitrogênio, também pode ser explicado pelo impacto da aplicação deste nutriente na antecipação (TAIF) do desenvolvimento do dossel forrageiro, o que pode ter causado maior produção de folhas e, conseqüentemente, maior sombreamento dos perfilhos. A ausência de efeito da adubação nitrogenada no inverno é atribuída aos fatores climáticos desfavoráveis, enquanto na primavera a ausência de resposta à aplicação de nitrogênio pode ser devido à mineralização da matéria orgânica disponibilizando nitrogênio e, ou, a possível mobilidade do nutriente de uma parcela para outra em decorrência da declividade da área experimental. Já o aumento da %LAM com a densidade de plantas pode ser atribuído à maior taxa de alongamento de folha, que resulta em maior interceptação de luz e colheitas mais frequentes.

### 3.2.2 Porcentagem de pseudocolmo

No inverno, a porcentagem de pseudocolmo (%PC) foi influenciada de forma linear e positiva pela adubação nitrogenada ( $P < 0,10$ ) e na primavera o efeito da densidade de plantas foi quadrático ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6). Já no outono, a %PC foi influenciada linear e negativamente tanto pela adubação nitrogenada ( $P < 0,05$ ), quanto pela densidade de plantas ( $P < 0,01$ ), não havendo interação entre esses fatores. A porcentagem de pseudocolmo foi influenciada de forma quadrática pela densidade de plantas ( $P < 0,10$ ) e de forma linear e positiva pela adubação nitrogenada ( $P < 0,01$ ) no verão. Na estação outono, observou-se que a resposta ao nitrogênio foi diferente (negativa), em relação às outras estações.

Tabela 6 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação de porcentagem de pseudocolmo em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 47,8298 - 0,518224^{**}D - 0,0348041^{*}N$	0,72
Inverno	$\hat{Y} = 9,60644 + 0,0199527^{o}N$	0,22
Primavera	$\hat{Y} = 4,03367 - 0,893458^{*}D + 0,0161080^{**}D^2$	0,57
Verão	$\hat{Y} = 8,88061 + 0,768981^{o}D - 0,0143987^{o}D^2 + 0,0411606^{**}N$	0,59

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e  $^o P < 0,10$ .

Em geral, embora no outono ocorra o florescimento do capim-mombaça, o nitrogênio, ao promover maior frequência nas colheitas, contribuiu para redução do alongamento do pseudocolmo, o que retarda o florescimento, diminuindo, assim, sua porcentagem na forragem colhida. De fato, as parcelas em que as plantas foram colhidas após o período de florescimento na mesma estação apresentaram menor %PC, pois o nitrogênio influenciou o número de colheitas do período e diminuiu o acúmulo de pseudocolmo, em relação às menores doses de nitrogênio que tiveram menor número de colheita.

Hoeschl *et al.* (2007) também observaram aumento na porcentagem de forragem verde com doses de nitrogênio aplicadas, e concluiu que este fato ocorreu devido, principalmente, ao aumento da participação do componente pseudocolmo verde nos pastos que receberam maiores doses de nitrogênio, já que a participação do componente lâmina verde não apresentou grande variação com as doses de nitrogênio.

Este efeito do nitrogênio acelerando o desenvolvimento das forrageiras e o sombreamento dos perfilhos basais, promove aumento na taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC), para expor parte do aparato fotossintético mais ativa (as folhas mais jovens) à luz. Este padrão de resposta realça a importância do manejo adequado da pastagem quando adubada com doses elevadas de nitrogênio. O acúmulo de pseudocolmos é, geralmente, indesejável, por causa dos gastos de energia para o crescimento e a manutenção dessa fração, que, além de dificultar o rebaixamento adequado e uniforme dos pastos, quando se utilizam animais para a colheita da forragem, em vez do corte mecânico (CARNEVALLI, 2006), reduz ainda o valor nutritivo da forragem produzida (BUENO, 2003).

A maior participação de pseudocolmo na composição da forragem produzida reduz a relação lâmina:pseudocolmo no dossel com efeito negativo sobre a eficiência de utilização do pasto, influenciando negativamente no pastejo seletivo dos animais (CARVALHO *et al.*, 2001). Portanto, o manejo, utilizando-se 95% de IL, constitui estratégia eficiente para ofertar forragem de melhor qualidade (CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004).

### 3.2.3 Porcentagem de material morto

A porcentagem de material morto (%MM) não teve efeito da densidade de plantas ou nitrogênio no inverno e verão ( $P > 0,10$ ). Observou-se efeito linear negativo das densidades de planta no outono ( $P < 0,05$ ) e da adubação nitrogenada na primavera ( $P < 0,05$ ) (Tabela 7).

Tabela 7 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para porcentagem de material morto em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 8,97345 - 0,120108 * D$	0,52
Inverno	$\hat{Y} = 2,01$	-
Primavera	$\hat{Y} = 3,82387 - 0,00579476 * N$	0,44
Verão	$\hat{Y} = 3,61$	-

\*\*  $P < 0,01$  \*  $P < 0,05$  °  $P < 0,10$

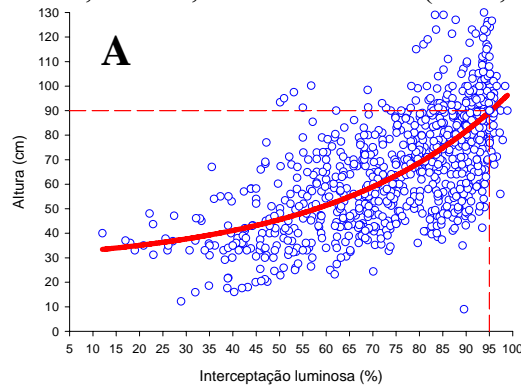
A ausência do efeito da adubação nitrogenada e da densidade de plantas sobre o acúmulo de material morto, nas estações do inverno e verão, deve-se ao fato de que o manejo com colheita das plantas aos 95% de IL favorece e minimiza a deposição desse componente na forragem colhida a 30 cm de altura de resíduo. Com esse resíduo pós-colheita, a quantidade de tecido morto colhido foi insignificante em todas as estações, o que significa condições favoráveis para melhoria da qualidade da forragem. Para isto, é necessário que haja em pastejo ajuste na taxa de lotação, pois, segundo Nabinger (2001), quando se aumenta a adubação nitrogenada e não se realiza este ajuste, no caso de lotação contínua ou diminuição no intervalo de descanso em lotação intermitente, ocorrerá aumento exagerado da senescência, acúmulo de material morto e queda na taxa de crescimento da forrageira.

### **3.3 Altura do dossel aos 95% de interceptação luminosa**

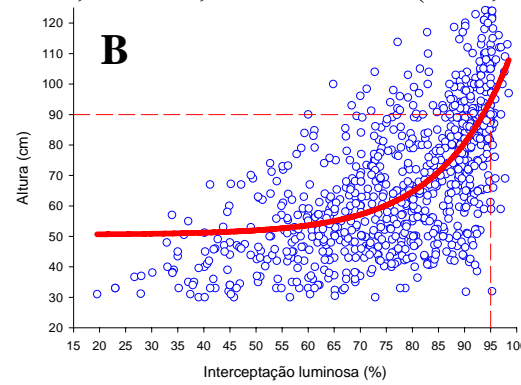
A altura do dossel forrageiro na condição de 95% de IL não foi influenciada pela adubação nitrogenada ( $P > 0,10$ ), porém observou efeito da densidade de plantas ( $P < 0,10$ ) sem interação entre os fatores ( $P > 0,10$ ). Os dados foram ajustados de acordo com o modelo exponencial simples de dois parâmetros (altura e interceptação luminosa), envolvendo os valores aferidos durante o ano (Figura 8A, B e C).

Observaram-se com 95% de IL maiores alturas nos tratamentos com densidade baixa (9 plantas/m<sup>2</sup>). Os valores estimados, segundo as equações de regressão, foram: 111 cm (Figura 8A), 106 cm (Figura 8B) e 101 cm (Figura 8C), para densidades de 9, 25 e 49 plantas/m<sup>2</sup>, respectivamente. Neste trabalho observou-se que, à medida que se aumentou a densidade de plantas, diminuiu-se a altura para interceptação de 95% de luz incidente. Essa diferença nos efeitos da densidade destaca a variação existente na estrutura do dossel de capim-mombaça durante o período de estabelecimento e após o estabelecimento da forrageira. Este fato pode ser atribuído aos dosséis que apresentam maior número de plantas por área, onde há modificação arquitetônica das folhas e maior proporção de folhas, o que favorece a captação de luz, fazendo com que a interceptação de 95% seja atingida mais rápido. As alturas constatadas, maiores que 90 cm, podem estar relacionadas principalmente à época de florescimento do capim-mombaça (outono), na qual a estrutura do dossel foi modificada, o arranjo e o ângulo foliar foram alterados e a forrageira modificou sua estratégia, priorizando a emissão da panícula e a produção de sementes. De acordo com Da Silva (2008), aos 95% de interceptação luminosa, a

$$\hat{Y} = 11,7380 + 0,9995 * e^{0,04648 * IL} \quad (R^2 = 0,50)$$



$$\hat{Y} = 7,34015 + 1,000 * e^{0,04721 * IL} \quad (R^2 = 0,54)$$



$$\hat{Y} = 2,1619 + 0,9999 * e^{0,04696 * IL} \quad (R^2 = 0,58)$$

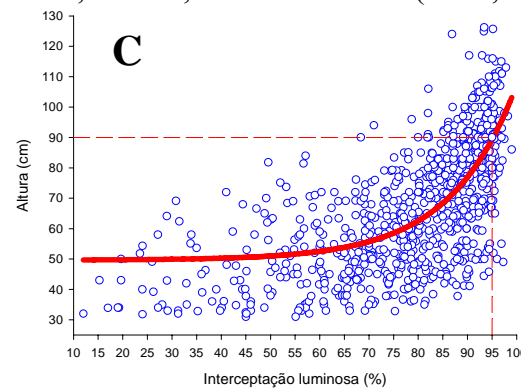


Figura 8 – Relação interceptação luminosa e altura em capim-mombaça colhido aos 95% de interceptação luminosa. (A) Densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup>; (B) 25 plantas/m<sup>2</sup>; e (C) 49 plantas/m<sup>2</sup>.

altura do dossel de 90 cm foi observada apenas no segundo ano de experimento com capim-mombaça. O autor elucidou, de acordo com o observado por Carnevalli (2003) e Montagner (2007), que discrepâncias nas alturas aos 95% de IL são consequência da transição do pasto ao novo regime de utilização (DA SILVA, 2008).

Em trabalhos conduzidos por Mello (2002), Barbosa (2004) e Carnevalli *et al.* (2006), a altura do pasto foi destacada como característica de manejo confiável em pastejo rotativo. No entanto, os resultados obtidos neste estudo indicam que a altura correspondente a 95% de IL pode variar de acordo com as densidades de planta de capim-mombaça em estabelecimento.

Magalhães (2007) também encontrou diferenças significativas na altura do capim-tanzânia, manejado aos 95% de interceptação luminosa, em estudo realizado no período de estabelecimento da pastagem. Freitas (2009), trabalhando com capim-tanzânia já estabelecido, encontrou diferenças na altura preconizada para essa cultivar, sendo os valores inferiores a 70,0 cm.

Lopes (2006) observou que no capim-mombaça a altura do dossel forrageiro correlacionada com a IL de 95% variou entre as intensidades de pastejo avaliadas. As alturas pré-pastejo foram de 70,2, 72,0 e 72,3 cm para os resíduos de 30, 50 e 50-30 cm. Diferenças dessa natureza também foram observadas em capim-mombaça, por Uebele (2002), sendo 86,0 cm para resíduo de 30 cm e 93 cm para resíduo de 50 cm.

Em geral, neste trabalho com capim-mombaça, os 95% de IL foram atingidos com alturas abaixo e acima dos 90,0 cm. Lopes (2006), avaliando capim-mombaça em área que não havia controle do processo de pastejo, constatou áreas de espaços vazios e amplitudes de tamanho de touceiras consideráveis, concorrendo para uma grande variabilidade da estrutura do dossel. Ao se monitorar a IL dos pastos onde 95% seria a meta de manejo, o autor observou valores de 65,0 cm de altura, resultados inferiores aos registrados por Carnevalli (2003). Portanto, as variações encontradas nesta pesquisa provavelmente são consequência da transição, formação e adaptação do pasto, sendo que densidades diferentes apresentam diferentes touceiras em forma, tamanho e espaçamentos variados.

### **3.4 Número de colheitas**

O número de colheita diz respeito ao número de cortes efetuados em cada estação. Neste trabalho, no inverno, o número de colheitas do capim-mombaça não

apresentou resposta à adubação nitrogenada e às densidades de plantas ( $P > 0,10$ ), porém na primavera ( $P < 0,01$ ) e no verão ( $P < 0,05$ ) houve efeito linear e positivo da adubação nitrogenada (Tabela 8). No outono houve efeito tanto da adubação nitrogenada ( $P < 0,01$ ) quanto da densidade de plantas ( $P < 0,05$ ).

Tabela 8 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para número de colheitas em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de plantas e, ou, doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação Ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 1,05570 + 0,00130952^{**}N + 0,0285088^{*}D$	0,79
Inverno	$\hat{Y} = 0,77$	-
Primavera	$\hat{Y} = 1,38096 + 0,00480159^{**}N$	0,80
Verão	$\hat{Y} = 1,37125 + 0,00277778^{*}N$	0,34

\*\* P < 0,01; \* P < 0,05; e ° P < 0,10.

Na primavera e no verão, o nitrogênio promoveu maiores números de colheitas, tendo sido realizadas 1,38 e 2,19 colheitas na ausência de adubação e com 320 kg/ha, respectivamente. Esta resposta do nitrogênio decorre do aumento na TApF, incrementando o acúmulo de biomassa, antecipando, assim, a interceptação aos 95% de luz e, conseqüentemente, aumentando o número de colheitas.

No outono, a densidade de plantas e a adubação nitrogenada tiveram efeito positivo para número de colheitas. Assim, fixando a maior dose de adubo (320 kg/ha de nitrogênio) com 9 plantas/m<sup>2</sup>, o número de colheitas estimado foi 1,73, e com 49 plantas/m<sup>2</sup>, esse número aumentou para 2,87 no outono.

Na Figura 9 observam-se os efeitos mais pronunciados do número de colheitas nas estações da primavera e do verão. Porém, observaram-se resultados pouco elásticos nas estações do outono e do inverno.

Ainda assim foram observados incrementos no número de colheitas em todas as estações quando se utilizou a maior dose de nitrogênio (320 kg/ha), o que ocasionou aumento no número de colheitas. Assim, foi observado que a adubação nitrogenada aumentou o número de colheita quando o manejo foi feito com 95% de interceptação luminosa.

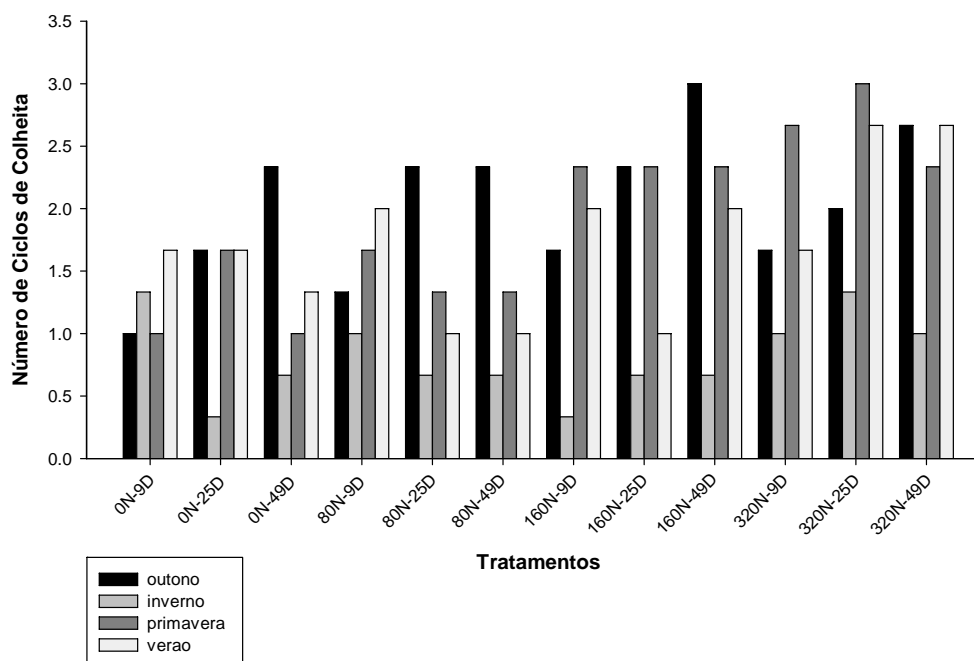


Figura 9 – Número de colheita do capim-mombaça nas quatro estações do ano.

### 3.5 Intervalo de colheitas

Neste experimento foram analisados os intervalos de colheitas, ou seja, o número de dias que decorreu entre cada corte nas estações. Para intervalo de colheita não foi observado efeito significativo ( $P > 0,10$ ) da adubação e da densidade de plantas nas estações outono e inverno. No verão, observou-se efeito linear e negativo do nitrogênio ( $P < 0,10$ ) e não houve efeito significativo da densidade de plantas. Na primavera houve efeito linear positivo da densidade de plantas ( $P < 0,05$ ) e efeito linear negativo da adubação nitrogenada ( $P < 0,01$ ) (Tabela 9).

Tabela 9 – Equações de regressão ajustadas e coeficiente de determinação para intervalo de colheitas em plantas de capim-mombaça, em função das densidades de planta ou doses de nitrogênio nas estações do ano

Estação	Equação ajustada	R <sup>2</sup>
Outono	$\hat{Y} = 31$	-
Inverno	$\hat{Y} = 78$	-
Primavera	$\hat{Y} = 89,6394 + 0,564650 * D - 0,203742 * * N$	0,82
Verão	$\hat{Y} = 55,8828 - 0,094503 * N$	0,27

\*\*  $P < 0,01$ ; \*  $P < 0,05$ ; e °  $P < 0,10$ .

Observou-se diminuição do intervalo de colheita com a adubação nitrogenada e diminuição no número de plantas/m<sup>2</sup>. Na ausência de adubação e com densidade de 9 plantas/m<sup>2</sup> o intervalo de colheita foi 95 dias. Na primavera, com a adubação de 320 kg/ha de nitrogênio na maior densidade de plantas, o intervalo de colheita foi de 29 dias, resultando uma diferença de 66 dias. Isso decorreu do maior número de colheitas, maior acúmulo de biomassa total e redução das perdas. No verão, a resposta à adubação foi maior, por causa da maior disponibilidade de água e temperatura, tendo na ausência de adubação nitrogenada observado intervalo de colheita de 56 dias, e com 320 kg/ha, de 26 dias. Estes resultados ressaltam a diferença e a influência de fatores abióticos no período de descanso da forrageira utilizada para pastejo com manejo de 95% de interceptação luminosa.

O nitrogênio é o responsável pela melhoria da produção de plantas forrageiras, pois, permite, quando todos os outros nutrientes estão em quantidades adequadas, que a planta desenvolva o seu potencial de produtividade. Para Ribeiro (1995), a adubação nitrogenada estimula mais rapidamente o crescimento das forrageiras, tornando possíveis colheitas mais frequentes de forragem mais digestível.

Magalhães (2007) observou efeito das densidades de planta sobre a produção de massa seca do capim-tanzânia durante o período de estabelecimento. De acordo com o autor, o maior incremento na produção acumulada de massa seca com o maior número de plantas por unidade de área deveu-se ao menor período para o crescimento das plantas atingirem 95% da IL, relativamente às menores densidades, o que resultou em maior número de ciclos de crescimento. Esse fato ocorre devido à situação estabelecida de baixa competição intraespecífica. Nesse caso, o dossel é favorecido pelos recursos disponíveis como nutrientes, águas, luz, entre outros, causando uma compensação entre tamanho e densidade de plantas, que reflete na produção, na capacidade do dossel de interceptar luz incidente e afeta o intervalo e o número de ciclos de colheita.

#### **4. Conclusões**

O nitrogênio contribui para maior produtividade do capim-mombaça, tanto por incrementar a produção em cada ciclo, quanto por aumentar o número de ciclos de colheita.

A adubação nitrogenada e a densidade de plantas do capim-mombaça no estabelecimento têm efeitos expressivos sobre a estrutura do dossel e dos componentes morfológicos da planta ao longo das estações do ano.

A altura do dossel de capim-mombaça no estabelecimento para interceptar 95% de luz solar incidente é proporcional à densidade de plantas.

## 5. Referências bibliográficas

BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** 2004. 119 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

BRAZ, T. G. S. **Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia sob doses de nitrogênio e densidades de plantas.** 2008. 44 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R.A. ; DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; UEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; SILVA, G. N.; MORAES, J. P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165-176, 2006.

CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; PEDREIRA, G. P. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 667-674, 2001.

DA SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 347-385.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. *et al.* Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008. p 75-100.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **J. Agric. Sci.**, v. 82, p. 165-172, 1974.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIEIRO, J. A.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAN, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação do capim-mombaça (*Panicum maximum*) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 83-89, 2005.

FREITAS, F. P. **Produtividade e valor nutritivo do capim-tanzânia submetido a doses de nitrogênio e densidades de plantas**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A. J. Avaliação de características morfológicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD ROM, 2002.

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

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperature sown pastures. In: Proceedings of the INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985. Kyoto. **Anais...** Japan: Kyoto, Japanese Society of Grassland Science. 1985, p. 63-66.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

HOESCHL, A. L.; CANTO, M. W.; BONA FILHO, A.; MORAES, A. Produção de forragem e perfilhamento em pastos de capim tanzânia-1 adubados com doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 81-86, 2007.

HUMPHREYS, L. R.; RIVEROS, F. **Tropical pasture seed production**. 3. ed. Rome: FAO, 1986. 203 p.

LOPES, B. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 2006. 210 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

MAGALHÃES, M. A. **Fluxo de tecido e produção de capim – Tanzânia irrigado sob diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio**. 2007. 76 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. F.; NASCIMENTO JÚNIOR D. *et al.* Características morfogênicas e estruturais em plantas de capim-massai submetidas a corte e doses de nitrogênio. In: SIMPOSIUM GRASSLAND AND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 3., 2004. Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2004. CD ROM.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

MELLO, A. C. L. **Respostas morfofisiológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada.** Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

MONTAGNER, D. B. **Morfogênese e acúmulo de forragem de capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo.** 2007. 75 f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.

QUADROS, D. G. *et al.* Componentes de produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com quatro doses de NPK. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 31, n. 3 (Suplemento), p. 1333-1342, 2002.

RIBEIRO, K. G. **Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim-elefante Anão, sob cinco doses de nitrogênio, ao atingir 80 e 120 cm de altura.** 1995. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

SORIA, L. G. T. **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e adubação nitrogenada.** Tese. 170 f. (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

SOUZA, F. H. D. O papel das sementes no estabelecimento e na formação de pastagens. In: Curso sobre pastagens para sementeiros, 1993. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1993. p. 101-111.

SOUZA, A. G.; SOARES FILHO, C. V.; MELLA, S. C. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná. In: MONTEIRO, A. L. G.; MORAES, A.; CORRÊA, E. S. (Ed.). **Forragicultura no Paraná.** Londrina, PR: CPAF, 1996. p. 196-205.

SOUZA, E. M. *et al.* Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1146-1155, 2005.

UEBELE, M. C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2002. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49 p.