

THIAGO GOMES DOS SANTOS BRAZ

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO
CAPIM-TANZÂNIA SOB DOSES DE NITROGÊNIO E DENSIDADES
DE PLANTAS**

Dissertação apresentada a
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
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B827c
2008

Braz, Thiago Gomes dos Santos, 1985-
Características morfogênicas e estruturais do capim-
tanzânia sob doses de nitrogênio e densidades de plantas /
Thiago Gomes dos Santos Braz. – Viçosa, MG, 2008.
xv, 65f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 56-65.

1. Pastagens - Adubos e fertilizantes. 2. Plantas - Efeito
do nitrogênio. 3. Densidade de plantas. 4. Nitrogênio.
5. Morfogênese. 6. Pastagens - Manejo.
7. *Panicum maximum*. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 633.208894

THIAGO GOMES DOS SANTOS BRAZ

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DO
CAPIM-TANZÂNIA SOB DOSES DE NITROGÊNIO E DENSIDADES
DE PLANTAS**

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

APROVADA: 29 de julho de 2008.

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti

Dr. Domingos Sávio Queiroz

Profª. Janaina Azevedo Martuscello
(Co-orientador)

Dr. Carlos Augusto de Miranda Gomide
(Co-orientador)

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca
(Orientador)

Dedico,

*Aos meus pais, Marilda e Everaldo, e ao meu avô Francisco
pelo amor, pela dedicação, pelo incentivo aos estudos e pelos
bons exemplos de vida, que contribuíram para formação
dos meus valores e do meu caráter.*

Minha eterna gratidão

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.” (Fernando Pessoa)

"A coisa mais bela que o homem pode experimentar é o mistério. É essa emoção fundamental que está na raiz de toda ciência e toda arte." (Albert Einstein)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus pais e ao meu avô, pelo apoio incondicional e por me ajudarem a dar mais um passo para realização de meus sonhos.

Ao meu orientador, Professor Dilermando Miranda da Fonseca, pelos grandes ensinamentos profissionais e pessoais, pela amizade, paciência, confiança e compreensão dedicadas.

Ao meu amigo Fabrício, pelo companheirismo, pela amizade e convivência harmoniosa que foram fundamentais para que este trabalho fosse conduzido da melhor maneira possível.

Aos meus co-orientadores, Dr. Carlos Augusto de Miranda Gomide e professores Edenio Detmann e Janaina Azevedo Martuscello, pelas valiosas contribuições para a condução e conclusão deste trabalho.

Agradeço especialmente a Janaina, que, além de conselheira, é uma grande amiga que participou de todas as etapas deste trabalho e com quem pude trocar grandes experiências, contar em importantes momentos e compartilhar de sincera amizade.

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

Ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela maestria com que desempenham sua profissão e pelos valiosos ensinamentos.

Ao professor Reinaldo Bertola Cantarutti e ao Dr. Domingos Sávio Queiroz pela contribuição na melhoria 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 Vinícius V. Pereira, pela convivência harmoniosa, pelos conhecimentos compartilhados e pelas tantas contribuições para a realização deste trabalho.

Aos estagiários da forragicultura, Guilherme, Jaqueline, Letícia e Róberson, pela dedicação e pelo auxílio na realização deste trabalho.

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

Ao meu orientador de iniciação científica, Leonardo Oliveira Medici, quem me ajudou a despertar o gosto por pesquisa e ciência.

Ao professor Ricardo Henrique Silva Santos, por ceder o aparelho de interceptação luminosa.

Aos amigos e companheiros de república, Davi, Gleidson e Manoel, pela amizade, pelo companheirismo e pela convivência harmoniosa.

Ao Sebastião e família pela amizade e carinho.

Aos amigos da graduação Adenilson José Paiva, João Paulo Franco da Silveira, Otávio Rodrigues Machado Neto e Vivian Lo Tierzo, pelo apoio, pela troca de conhecimentos e pela amizade que me dedicam, a qual conseguiu vencer o tempo e a distância.

Aos colegas da pós-graduação, pelo incentivo e pela amizade.

BIOGRAFIA

Thiago Gomes dos Santos Braz, filho de Everaldo Correia Braz e Marilda Gomes dos Santos Braz, nasceu em Duque de Caxias, Rio de Janeiro, em 5 de março de 1985. Em 2001, concluiu o 2º grau no Colégio Estadual Minas Gerais, em Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Em 2002, ingressou no curso superior de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica, no mesmo estado. Participou, no período de 2004 a 2006, de atividades de pesquisa como bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq e PROIC/UFRRJ, e se formou em novembro de 2006. Ingressou no Curso de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa em março de 2007, na área de Forragicultura e Pastagens, onde defendeu dissertação em 29 de julho de 2008.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. O Capim-tanzânia.....	03
2.2. O nitrogênio e a produção forrageira.....	04
2.3. A densidade de plantas e a produção forrageira.....	06
2.4. Características morfogênicas e estruturais do pasto.....	08
2.4.1. Taxa de aparecimento foliar.....	09
2.4.2. Filocrono.....	10
2.4.3. Taxa de alongamento foliar.....	11
2.4.4. Taxa de alongamento de colmo/pseudocolmo.....	12
2.4.5. Número de folhas vivas por perfilho.....	13
2.4.6. Duração de vida da folha.....	13
2.4.7. Relação lâmina:colmo/pseudocolmo.....	14
2.4.8. Densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Local.....	17
3.2. Clima.....	17
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	18
3.4. Implantação e histórico da área experimental.....	18
3.5. Solo e adubações.....	19
3.6. Monitoramento das condições experimentais.....	20
3.7. Avaliações.....	21
3.8. Análise estatística.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1. Características morfogênicas e estruturais.....	24
4.1.1. Taxa de aparecimento foliar.....	25

4.1.2. Filocrono.....	27
4.1.3. Taxa de alongamento foliar.....	28
4.1.4. Taxa de alongamento de pseudocolmo.....	30
4.1.5. Taxa de senescência foliar.....	32
4.1.6. Duração da vida da folha.....	33
4.1.7. Número de folhas vivas por perfilho.....	35
4.1.8. Número de perfilhos.....	36
4.1.8.1. Número de perfilhos totais por touceira.....	36
4.1.8.2. Número de perfilhos basilares por touceira.....	38
4.1.8.3. Número de perfilhos aéreos por touceira.....	41
4.2. Dinâmica de perfilhamento.....	44
4.2.1. Taxa de aparecimento de Perfilhos.....	45
4.2.1.1. Taxa de aparecimento de perfilhos totais.....	45
4.2.1.2. Taxa de aparecimento de perfilhos basilares.....	47
4.2.1.3. Taxa de aparecimento de perfilhos aéreos.....	49
4.2.2. Taxa de mortalidade de perfilhos.....	50
4.2.2.1. Taxa de mortalidade de perfilhos totais.....	50
4.2.2.2. Taxa de mortalidade de perfilhos basilares.....	52
4.2.2.3. Taxa de mortalidade de perfilhos aéreos.....	53
5. CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Precipitação pluvial mensal acumulada (Prec.) e temperaturas máximas (T_{máx}), médias (T_{méd}) e mínimas (T_{mín}) observadas durante o período experimental.....17
- Figura 2: Área experimental após o corte de uniformização realizado no dia 6/11/2007.....20
- Figura 3: Taxa de aparecimento foliar (TA_{pF}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).....25
- Figura 4: Filocrono em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).....27
- Figura 5: Taxa de alongamento foliar (TA_{IF}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro da dose de N; (b) efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.....29
- Figura 6: Taxa de alongamento de pseudocolmo (TA_{IPC}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).....31
- Figura 7: Duração da vida da folha (D_{VF}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).....34
- Figura 8: Número de perfilhos totais por touceira (N_{PT}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.....37
- Figura 9: Número de perfilhos basilares por touceira (N_{PB}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.....39
- Figura 10: Número de perfilhos aéreos (N_{PA}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de

plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.....	42
Figura 11: Aumento nos número de perfilhos totais (NPT), número de perfilhos basilares (NPB) e número de perfilhos aéreos (NPA) por touceira em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).....	43
Figura 12: Taxa de aparecimento de perfilhos totais (TApPT) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.....	46
Figura 13: Taxa de aparecimento de perfilhos basilares (TApPB) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).....	48
Figura 14: Taxa de mortalidade de perfilhos totais (TMoPT) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.....	51
Figura 15: Taxa de mortalidade de perfilhos basilares (TMoPB) em capim-tanzânia sob diferentes densidades de plantas.....	52
Figura 16: Taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (TMoPA) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).....	53

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Características químicas de amostras de solo da área experimental realizadas em outubro de 2007 na camada de 0 a 20 cm de profundidade.....19
- Tabela 2: Nível de significância para os componentes da regressão, para a falta de ajustamento (FA) e coeficiente de variação (CV) das características morfogênicas e estruturais de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas (D).....24
- Tabela 3: Taxa de alongamento foliar (cm.dia^{-1}) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio em diferentes densidades de plantas.....28
- Tabela 4: Nível de significância para os componentes da regressão e para a falta de ajustamento (FA) e coeficiente de variação das taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos totais, basilares e aéreos em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas (D).....44

RESUMO

BRAZ, Thiago Gomes dos Santos, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2008. **Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia sob doses de nitrogênio e densidades de plantas**, Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-orientadores: Janaina Azevedo Martuscello, Carlos Augusto de Miranda Gomide e Edenio Detmann.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adubação nitrogenada e da densidade de plantas nas características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) estabelecido. O experimento foi conduzido em área pertencente ao Setor Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa no período de novembro de 2007 a março de 2008. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 12 tratamentos e duas repetições em esquema fatorial 4×3 , com quatro doses de nitrogênio (ausência de aplicação, 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹.ano) e três densidades de plantas (9, 25 e 49 plantas.m⁻²). O corte das plantas foi realizado a 25 cm do solo quando o dossel interceptava 95% da luz incidente. Foram avaliados a taxa de aparecimento foliar, o filocrono, a taxa de alongamento foliar, a taxa de alongamento de pseudocolmo, a taxa de senescência foliar, o número de folhas vivas, a duração da vida das folhas e o número de perfilhos totais, basilares e aéreos por touceira. Na dinâmica de perfilhamento, foram avaliadas as taxas de aparecimento e mortalidade dos perfilhos totais, basilares e aéreos. As taxas de aparecimento foliar e alongamento de pseudocolmos foram influenciadas linear e positivamente pela adubação com nitrogênio, enquanto o filocrono e a duração da vida das folhas foram influenciados de forma linear negativa. A taxa de alongamento foliar apresentou resposta exponencial à adubação nitrogenada e resposta quadrática às densidades de planta, com maiores taxas sendo observadas na dose de 320 kg.ha⁻¹ e na densidade de 49 plantas.m⁻². A taxa de senescência foliar e o número de folhas vivas não foram influenciados pelos fatores avaliados e apresentaram valores médios de 4,7 folhas.perfilho⁻¹ e 0,56 cm.dia⁻¹, respectivamente. Os números de perfilhos totais, basilares e aéreos por touceira foram influenciados de forma exponencial pelas doses de nitrogênio e de forma quadrática pelas densidades de planta. O nitrogênio promoveu aumento no número de perfilhos de

todas classes, enquanto a densidade influenciou negativamente essa variável, de modo que os menores números de perfilhos totais, basilares e aéreos foram observados nas densidades de 25 e 49 plantas.m⁻². As doses de nitrogênio, a densidade de plantas e a interação entre esses fatores tiveram efeito sobre a dinâmica de perfilhamento. As taxas de aparecimento de perfilhos totais e basilares foram influenciadas quadraticamente pelas doses de nitrogênio, de modo que os maiores valores foram obtidos nas doses de 160 e 320 kg.ha⁻¹. A densidade influenciou de forma quadrática o aparecimento de perfilhos totais, que foi maior na densidade de 25 plantas.m⁻². A taxa de aparecimento de perfilhos aéreos, no entanto, não foi influenciada pelas doses de nitrogênio nem pelas densidades de plantas. A taxa de mortalidade de perfilhos totais foi influenciada de forma quadrática pelas doses de nitrogênio e pelas densidades de plantas e foi menor na densidade de 32 plantas.m⁻² e maior na dose de 212 kg.ha⁻¹ de nitrogênio. A taxa de mortalidade de perfilhos basilares, por sua vez, foi influenciada de forma quadrática pelas densidades de plantas, e foi menor na densidade de 32 plantas.m⁻². As doses de nitrogênio tiveram efeito linear na taxa de mortalidade de perfilhos aéreos, que foi maior na dose de 320 kg.ha⁻¹. A adubação nitrogenada aumenta a produção de folhas e perfilhos em capim-tanzânia submetido ao corte aos 95% de interceptação de luz, todavia, a influência da densidade de plantas sobre as características morfogênicas é pouco acentuada, pois os maiores efeitos foram observados somente sobre o número de perfilhos por touceira, que é reduzido sob altas densidades. Tanto a densidade de plantas como a adubação nitrogenada influenciam a dinâmica de perfilhamento do capim-tanzânia, uma vez que as taxas de aparecimento e mortalidade são estimuladas em altas doses desse nutriente. O aparecimento de perfilhos totais é favorecido em densidades intermediárias, enquanto a mortalidade reduz nas maiores densidades de plantas, assim, pastos implantados em densidades baixas e intermediárias apresentam padrão mais intenso de renovação de perfilhos.

ABSTRACT

BRAZ, Thiago Gomes dos Santos, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, July 2008.
Morphogenetic and structural characteristics of tanzaniagrass under nitrogen supplies and plant densities influence, Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca.
Co-Advisers: Janaina Azevedo Martuscello, Carlos Augusto de Miranda Gomide and Edenio Detmann.

The trail was conducted with the aim to evaluate the nitrogen and plant density influence on the morphogenetic and structural characteristics of established tanzaniagrass (*Panicum maximum* Jacq.) plots. The experiment was conducted in the Forage Sector of Animal Science Department of Universidade Federal de Viçosa, from November 2007 to March 2008. The used design was in complete randomized blocks with two replications in a factorial arrangement with four nitrogen supplies (0, 80, 160, 320 kg.ha⁻¹ N) and three plant densities (9, 25 e 49 plant.m⁻²). The plots were cut at 25 cm from soil level when the canopy reached 95 % of light interception. The response variables evaluated were the leaf appearance rate, phyllochron, leaf elongation rate, stem elongation rate, senescence rate, number of live leafs, leaf life duration and number of total, basilar and aerial tillers per clump. In the tillering dynamics, were evaluated the appearance and mortality rates of total, basilar and aerial tillers. The leaf appearance and stem elongation rate were influenced linear and positively by the nitrogen levels, while the phyllochron and life leaf duration varied linear and negatively. The leaf elongation rate showed exponential response to nitrogen fertilization and quadratic response to plant densities, with bigger rates being observed in the 320 kg.ha⁻¹ N dose and 49 plant.m⁻² density. The senescence rate and number of live leafs were not influenced by the factors evaluated, presenting 4.7 leafs.tiller⁻¹ and 0.56 cm.day⁻¹, respectively. The number of total, basilar and aerial tillers per clump showed exponential response to the nitrogen dose and quadratic response to plants density. The nitrogen increased the number in all tiller classes, while the plant density influenced negatively, with less tillers in the 25 and 49 plants.m⁻² densities. The tillering dynamics were influenced quadratically by nitrogen, plant density, and by the interaction between these factors. The total and basilar tiller appearance were influenced quadratically by nitrogen dose, with bigger values had been observed on the 160 and 320 kg.ha⁻¹ N doses.

The plant density influenced quadratically the total tiller appearance, which was higher in the 25 plant.m⁻² density. On the other hand, the aerial tiller appearance rate was not influenced by the nitrogen doses and plant densities. The total tiller mortality rate was influenced quadratically by the nitrogen doses and plant densities, in a way that it was estimated less mortality in 32 plant.m⁻² density and highest mortality in 212 kg.ha⁻¹ N dose. In addition, the basilar tiller mortality rate was influenced quadratically by the plant densities, with less mortality observed in 32 plant.m⁻² density. The aerial tiller mortality rate was influenced linearly by the nitrogen doses, with highest mortality in the 320 kg.ha⁻¹dose. The nitrogen fertilization increases, in this way, leafs and tiller production in established tanzaniagrass cut on the 95 % canopy light interception. Nevertheless, the density influence on the morphogenetic characteristics is little outstanding, with its main effects on the number of tillers per clump, which decreases under high densities. Either the plant density or the nitrogen supply influence the tiller dynamics of tanzaniagrass. The appearance and mortality rates are increased under high nitrogen levels. The tiller appearance rate is bigger in intermediary densities, while the mortality rate decreases under high plant densities. Thus, pastures established under low and intermediary densities show more intense tiller renovation.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que, no Brasil, aproximadamente 172 milhões de hectares sejam ocupados por pastagens (IBGE, 2006), o que representa cerca de 22% do território nacional, porém grande parte das áreas utilizadas para criação de herbívoros domésticos apresenta índices produtivos muito aquém do desejável. A baixa produtividade é consequência principalmente da baixa sustentabilidade da pastagem, caracterizada pelo processo de degradação. São diversos os fatores que podem levar à degradação, entre eles, as falhas na formação do pasto, as práticas inadequadas de pastejo e o manejo incorreto da pastagem. De acordo com Hodgson (1985), variáveis arbitrárias, como taxa de lotação, pressão de pastejo e duração do período de descanso, não podem ser consideradas determinantes primários da produção de forragem ou do desempenho animal, pois seus efeitos são mediados por características estruturais do dossel, que, coletivamente, determinam a condição e, ou estrutura do pasto.

Trabalhos recentes de pesquisa sobre manejo do pastejo de gramíneas de clima tropical dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, representadas principalmente pela *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, e pelo *Panicum maximum*, cultivares Mombaça e Tanzânia, indicam que a rebrotação necessita de monitoramento adequado, baseado em informações que assegurem equilíbrio ótimo entre os processos de crescimento, senescência e consumo, para possibilitar elevada produção de forragem de boa qualidade (Da Silva, 2004).

A maioria dos estudos sobre frequência de pastejo permite sugerir que, quando o dossel intercepta 95% da radiação incidente, o pasto é mantido sob condições de estrutura ideais, que proporcionam máxima taxa de acúmulo de massa seca (MS) e boa qualidade de forragem, pois esta estratégia de manejo prioriza a produção de folhas em detrimento do alongamento de colmo, reduzindo as perdas de forragem por senescência.

As características morfogênicas e estruturais, além de serem influenciadas pelo ambiente, também podem responder a fatores como o estágio de desenvolvimento da planta, a intensidade e frequência de pastejo e a densidade de semeadura e de perfilhos, pois o maior número de plantas por área implicaria maior competição por recursos como água, nutrientes e principalmente luz.

O nitrogênio (N) é um nutriente com grande capacidade para modificar características morfogênicas e estruturais do pasto, uma vez que, quando aplicado no solo, ocasiona aumentos no acúmulo de biomassa e tem efeito mais marcante sobre a

taxa de alongamento foliar (TAIF), de modo que doses crescentes desse nutriente promovem aumento linear desta variável. A taxa de alongamento foliar pode influenciar características estruturais do pasto fundamentais para manutenção do índice de área foliar (IAF), como relação lâmina:colmo e tamanho da folha. O nitrogênio está diretamente relacionado à produção de lâminas foliares, que, além de relacionar-se à produção de MS total da planta, apresenta duas importantes funções no pasto: representa parte essencial do tecido fotossintético ativo que garante produção de fotoassimilados na planta e constitui-se componente vegetal de alto valor nutritivo para ruminantes (Alexandrino et al., 2000).

Além do nitrogênio, a densidade de plantas também pode influenciar a estrutura do pasto, uma vez que maior número de plantas por unidade de área certamente implicaria maior competição por luz, pois a redução na quantidade e na qualidade da luz que penetra no dossel inibe o desenvolvimento de novos perfilhos. Outrossim, o aumento do sombreamento pode aumentar o alongamento de colmos e a taxa de senescência e diminuir a longevidade das folhas localizadas nos estratos inferiores do dossel. Todos esses fatores podem influenciar o índice de área foliar, ou seja, a capacidade de captar radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e, conseqüentemente, o acúmulo de biomassa.

De acordo com Gomide et al. (2006), a compreensão do processo de crescimento das plantas forrageiras é o primeiro passo para a definição de estratégias racionais de manejo de pastagens. Nesse sentido, torna-se muito mais importante compreender a resposta das gramíneas forrageiras a sistemas de manejo que apenas quantificar esta resposta. Essa afirmativa realça a relevância dos estudos na dinâmica de produção das gramíneas forrageiras, por meio de avaliações de suas características morfogênicas e estruturais (Barbosa et al., 2002; Nascimento Jr. & Adese, 2004).

A influência do nitrogênio nas características morfogênicas e estruturais, bem como o efeito da luz no dossel, permite sugerir que a densidade de plantas e a adubação nitrogenada também podem alterar a estratégia de manejo do pastejo. Assim, realizou-se este trabalho para avaliar a influência da adubação nitrogenada e o efeito residual da densidade de plantas sobre as características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia estabelecido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O capim-tanzânia

As plantas do gênero *Panicum* pertencem à família *Poaceae*, tribo *Paniceae*, que possui 81 gêneros e mais de 1.460 espécies. Essas plantas encontram-se distribuídas em ampla faixa do globo terrestre, desde 40° S até 50° N de latitude, sobretudo na zona equatorial úmida (20° S a 20° N), que inclui regiões como África, América Central e América do Sul, Norte da Austrália, Índia, Sudeste da Ásia e nas Ilhas do Pacífico (Rocha, 1991). A espécie *Panicum maximum* Jacq. tem origem na África Tropical, com formas nativas até na África do Sul (Jank, 1995), e possui um dos maiores potenciais de produção de massa seca em ambientes subtropicais e tropicais.

O capim-tanzânia, após seleção sobre os acessos de *P. maximum* apomíticos introduzidos no Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte da Embrapa (CNPGC-EMBRAPA) pelo *Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre mer* (ORSTOM), foi lançado em 1991 pelo CNPGC (Mello, 2002).

O capim-tanzânia é uma planta cespitosa, com altura, de até 1,30 m em crescimento livre, com folhas curvadas, de 2 a 2,6 cm de largura, colmos levemente arroxeados, folhas e bainhas sem pilosidade ou cerosidade. As inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas, e secundárias longas apenas na base. As espiguetas são arroxeadas, glabras e uniformemente distribuídas e o verticilo é glabro (Savidan et al., 1990; Jank, 1995).

Há trabalhos na literatura que relatam produção de MS total de 33 t.ha⁻¹.ano em capim-tanzânia: 26 t.ha⁻¹.ano de MS foliar (80%) com média de 12,7% de proteína bruta nas folhas e 9% nos colmos (Jank, 1994).

Esta cultivar apresentou características agrônômicas distintas das observadas nos cultivares Mombaça, Tobiatã e Colônia (Jank, 1995). Em comparação ao capim-colônia, a cultivar Tanzânia foi superior em diversas características, como maior produção de MS (86% superior), melhor vigor de rebrotação e relação lâmina:colmo, além de estacionalidade de produção menos marcante.

O capim-tanzânia, como a maioria das forrageiras de clima tropical, apresenta considerável estacionalidade de produção. O maior acúmulo de massa ocorre na época de disponibilidade hídrica e de temperatura e luminosidade favoráveis. Cecato et al.

(1996) obtiveram produção de 7.441 e 2.711 kg.ha⁻¹ de MS em cortes de verão (35 dias) e inverno (70 dias), respectivamente.

Entre as diversas cultivares de *P. maximum* lançadas no mercado, Tanzânia e Mombaça são predominantes nas áreas de pastagens cultivadas no Brasil e, por essa razão, têm concentrado boa parte dos esforços e recursos investidos em pesquisa em anos recentes (Da Silva, 2004). Tanto a cultivar Mombaça quanto a Tanzânia vem sendo implantadas em sistemas intensivos de produção, geralmente com altos níveis de produção, lotação intermitente e, em alguns casos, sob irrigação, visando altos índices de produtividade (Jank, 1994; Euclides et al., 1995; Müller, 2000).

Em plantas de crescimento cespitoso, como o capim-tanzânia, cortes muito rentes ao solo podem eliminar grande parte da área foliar, além de destruir os meristemas apicais, o que implica menor rebrotação e menor produção forrageira (Cecato et al., 2000).

Barbosa (2007), em trabalho com capim-tanzânia utilizando condições de pré-pastejo de 90, 95 e 100% de interceptação de luz (IL) pelo dossel e condições de pós-pastejo de 25 e 50 cm de resíduo, encontrou resultados com padrão bastante consistente e semelhante aos descritos por Carnevalli (2006) para o capim-mombaça. De forma geral, maior produção de forragem foi obtida para a condição de 95 % de interceptação de luz e 25 cm de resíduo. Pastejos realizados com 90 ou 100% de interceptação de luz e 50 cm de resíduo resultaram em menor produção de forragem e de folhas. Na condição de 90% de interceptação de luz, a menor produção seguramente ocorreu por limitação do processo de crescimento, uma vez que não havia área foliar suficiente para interceptar toda a luz incidente. Na condição de 100% de interceptação de luz, a menor produção líquida foi resultado do processo de senescência e morte de tecidos.

2.2. O nitrogênio e a produção forrageira

A importância do nitrogênio na nutrição e na produção das gramíneas forrageiras é destacada em uma série de estudos, visto que esse nutriente faz parte de inúmeros compostos orgânicos fundamentais à vida das plantas (Mengel & Kirkby, 2001) e merece destacada participação na produtividade das pastagens (Werner, 1986).

Um dos principais fatores relacionados à baixa produtividade das pastagens de clima tropical é a deficiência de nitrogênio (Rocha et al., 2002), nutriente integrante da estrutura de biomoléculas fundamentais, como proteínas, clorofilas, bases púricas e

pirimídicas e exigido em maiores quantidades pelas plantas (Crawford, 1995). A necessidade desse nutriente aumenta após o desenvolvimento inicial da gramínea, quando passa a contribuir expressivamente para a produção de massa seca (Monteiro & Werner, 1977). É importante destacar que a maior eficiência na utilização do nitrogênio, assim como maiores respostas em produção animal, ocorrem somente quando os demais nutrientes estão em níveis adequados e as condições ambientais são favoráveis (água, temperatura e luz) (Corrêa, 2002). Além disso, o metabolismo do carbono em plantas está diretamente relacionado ao metabolismo de nitrogênio, pois o processo fotossintético é extremamente dependente da atividade das enzimas do Ciclo de Calvin, que são compostos protéicos e dependem da assimilação do nitrogênio mineral para que possam ser sintetizados. Por outro lado, a assimilação do nitrogênio é um processo dependente da energia dos fotoassimilados oriundos da fotossíntese. Por isso, a deficiência desse nutriente em plantas reduz a produtividade vegetal e, no caso de pastagens, reduz o vigor das gramíneas, podendo levar à degradação do pasto.

Entre os principais nutrientes, o nitrogênio tem grande importância por estar diretamente relacionado ao aumento de biomassa. A adubação nitrogenada acelera o crescimento, aumenta o tamanho das folhas e o aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, fatores diretamente relacionados à produção de massa seca da planta (Werner, 1986; Freitas et al., 2005; Martuscello et al., 2006).

A adubação nitrogenada pode causar alterações em muitas das principais características das plantas forrageiras, entre elas, o índice de área foliar, a massa de forragem, a massa de folhas verdes e a população de perfilhos, variáveis descritoras do estado e das condições do pasto que podem influenciar a produção de forragem e a produção animal em pastagens (Hodgson, 1985; Cruz & Boval, 1999; Canto, 2003). O efeito positivo do nitrogênio sobre a taxa de aparecimento de folhas pode ter relação direta com a taxa de aparecimento de perfilhos (Lemaire & Chapman, 1996). O aumento da dose de nitrogênio eleva a massa individual e a densidade populacional dos perfilhos basilares em estágio vegetativo. Assim, a produção de forragem aumenta consideravelmente com a aplicação de nitrogênio (Hoeschl et al. 2007).

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, portanto, 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.

Os fatores que explicam as maiores taxas de acúmulo de massa seca em pastos que receberam maiores quantidades de nitrogênio também estão relacionados ao aumento do índice de área foliar, à maior taxa fotossintética por unidade de área foliar e por unidade de área de solo e, ainda, ao aumento da densidade populacional de perfilhos, de modo que todos esses fatores interagem entre si (Hoeschl et al., 2007).

Volenec & Nelson (1984), em pesquisa para avaliação da adubação nitrogenada, observaram que alto nível de nitrogênio aumentou em 9% o número de células epidérmicas expandidas por dia, elevando em 89% a taxa de alongamento foliar. Gastal & Nelson (1994), avaliando os efeitos da adubação nitrogenada, verificaram que a taxa de alongamento foliar foi 4 a 5 vezes maior sob alto nível de nitrogênio.

2.3. A densidade de plantas e a produção forrageira

Para assegurar o sucesso na formação de uma pastagem, 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 o estabelecimento e sustentabilidade dos sistemas pastoris considerar a densidade de semeadura ou população de plantas na área.

A competição pode ser definida como a distribuição dos recursos limitantes do crescimento entre as espécies no agroecossistema e a eficiência de cada espécie em utilizar esses recursos para a produção de biomassa (Rohrig & Stulzei, 2001). No entanto, a competição somente se estabelece quando a intensidade do uso de recursos naturais pelos competidores suplanta a capacidade do meio em fornecer esses recursos, ou quando um dos competidores impede acesso a esses recursos, como em condições de sombreamento (Pitelli, 1985).

De acordo com Begon et al. (1996), populações com alta densidade de plantas são menos uniformes, pois a competição aumenta a desigualdade no tamanho das plantas através do auto-desbaste, comum em pastagens recém-estabelecidas. O auto-desbaste funciona como resposta da comunidade de plantas à densidade, porém, além da densidade, a intensidade deste processo também é influenciada pela disponibilidade de recursos, como umidade e luz (Tow & Lanzeby 2001).

Assim, o número de plantas na pastagem também pode influenciar a condição ou estrutura do pasto e sua capacidade em acumular biomassa. Além da adubação com nitrogênio, espaçamentos reduzidos entre linhas ou maior taxa de semeadura podem

contribuir para aumentar a produção e a qualidade da forragem. Segundo Humphreys & Riveros (1986), altas densidades de plantas normalmente aumentam a produção de forragem. Bationo et al. (1990) verificaram que a produção de MS de milho aumentou em 61% quando a densidade de plantas aumentou de 15.000 para 120.000 plantas.ha⁻¹. Isso indica que o aumento no número de plantas.ha⁻¹ com a redução do espaçamento proporciona maiores produções.

Todavia, sob altas densidades, a reposição dos nutrientes torna-se indispensável para que estes não se tornem limitantes a produção.

Obeid et al. (1994), estudando cinco densidades de sementeira (30, 60, 90, 120 e 150 sementes puras viáveis por metro quadrado) no estabelecimento de quatro gramíneas (*Andropogon gayanus*, *P. maximum* cv. Colômbio, *B. brizantha* cv. Marandu e *B. humidicola*), encontraram alta correlação entre densidades de sementeira e número de perfilhos principais das quatro espécies. De acordo com estes autores, os estudos de regressão permitiram perfeito ajustamento do modelo linear aos dados de produção de massa seca das quatro gramíneas nas densidades de sementeira.

Alvim et al. (1994) estudaram diferentes densidades e métodos de sementeira de alfafa e constataram que, aos dois meses pós-sementeira, não houve efeito do método sobre o estabelecimento inicial da alfafa. No entanto, a maior densidade de sementes resultou em maior número de plantas germinadas e em maior produção de MS em comparação às menores densidades. De acordo com esses autores, nessa ocasião, a presença de plantas invasoras na área experimental foi semelhante em todas as condições de sementeira, contudo, aos 10 meses pós-sementeira, foi observada redução na produção de MS da alfafa e grande infestação de plantas invasoras nas áreas com menores densidades.

Em estudo com capim-angola sob diferentes proporções de desbaste e intervalos fixos de corte em áreas estabilizadas, Rosa et al. (1999) observaram que o capim sem desbaste (de maior densidade) apresentou maior produção de MS total, folhas e colmos nos primeiros cortes, porém, com a aplicação de cortes sucessivos, as parcelas com 1/3 e 2/3 de plantas desbastadas apresentaram produção semelhante à daquelas sem desbaste, o que também foi observado para área foliar média e para área foliar específica, a qual foi maior na maior densidade e diminuiu nos cortes mais avançados, apresentando valores semelhantes aos obtidos com menores densidades.

Em capim-elefante cv. Três Rios com diferentes espaçamentos entre plantas dentro da linha e entre linhas de 25, 50, 75 e 100 cm, Machado et al. (1996) observaram

maior produtividade, de 34 t.ha⁻¹ de MS, no capim com maior densidade (25 × 25 cm). Nesse estudo os incrementos na produção de MS foram lineares à medida que se diminuiu tanto o espaçamento entre plantas dentro da linha quanto o espaçamento entre linhas.

2.4. Características morfológicas e estruturais do pasto

A produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante para a restauração da área foliar após desfolhação e que garante 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).

O principal objetivo com o manejo do pastejo é que a maior parte da dieta animal seja composta por folhas, contudo são diversos os fatores do meio ambiente que influenciam na sua formação (luz, temperatura, água e nutrientes), no processo de fotossíntese e na dinâmica de crescimento e desenvolvimento de plantas.

Segundo Lemaire & Agnusdei (2000), a dinâmica do fluxo de tecidos nas plantas forrageiras está relacionada ao processo de formação de folhas, determinado pela morfogênese. Chapman & Lemaire (1993) definiram a morfogênese de plantas como a dinâmica de geração e 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.

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 & Da Silva (2001) propuseram a inclusão da taxa de alongamento de colmo no diagrama da relação entre as características morfológicas e estruturais. Em gramíneas tropicais de crescimento ereto, esta variável é de grande importância, pois aumenta o rendimento forrageiro e influencia significativamente na estrutura do pasto e no equilíbrio dos processos de competição por luz.

As características morfogênicas, além de serem geneticamente determinadas, 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 tamanho de folhas verdes por unidade de área determinam a capacidade de interceptação da RFA e a eficiência fotossintética do pasto. Dessa forma, são relevantes estudos sobre a dinâmica de produção primária das gramíneas forrageiras por meio de avaliações de características morfogênicas, para análise do crescimento vegetal. Com esses estudos, pode-se ter uma estimativa da produção forrageira e da taxa de acúmulo de MS e entender as diferenças no consumo atribuídas a mudanças estruturais do pasto. Além disso, esses estudos podem gerar conhecimentos básicos necessários para definições de estratégias de manejo de plantas forrageiras nas mais variadas condições (Barbosa et al., 2007; Nascimento Jr. & Adese, 2004).

2.4.1. 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 e tem 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 freqüências de corte avaliadas. Quando em alta disponibilidade de nitrogênio, ocorre elevada estimulação 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 da TApF.

Os efeitos do corte ou pastejo sob a TApF estão freqüentemente relacionados à altura da bainha das folhas remanescentes (Barbosa et al., 2007). De acordo com

Skinner & Nelson (1995), o maior comprimento da bainha conduz a planta a 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.

A taxa de aparecimento de folhas 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 nitrogênio 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 estabelecerem 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.

2.4.2. 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 & McMaster (1995) definiram o filocrono como o tempo entre estádios similares de desenvolvimento de folhas, enquanto Rickman & Klepper (1995) definiram o filocrono como o tempo entre o aparecimento de folhas sucessivas em uma haste ou colmo. A unidade de filocrono, portanto, é o tempo de aparecimento de uma folha (dias.folha⁻¹). Durante cada filocrono, o colmo aumenta um fitômero, unidade básica de desenvolvimento e crescimento de gramíneas, daí 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 dos dados, uma vez que os resultados são expressos em dias, de mais fácil entendimento que em folhas por dia, unidade da TApF.

Em muitos experimentos observa-se efeito significativo de fatores como adubação, intensidade e frequência de corte simultaneamente sobre o filocrono e a

TApF (Martuscello et al., 2005; 2006; Garcez Neto et al., 2002; Alexandrino et al., 2004), um indicativo da interdependência dessas duas variáveis.

Martuscello et al. (2006), em experimento com *P. maximum* cv. Massai adubado com nitrogênio e submetido a diversos regimes de desfolhação, verificaram que a TApF respondeu de forma linear e positiva às doses de nitrogênio, enquanto o filocrono respondeu tanto à adubação nitrogenada quanto ao regime de desfolhação quando os resultados foram expressos em dias, não havendo interação entre os fatores. A maior TApF e a mais elevada TAlF ocasionaram redução no filocrono conforme aumentaram os níveis de adubação nitrogenada.

2.4.3. Taxa de alongamento foliar

A taxa de alongamento foliar (TAlF) 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 TAlF afeta a taxa de emissão de folhas e o surgimento de perfilhos, e conseqüentemente a produção de MS total.

O processo de crescimento das folhas ocorre primeiramente em sua base, que se encontra envolvida por bainhas de folhas mais velhas. A lâmina foliar cresce até a diferenciação celular da lígula, enquanto a bainha foliar, até a sua exposição ou exteriorização, quando se tem a folha adulta ou completamente expandida (Jewiss, 1964; Langer, 1972). A TAlF é determinada pelo comprimento da zona de alongamento na base da folha e pela taxa de alongamento por segmento foliar – ou seja, pelas 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) – e suas respostas podem variar conforme o manejo. Nesse sentido, Volenec et al. (1983) observaram que a taxa de alongamento foliar das plantas colhidas com menor frequência foi 30% maior que a daquelas colhidas mais frequentemente. Barbosa et al. (2007), no entanto, não encontraram resposta da TAlF em pastos de capim-tanzânia sob pastejo rotativo aos diferentes resíduos pós-pastejo.

O nitrogênio é o nutriente que mais influencia a TAlF, o que pode estar relacionado ao grande acúmulo deste nutriente nas zonas de divisão celular (Gastal & Nelson, 1984). Martuscello et al. (2005) testaram, em capim-xaraés, quatro doses de

nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg.dm⁻³) e observaram aumento de até 37% na taxa de alongamento foliar (cm.dia⁻¹). Garcez Neto (2002) observou resposta quadrática da TAlF às doses de nitrogênio, de modo que a dose de 200 mg.dm⁻³ ocasionou aumento de 133% na taxa de alongamento foliar do capim-tanzânia.

2.4.4. Taxa de alongamento de colmo/pseudocolmo

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

Segundo Sbrissia & Da Silva (2001), em gramíneas de crescimento ereto, o alongamento de colmo aumenta o rendimento de forragem, mas interfere significativamente na estrutura do pasto, comprometendo a eficiência de pastejo, como 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 & Nascimento Jr. (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 material senescente. 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 rebrotação, o alongamento de colmos, responsável pela elevação 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 acarretou maior altura e maior MS de forragem verde por ciclo de pastejo, porém com proporção crescente de colmos, levando a 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 sob 100% de interceptação de luz apresentaram grande quantidade de material morto, além de elevado acúmulo de colmos em comparação àqueles manejados sob 90 e 95% de interceptação de luz.

2.4.5. 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. Segundo Lemaire & 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 (Mattos et al., 2005; Da Silva et al., 2005), a adubação (Alexandrino et al., 2004; Garcez Neto et al., 2002; Lavres Jr. & Monteiro, 2002) e outro fatores.

O número de folhas vivas 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 critério prático para definição do momento de desfolhação por corte e, ou pastejo (Gomide, 1997). Barbosa et al. (2007), estudando o efeito de duas intensidades de desfolhação (20 e 50 cm) em capim-tanzânia, obtiveram na menor intensidade de corte maior número de folhas vivas (3,7 folhas/perfilho).

2.4.6. Duração de vida da folha

A duração da vida da folha (DVF) é o período no qual a folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até a total senescência, e pode ser definido também 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 efeito do nitrogênio sobre a longevidade das folhas é bastante discutido. Garcez Neto et al. (2002) observaram efeito da altura de corte (5, 10 e 20 cm) sobre a duração de vida da folha do capim-mombaça, que variou de 31 dias (sem suprimento de N e com corte a 5 cm) a 48 dias (com suprimento de 200 mg.dm⁻³ de N e altura de corte de 20 cm). Segundo esses autores, o mecanismo de ação do nitrogênio no prolongamento da vida da folha pode estar associado à manutenção de maior capacidade fotossintética por períodos mais longos, sem remobilização interna significativa de nitrogênio das folhas mais velhas. Esse padrão de resposta pode ser melhor compreendido se analisado em conjunto com o processo de senescência das folhas (Garcez Neto et al., 2002).

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, ou seja, 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 GD), para as plantas colhidas com quatro folhas sem adubação nitrogenada, a 33 dias (435 GD), para as plantas adubadas com nitrogênio (120 mg.dm⁻³), também colhidas com quatro folhas.

2.4.7. Relação lâmina:colmo

Em gramíneas de crescimento ereto, a relação lâmina:colmo reduz com o alongamento do colmo (Sbrissia & Da Silva, 2001). No caso de algumas forrageiras tropicais, especialmente as de crescimento ereto, não se pode desconsiderar nos componentes do crescimento o alongamento de colmos, que freqüentemente ocorre ainda na fase vegetativa e interfere significativamente na estrutura do dossel e no equilíbrio dos processos de competição por luz afetando o acúmulo de forragem (Sbrissia & Da Silva, 2001; Pedreira et al., 2007). O aumento no tamanho dos colmos altera a distribuição de folhas no dossel, pois esse processo é conseqüência da elevação das folhas em busca de luz, o que, por sua vez, modifica a qualidade e a quantidade de luz que penetra no dossel, repercutindo diretamente no perfilhamento, no IAF e no

acúmulo de MS. Além disso, a maior presença de colmos no pasto pode afetar negativamente o comportamento ingestivo de animais em pastejo.

Cândido et al. (2005), em experimento com capim-mombaça sob lotação intermitente e diferentes períodos de descanso, observaram que a biomassa de forragem verde total aumentou com o período de descanso, porém a biomassa de folhas permaneceu inalterada, de modo que os incrementos de biomassa total decorreram do acúmulo da fração colmo. Vale enfatizar que o estreitamento da relação lâmina:colmo no dossel tem efeito negativo sobre a eficiência de utilização da forragem produzida, influenciando o pastejo seletivo dos animais (Carvalho et al., 2001).

2.4.8. Densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento

A produtividade do pasto é decorrente de um processo dinâmico no qual o acúmulo de MS 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, pode-se saber 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 da vida das folhas. Segundo Colvill & Marshall (1984), apesar de as 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, assegurando 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 nitrogênio. Garcez Neto et al. (2002) verificaram efeito expressivo do suprimento de

nitrogênio no número total de perfilhos, com incremento de 21% na sua população. Segundo 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.

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⁻³ de nitrogênio, efeito que não foi observado para intensidade de corte. Por outro lado, esses autores não constataram maior evidência do efeito do nitrogênio nessa variável em relação à TAlF e TApF.

Outro aspecto importante para o entendimento 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* (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 & Chapman (1996), em sistema de pastejo rotativo, a densidade de perfilhos aumenta após a retirada dos animais até o IAF atingir valor entre 3 e 4, 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, foram verificados no início do período de rebrotação e decresceram linearmente com os dias após o pastejo e o incremento no IAF.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi conduzido em área do Setor Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de novembro de 2007 a março de 2008. O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata Mineira, a 651 metros de altitude, nas coordenadas geográficas 20° 45' 40" S e 42° 51' 40" O.

3.2. Clima

O clima da região de Viçosa, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical, subtipo Cwa, caracterizado por inverno ameno e seco e estações chuvosa e seca bem definidas. A precipitação pluvial média anual é de 1.340 mm, a umidade relativa do ar, de 80% e as temperaturas médias máximas e mínimas, de 27,3 e 14,9°C, respectivamente (Figura 1).

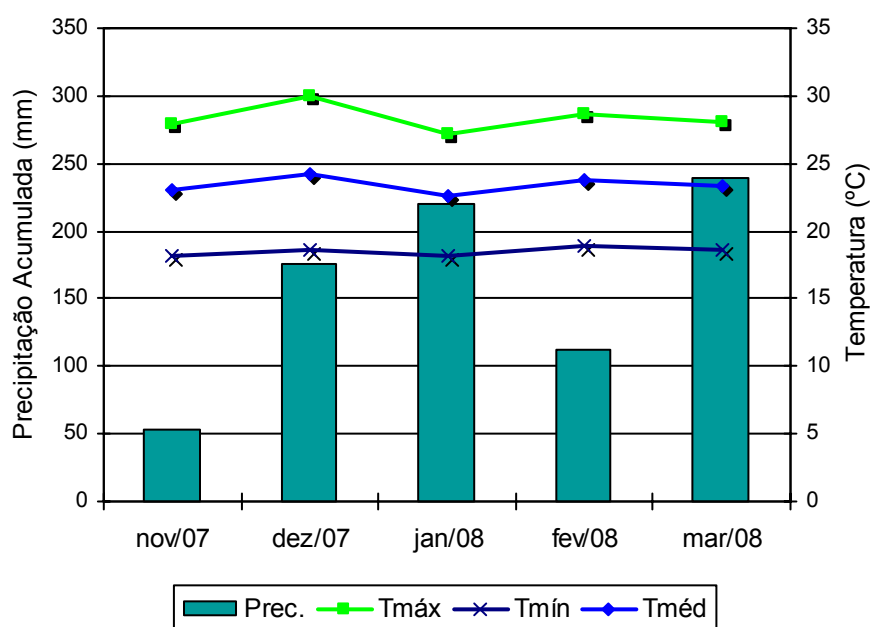


Figura 1: Precipitação pluvial mensal acumulada (Prec.) e temperaturas máximas (Tmáx), médias (Tméd) e mínimas (Tmín) observadas durante o período experimental.

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola/UFV.

3.3. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4×3 , composto de quatro doses de nitrogênio (sem aplicação de nitrogênio, 80, 160 ou $320 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}$) e três densidades de plantas (9, 25 e $49 \text{ plantas.m}^{-2}$), totalizando 12 tratamentos. O delineamento foi em blocos completos casualizados com duas repetições. Os blocos foram criados de acordo com a declividade da área experimental.

3.4. Implantação e histórico da área experimental

Utilizou-se área com capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) estabelecida em parcelas $3 \times 3 \text{ m}$ em dezembro de 2005, onde foram realizados estudos semelhantes por Magalhães (2007).

Durante o período de implantação, na área experimental, realizaram-se gradagem e aração do solo. Foram retiradas amostras de solo, na camada de 0 a 20 cm, para caracterização química e física, correção da acidez e aplicação de adubos necessários. Com base nos resultados da análise do solo, efetuou-se a aplicação de P_2O_5 (110 kg.ha^{-1}) utilizando-se como fonte o superfosfato simples, incorporado manualmente na camada de 0 a 10 cm de profundidade.

Os 12 tratamentos foram distribuídos por sorteio entre as unidades experimentais, de modo que em cada bloco contivesse uma repetição de cada tratamento.

Antes da implantação, em novembro de 2005, sementes de capim-tanzânia foram germinadas em casa de vegetação em bandejas com substrato agrícola, onde foram mantidas até atingirem, aproximadamente, 15 cm de altura, quando foram levadas ao campo. As mudas foram transplantadas para pequenas covas feitas nas parcelas de $3 \times 3 \text{ m}$ de modo a assegurar as densidades de plantas propostas no experimento.

As doses de nitrogênio (uréia) foram divididas em três aplicações, a primeira 30 dias após o transplante (dezembro de 2005) e as outras duas, após os dois cortes sucessivos. Desde então, as parcelas de capim-tanzânia vêm sendo manejadas de acordo com a interceptação luminosa.

Em abril de 2006, após a constatação de efeitos pouco expressivos do nitrogênio na produção de matéria seca e no fluxo de tecidos, efetuou-se outra adubação nas mesmas doses, também parceladas em três vezes.

3.5. Solo e adubações

O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999), com textura argilosa. Antes do início do experimento (outubro de 2007), foi feita nova 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 área experimental realizadas em outubro de 2007 na camada de 0 a 20 cm de profundidade

Características químicas	Resultados
pH (H ₂ O)	5,88
Ca - KCl - 1 mol/L (cmol _c .dm ⁻³)	3,40
Mg - KCl - 1 mol/L (cmol _c .dm ⁻³)	0,88
Al - KCl - 1 mol/L (cmol _c .dm ⁻³)	0,00
H + Al - Acetato de cálcio 0,5 mol/L (cmol _c .dm ⁻³)	3,59
Soma das bases (cmol _c .dm ⁻³)	4,40
Capacidade de troca de cátions (cmol _c .dm ⁻³)	4,40
Saturação por alumínio (%)	0,00
Saturação por bases (%)	55,00
P-Mehlich (mg.dm ⁻³)	2,25
K- Mehlich (mg.dm ⁻³)	47,00
Matéria orgânica (dag/kg)	1,67

Considerando os resultados da análise de solo, efetuou-se a aplicação de 200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, sobre a superfície do solo, sem incorporação. As doses de nitrogênio foram divididas em três aplicações: a primeira logo após o corte de uniformização, realizado em novembro de 2007; e as demais, após o segundo e o terceiro corte de cada parcela. Foram aplicados 150 kg.ha⁻¹ de K₂O divididos em duas aplicações, uma logo após o corte de uniformização e a segunda, após o segundo corte em cada parcela. As fontes de nitrogênio e potássio foram uréia (46 % de N) e cloreto de potássio (60 % de K₂O), respectivamente.

3.6. Monitoramento das condições experimentais

Em novembro de 2007, foi realizado o corte de uniformização, que marcou o início do experimento. A partir deste momento, realizou-se o acompanhamento da interceptação luminosa nas parcelas. Na Figura 2 observam-se as parcelas do capim-tanzânia logo após ao corte de uniformização.



Figura 2: Área experimental após o corte de uniformização realizado no dia 6/11/2007.

O acompanhamento da interceptação de luz foi feito utilizando-se o sistema de análise da cobertura vegetal SUNSCAN (Delta-T, Cambridge, Inglaterra), com o qual foram tomadas medidas da radiação fotossinteticamente ativa acima e abaixo do dossel. Os valores obtidos foram utilizados para calcular a porcentagem da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela forrageira. Para isso, foram realizadas seis leituras por parcela: sendo três acima do dossel e três no nível do solo, em três pontos distintos.

O monitoramento da interceptação de luz foi realizado a cada três dias até leituras próximas de 90%, quando passou a ser feito diariamente até atingir 95% de IL, momento em que as parcelas eram cortadas com auxílio de roçadeira a gasolina. Independentemente da altura do dossel, o corte foi realizado a 25 cm do nível do solo.

3.7. Avaliações

As características morfogenéticas foram avaliadas em dois perfilhos por parcela, foram marcados após o corte de uniformização, nos quais foram tomadas as medidas com uso de régua milimetrada duas vezes por semana. Foram efetuadas medidas do comprimento de lâminas foliares, do comprimento da porção verde das lâminas senescentes e da altura da 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. A partir dessas medidas, foram estimadas:

- taxa de aparecimento foliar (folhas.dia^{-1}): quociente entre o número de folhas surgidas por perfilho e número de dias do período;
- filocrono (dias.folha^{-1}): inverso da taxa de aparecimento de folhas;
- taxa de alongamento foliar (cm.dia^{-1}): variação média no comprimento da folha em expansão durante o período de avaliação;
- taxa de senescência foliar (cm.dia^{-1}): variação média no comprimento da porção senescente da folha;
- número de folhas vivas por perfilho: contagem do número de folhas vivas, não senescentes ao fim de cada período de avaliação;
- duração de vida das folhas (dias): determinado pelo produto do número de folhas vivas por perfilho pelo filocrono;
- taxa de alongamento de pseudocolmo (cm.dia^{-1}): variação média no comprimento do pseudocolmo durante o período de avaliação;
- número de perfilhos totais, basilares e aéreos por touceira: determinados pela identificação e contagem do número de perfilhos de cada classe existentes em cada touceira.

A dinâmica de perfilhamento e suas respectivas taxas de aparecimento e mortalidade de perfilho foram avaliadas em duas touceiras (unidade de amostragem) por parcela. No início do período experimental, todos os perfilhos existentes nas touceiras foram contados e marcados com arames revestidos de plástico de determinada cor. A cada nova amostragem, realizada a intervalos de 28 dias, novos perfilhos foram marcados com cores diferentes. Assim, foi determinada a população de perfilhos de

todas as gerações (cores diferentes), o que permitiu a estimativa de suas respectivas taxas de aparecimento e mortalidade, calculadas da seguinte forma:

$$TApP = \frac{PERF_{NOVOS}}{PERF_{TOTAIS}} \times 100 \quad TMoP = \frac{PERF_{TOTAIS} - PERF_{SOBREV.}}{PERF_{TOTAIS}} \times 100$$

em que:

- TApP: taxa de aparecimento de perfilhos;
- TMoP: taxa de mortalidade de perfilhos;
- PERF_{NOVOS}: perfilhos que surgiram na última geração observada;
- PERF_{TOTAIS}: somatório do número de perfilhos de todas as gerações identificadas anteriormente a última geração;
- PERF_{SOBREV.}: somatório do número de perfilhos de gerações anteriores que permaneceram vivos na última geração avaliada;

As taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos foram calculadas para cada classe de perfilhos (totais, basilares e aéreos) em cada uma das duas touceiras, efetuando-se posteriormente a média para determinação do valor da observação da parcela experimental.

3.8. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando-se o modelo básico:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \times N + \hat{\beta}_2 \times N^2 + \hat{\beta}_3 \times D + \hat{\beta}_4 \times D^2 + \hat{\beta}_5 \times (N \times D)$$

em que: N = dose de nitrogênio; e D = densidade de plantas.

Os demais graus de liberdade relativos aos tratamentos foram agrupados como “falta de ajustamento”. Os modelos foram selecionados com base na significância dos parâmetros acima descritos, adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Para o caso significância para a “falta de ajustamento”, avaliou-se um modelo alternativo ao acima descrito de forma que houvesse ajustamento adequado aos dados.

O número de perfis totais, o número de perfis basílicos e o número de perfis aéreos foram transformados com base no logaritmo neperiano em função da não observação de distribuição normal ($P < 0,05$).

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados pelos procedimentos PROC GLM, PROC REG e PROC NLIN implementados no programa SAS (*Statistical Analysis System*).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características morfológicas e estruturais

Os resultados da análise de variância para as características avaliadas são apresentados na Tabela 2, na qual se observa a significância estatística da falta de ajustamento e dos componentes do modelo básico de regressão, bem como os coeficientes de variação. Para as variáveis que apresentaram falta de ajustamento significativa, foi ajustado um novo modelo com mais componentes.

Tabela 2: Nível de significância para os componentes da regressão, para a falta de ajustamento (FA) e coeficiente de variação (CV) das características morfológicas e estruturais de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas (D)

Variáveis*	Efeito						CV(%)
	N	N ²	D	D ²	N×D	FA	
TAIPC	0,0279	0,3816	0,8716	0,2415	0,7157	0,7660	59,2
TAIF	<0,0001	0,0205	0,1175	0,9843	0,1418	0,0096	11,2
TApF	0,0079	0,2642	0,1536	0,7452	0,9769	0,5834	23,3
Filocrono	0,0005	0,1544	0,4665	0,1588	0,4999	0,1641	18,9
TSeF	0,5865	0,8108	0,7774	0,5482	0,8693	0,5699	52,3
NFV	0,9109	0,3470	0,7192	0,1738	0,6269	0,1448	9,1
DVF	0,0104	0,1952	0,7092	0,6721	0,8511	0,7375	24,5
NPT	<0,0001	0,9174	0,0641	0,0209	0,0163	0,0134	16,1
NPB	<0,0001	0,3725	0,1490	0,0129	0,0301	0,0761	18,6
NPA	0,0391	0,0473	0,1832	0,8952	0,2162	0,0084	32,5

* TAIPC: taxa de alongamento do pseudocolmo; TAIF: taxa de alongamento foliar; TApF: taxa de aparecimento foliar; Filocrono; TSeF: taxa de senescência foliar; NFV: número de filhas vivas; DVF: duração da vida da folha; NPT: número de perfilhos totais por touceira; NPB: número de perfilhos basilares por touceira; e NPA: número de perfilhos aéreos por touceira.

4.1.1. Taxa de aparecimento foliar

A taxa de aparecimento foliar (TApF) foi influenciada linear e positivamente pela adubação nitrogenada ($P < 0,05$), mas não sofreu efeito da densidade de plantas nem da interação entre esses fatores ($P > 0,05$) (Figura 3). Na ausência de aplicação de nitrogênio, a TApF foi de $0,16 \text{ folhas.dia}^{-1}$ e, na dose de 320 kg.ha^{-1} , de $0,24 \text{ folhas.dia}^{-1}$, o que representa aumento de 50%.

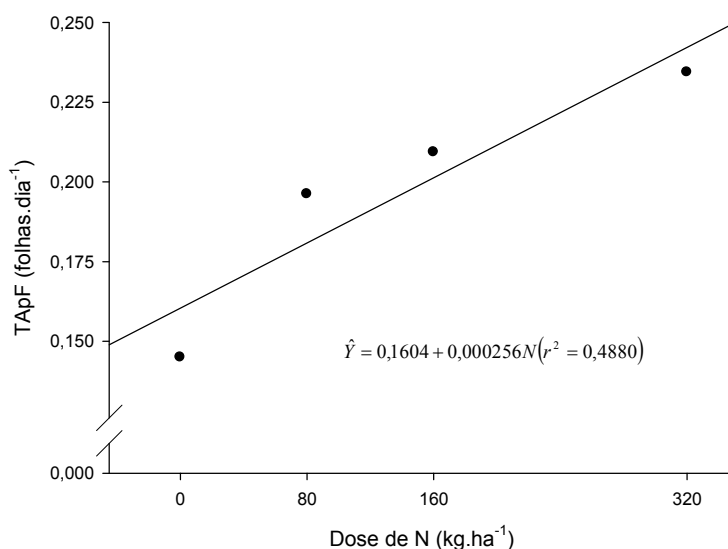


Figura 3: Taxa de aparecimento foliar (TApF) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).

A importância do nitrogênio na produção de tecidos foliares se deve à grande demanda por este nutriente nas zonas de divisão celular (Skinner & Nelson, 1995). Tanto os valores de TApF quanto o aumento obtido com aplicação de 320 kg.ha^{-1} de N observados neste experimento foram semelhantes aos referenciados na literatura. Todavia, o valor de TApF na ausência de nitrogênio foi relativamente alto se comparado aos relatados na maioria dos estudos de morfogênese.

Segundo Duru & Ducrocq (2000), a influência do nitrogênio na TApF pode ser analisada como resultado da combinação de vários fatores, como altura de bainha, alongamento foliar e temperatura. De acordo com Grant et al. (1981), a TApF é significativamente influenciada pela taxa de alongamento foliar e pelo comprimento de pseudocolmo, o qual determina o percurso para que a folha possa emergir.

Garcez Neto et al. (2002), em trabalho com quatro níveis de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 mg.dm⁻³) 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⁻¹ nas doses de 0 e 200 mg.dm⁻³ de N. 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, para plantas sem adubação nitrogenada com frequência de corte de três folhas completamente expandidas, até 0,1275 folhas.dia⁻¹ para plantas recebendo 120 mg.dm⁻³ de N e com cinco folhas completamente expandidas.

Patês et al. (2007), em experimento com combinação de doses de nitrogênio e fósforo (P), observaram efeito do suprimento de nitrogênio sobre a taxa de aparecimento de folhas do capim-tanzânia, com aumentos de, em média, 70% na TApF com a aplicação de 100 kg.ha⁻¹ de N, independentemente da dose de P₂O₅. A adubação fosfatada, isoladamente, não alterou a taxa de aparecimento de folhas, o que comprova a importância do nitrogênio na morfogênese de gramíneas forrageiras.

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), em alta disponibilidade de nitrogênio, ocorre elevada estimulação 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 da TApF. Todavia, Skinner & 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.

Neste experimento, a altura de resíduo foi fixada em 25 cm e a frequência de desfolhações foi determinada pela interceptação de luz, portanto, as diferenças observadas na TApF foram determinadas apenas pelo nitrogênio. Todavia, a alta TAIPC observada nas maiores doses de nitrogênio (Figura 6), pode ter implicado em aumentos menos expressivos da TApF. Assim, as plantas das parcelas com mais nitrogênio podem ter apresentado colmos maiores, o que permite inferir que a distância que as folhas percorreram para emergir foi maior. Neste sentido, Barbosa et al. (2002), em experimento com capim-tanzânia mantido sob dois resíduos pós-pastejo, observaram menor TApF no resíduo mais alto.

4.1.2. Filocrono

O filocrono respondeu linear e negativamente à aplicação de nitrogênio ($P < 0,05$), mas não foi influenciado ($P > 0,05$) pela densidade de plantas nem pela interação entre esses fatores (Figura 4). Os valores encontrados foram de 4,44 dias.folha⁻¹ para dose de 320 kg.ha⁻¹ e 7,57 dias.folha⁻¹ para ausência de aplicação de nitrogênio.

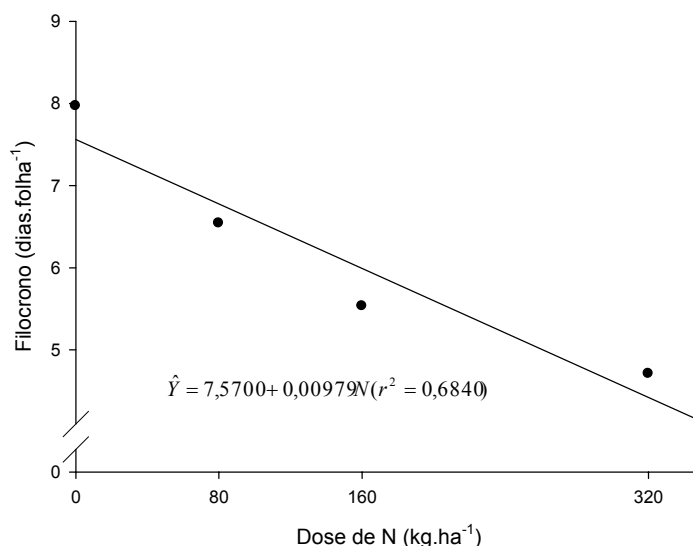


Figura 4: Filocrono em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).

A redução do filocrono com a adubação nitrogenada foi ocasionada pelo efeito positivo do nitrogênio sobre a TApF. Neste sentido, 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, rápida recuperação de seu aparato fotossintético pode possibilitar sua sobrevivência 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, de 4,68; 5,03 e 5,42 dias.folha⁻¹ para as adubações com NK, NP e NPK, respectivamente, e 6,92 dias.folha⁻¹ para as plantas que não receberam adubo. Filocronos de 12,20; 8,47 e 6,99 dias.folha⁻¹ foram registrados por

Alexandrino et al. (2004) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubado com 0, 20 e 40 mg.dm⁻³ de N por semana.

Como o número de folhas vivas por perfilho é definido pela espécie (Fulkerson & Slack, 1995), pode-se inferir que as 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 freqüentes e evita perdas por senescência foliar (Alexandrino et al., 2004).

4.1.3. Taxa de alongamento foliar

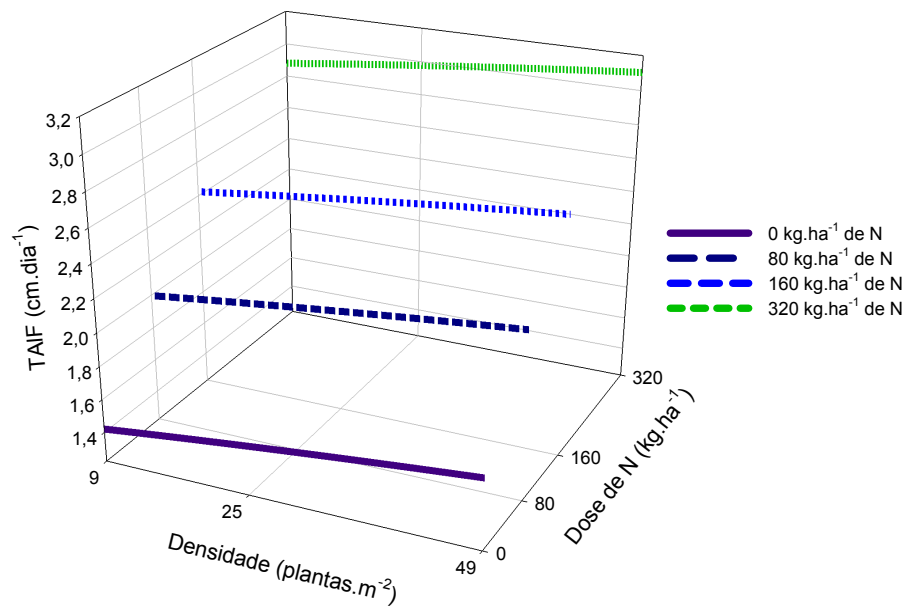
A taxa de alongamento foliar (TAIF) foi influenciada de forma exponencial pelas doses de nitrogênio e de forma quadrática pelas densidades de plantas ($P < 0,05$), mas não houve interação entre esses fatores ($P > 0,05$) (Figura 5).

Embora o efeito das densidades de plantas sobre a TAIF tenha sido pouco acentuado (Figura 5 a), a ocorrência de maior TAIF nas maiores densidades pode ser explicada pelo fato de que plantas em dosséis mais densos tendem a maior alongamento foliar para tentar buscar maior interceptação de luz nas condições de competição. A resposta exponencial da TAIF com as doses de N (Figura 5 b), no entanto, pode ser explicada pelo modelo cinético de Michaelis-Menten, ou seja, pela ocorrência de respostas marginais decrescentes com a adubação (Lana, 2007). Embora não tenha ocorrido interação ($P > 0,05$), as TAIF nas três densidades de planta e nas quatro doses de N são apresentados na Tabela 3.

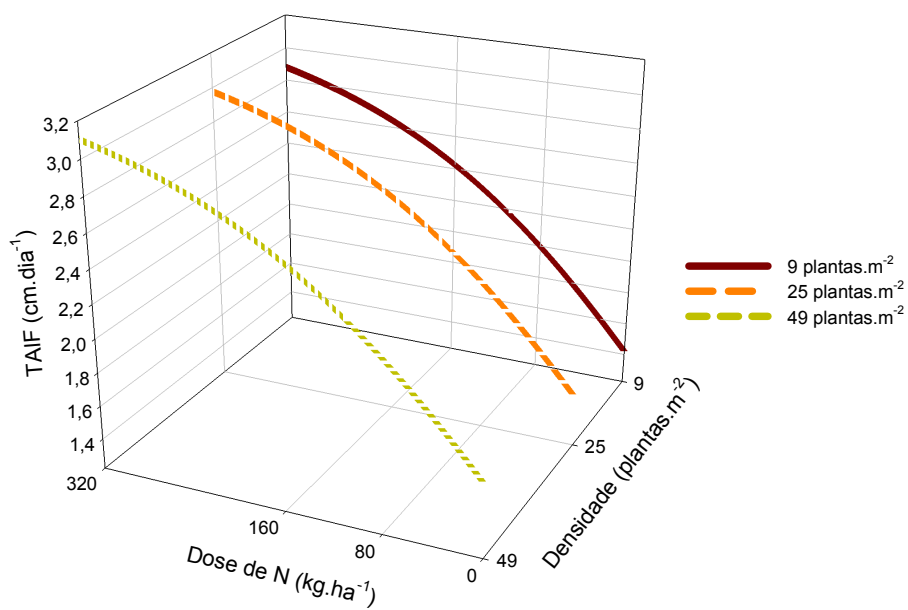
Tabela 3: Taxa de alongamento foliar (cm.dia⁻¹) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio em diferentes densidades de plantas

Densidade (plantas.m ⁻²)	Dose de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)			
	0	80	160	320
9	1,42	2,00	2,42	2,88
25	1,52	2,09	2,52	2,98
49	1,65	2,22	2,65	3,10

(a)



(b)



$$\hat{Y} = 1,3612e^{(0,8107(1-e^{(-0,00715N)})} + 0,00678D - 0,00002D^2 \quad (R^2=0,9771)$$

Figura 5: Taxa de alongamento foliar (TAIF) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro da dose de N; (b) efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.

Os aumentos promovidos pelas doses de nitrogênio foram superiores aos causados pelas densidades de plantas (Tabela 3), o que sugere maior efeito do nitrogênio no processo de produção de folhas em pastos de capim-tanzânia. Assim, os aumentos promovidos pela aplicação de 320 kg.ha⁻¹ de N em relação a ausência de aplicação foram de 103, 96 e 88% para as densidades de 9, 25 e 49 plantas.m⁻², respectivamente, enquanto, com o aumento da densidade de plantas de 9 para 49 plantas.m⁻², 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⁻¹ de N.

A taxa de alongamento foliar é uma das características morfológicas mais relacionadas à adubação nitrogenada (Garcez Neto et al., 2002; Martuscello et al., 2005; Martuscello et al., 2006; Oliveira et al., 2007; Patês et al., 2007). Em geral, a maioria dos autores obteve resposta linear da TAlF às doses de nitrogênio avaliadas.

Gomide (1997), utilizando dose de 150 mg.dm⁻³ de N na avaliação da morfogênese do perfilho principal de quatro cultivares de *P. maximum* durante a rebrotação, observou TAlF média de 66,57 mm.dia⁻¹. Martuscello et al. (2005), em capim-xaraés adubado com quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg.dm⁻³), 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 melhora de 64% no alongamento das folhas na dose de 120 mg.dm⁻³ de N 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⁻³ de N 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, tem a capacidade de 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.

4.1.4. Taxa de alongamento de pseudocolmo

A taxa de alongamento de pseudocolmo (TAlPC) do capim-tanzânia foi influenciada linear e positivamente ($P < 0,05$) pela adubação nitrogenada, mas não foi

observado efeito ($P>0,05$) da densidade de plantas nem interação densidades de plantas \times doses de nitrogênio (Figura 6).

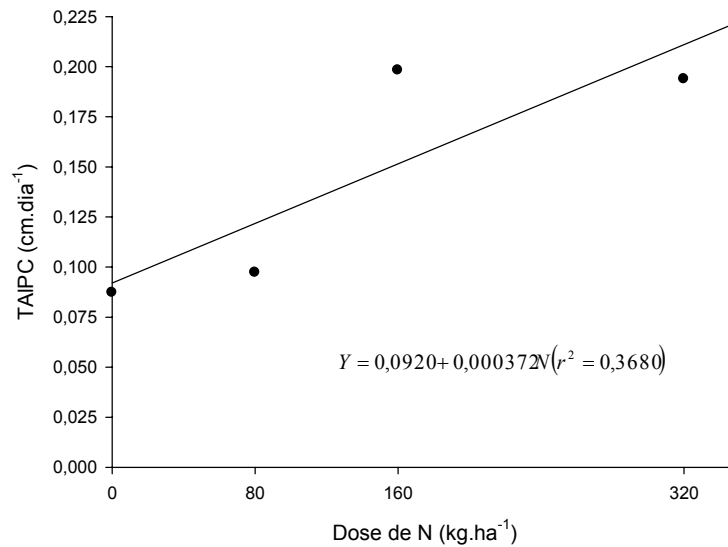


Figura 6: Taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).

Com a aplicação da dose equivalente a 320 kg.ha⁻¹ de N, a TAIPC foi de 0,21 cm.dia⁻¹, o que representa aumento de 133% em relação à não-aplicação de nitrogênio (0,09 cm.dia⁻¹). Resultados semelhantes foram observados por diversos autores em gramíneas do gênero *Panicum* (Lavres Jr. et al., 2004; Oliveira et al., 2007; Patês et al., 2007).

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 MS do pasto (Werner, 1986). Além disso, o nitrogênio também pode estimular o rápido desenvolvimento do dossel forrageiro e a elevação do sombreamento dos perfilhos, que respondem a esta condição ambiental aumentando a TAIPC para expor a parte do aparato fotossintético mais ativa (as 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 da frequência de cortes nas doses mais elevadas pode ter causado efeito sobre a TAIPC, uma vez que as parcelas com mais nitrogênio se recuperaram mais

rapidamente após o corte, permanecendo mais tempo em condições de alto sombreamento em comparação àquelas sem adubação nitrogenada.

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 esta variável. 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), observaram maior comprimento do pseudocolmo no capim com adubação nitrogenada. Patês et al. (2007) em experimento com capim-tanzânia em casa de vegetação, observaram interação entre doses de N e P sobre a taxa de alongamento do colmo, mas não notaram efeito do fósforo na ausência de aplicação de nitrogênio.

4.1.5. Taxa de senescência foliar

Não houve influência do nitrogênio, das densidades de planta nem interação entre esses fatores sobre a taxa de senescência foliar (TSeF) ($P > 0,05$), cuja média foi de $0,56 \text{ cm.dia}^{-1}$.

A ausência de efeito significativo das doses de nitrogênio e das densidades de plantas nesta variável 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. Por outro lado, alto coeficiente de variação foi observado para esta variável (Tabela 2), o que também pode ter contribuído para a não-significância das doses de nitrogênio e das densidades.

Entretanto, a senescência observada neste estudo pode estar associada principalmente à senescência das folhas remanescentes ao corte, uma vez que, ao permanecerem mais tempo nos perfilhos do capim-tanzânia, as folhas poderiam apresentar TSeF mais elevada. O fato de as folhas do resíduo permanecerem no dossel após sucessivos cortes também implica maior chance de serem cortadas e danificadas e apresentarem TSeF diferenciadas. Ambos os fatores também podem ter influenciado de modo a aumentar o coeficiente de variação.

Outro fator que pode influenciar a TSeF em sistemas de corte ou pastejo intermitente são as condições variáveis de temperatura, umidade e luminosidade ao longo dos períodos de desfolhação, pois, antes do corte, as folhas dos estratos mais

baixos estavam adaptadas à reduzida intensidade luminosa, o que provavelmente acarretou em baixa fotossíntese e alta respiração. Com a retirada de parte das folhas pelo pastejo ou corte, estas folhas acabam 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 empregados na reconstituição da área foliar do capim que apresenta baixa capacidade de aproveitamento dos nutrientes do solo durante no estágio inicial da rebrotação.

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 de acordo 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.

Fagundes et al. (2006), em experimento com *B. decumbens* adubada com níveis crescentes de nitrogênio, em pastejo sob lotação contínua, mantida a 20 cm de altura, também não observaram efeito das doses de nitrogênio sobre a TSeF. Estes autores atribuíram a ausência de efeito das doses de nitrogênio à uniformidade da altura (20 cm) da pastagem, mantida em todos os piquetes por meio do ajuste na taxa de lotação.

4.1.6. Duração da vida da folha

A duração da vida da folha (DVF) respondeu linear e negativamente à aplicação de nitrogênio ($P < 0,05$), não sendo observados efeitos da densidade de plantas nem da interação entre esses fatores ($P > 0,05$) (Figura 7). Os valores encontrados foram de 21 e 33 dias, respectivamente, para dose de $320 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N e a ausência de aplicação desse nutriente.

O decréscimo na duração de vida da folha com o aumento nas doses de nitrogênio é explicado pela maior renovação de tecidos em plantas adubadas, ou seja, plantas não adubadas com nitrogênio permanecem mais tempo com suas folhas vivas em detrimento da expansão de novas folhas. O decréscimo na DVF também pode ser explicado pelo fato de o nitrogênio aumentar a TAlF, que promove auto-sombreamento e senescência das folhas mais baixas. O manejo da desfolhação por meio da IL tende a reduzir tanto a senescência foliar quanto o acúmulo de colmos, porém esta não é uma condição imprescindível, ou seja, antes de o dossel atingir 95% de IL, já ocorre certa senescência de folhas. Mazzanti & Lemaire (1994) ressaltaram que, em geral, ocorre diminuição na

DVF em situações de alta disponibilidade de nitrogênio, em razão da concorrência por luz, determinada pelo aumento na taxa de alongamento foliar e pelo maior tamanho final das folhas.

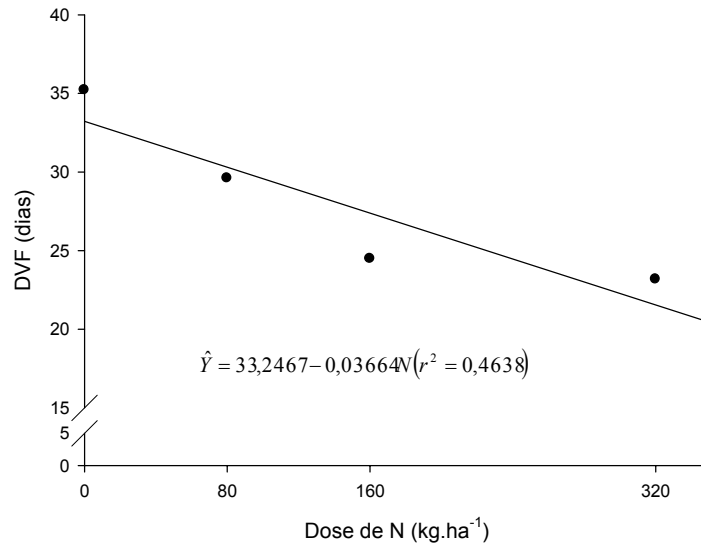


Figura 7: Duração da vida da folha (DVF) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).

Martuscello et al. (2006) também observaram influência linear negativa, tanto da adubação nitrogenada como da frequência de desfolhação, na duração da vida das folhas de capim-massai, que variou de 45 dias, para as plantas sem adubação nitrogenada colhidas com quatro folhas, a 33 dias, para as plantas adubadas com 120 mg.dm⁻³ de N, 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.

Os resultados da literatura sobre a DVF são bastante variáveis, porém quando as plantas são avaliadas em ambientes de maior competição, como em parcelas ou pastagens, o efeito da competição e do auto-sombreamento se torna mais importante para esta variável, que tende a diminuir com o aumento do suprimento de N, diferente do que ocorre nas condições de 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.

4.1.7. Número de folhas vivas por perfilho

Não houve influência das doses de nitrogênio, das densidades de planta nem interação entre esses fatores sobre o número de folhas vivas por perfilho (NFV) ($P > 0,05$). O número de folhas vivas é uma constante definida genotipicamente (Davies, 1988) e pode ser calculado como a duração de vida das folhas, em número de intervalos de aparecimentos de folhas, ou seja, número de filocronos (Nabinger, 1997). O número de folhas vivas é estável quando não há deficiências hídricas ou nutricionais e em condições variáveis de manejo (Pontes, 2001; Nabinger, 2002).

Magalhães (2007), na mesma área experimental na qual foi conduzido este trabalho, porém durante o período de estabelecimento do capim-tanzânia, observou decréscimo no NFV por perfilho com o aumento da densidade de plantas. De acordo com esse autor, o aumento no alongamento das folhas promovido pela maior competição nas densidades mais altas foi priorizado em relação ao número de folhas vivas, o que sugere efeito do estágio de desenvolvimento da planta na DVF.

O número de folhas vivas médio foi de $4,7 \text{ folhas.perfilho}^{-1}$, superior ao observado por Gomide & Gomide (2000), que, em estudo sobre a dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos de quatro cultivares de *P. maximum* em casa de vegetação adubados com 50 mg.dm^{-3} de N, verificaram que a cultivar Tanzânia apresentou valor médio de 3,5 folhas verdes por perfilho após 35 dias de rebrotação. Esses autores relataram ainda que, durante o crescimento inicial do perfilho, enquanto o processo de senescência e morte das folhas de mais baixo nível de inserção não se instala, o número de folhas verdes é igual ao número de folhas expandidas. Entretanto, como consequência da intensificação deste processo, o número de folhas verdes dos perfilhos torna-se progressivamente menor que o número total de folhas expandidas, tendendo a estabilizar-se em torno de um valor constante, conforme a espécie ou a cultivar.

A ausência de efeito do nitrogênio no NFV difere do observado por 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. 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^{-3} de N, respectivamente, mas não foi influenciado pelo regime de desfolhação.

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⁻¹ de N 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⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Segundo esses autores, ao reduzir o NFV e aumentar o número de perfilhos, o nitrogênio criou 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.

4.1.8. Número de perfilhos por touceira

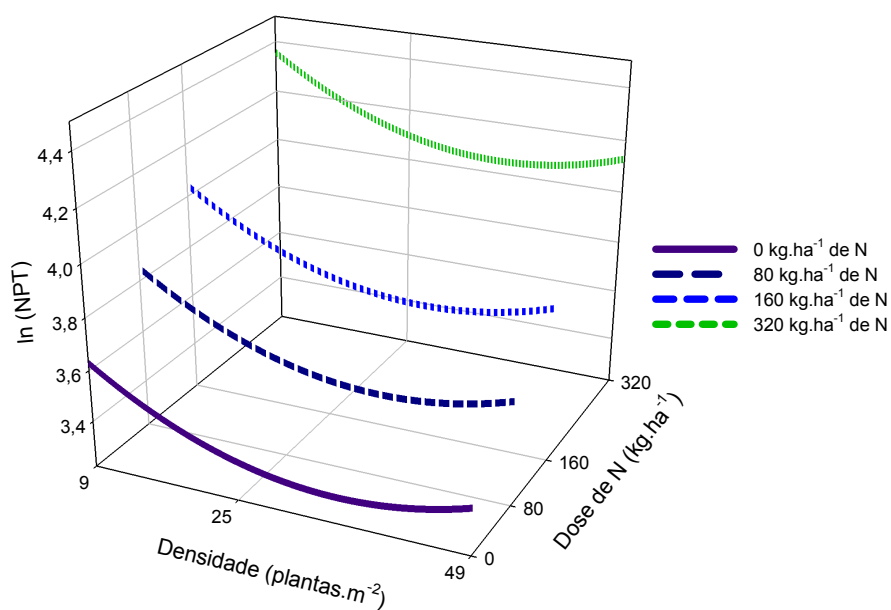
4.1.8.1. Número de perfilhos totais por touceira

Nesta pesquisa, houve efeito exponencial do nitrogênio e efeito quadrático das densidades de plantas sobre o número total de perfilhos por touceira (NPT) ($P < 0,05$), mas não foi observada interação entre esses fatores ($P > 0,05$) (Figura 8). O número total de perfilhos foi transformado pela aplicação de logaritmo neperiano sobre os dados observados.

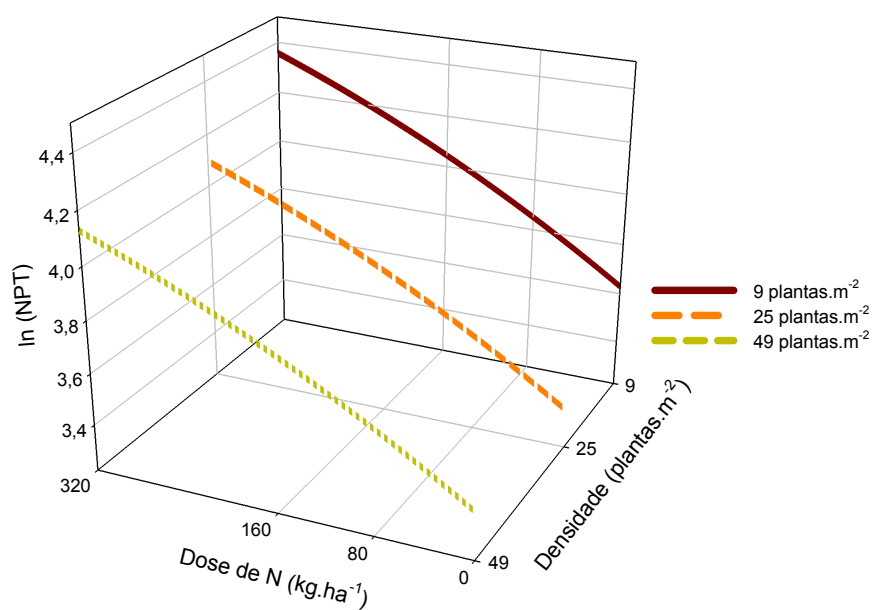
Embora o NPT tenha reduzido com o aumento da densidade de plantas (Figura 8 a), observou-se ligeira elevação entre as densidades 25 e 49 plantas.m⁻². O menor NPT, independentemente da dose de nitrogênio, foi estimado para a densidade de 35 plantas.m⁻². Os maiores NPT foram observados na densidade de 9 plantas.m⁻², o que sugere que, pastagens quando estabelecidas sob baixas densidades de semeadura, tendem a aumentar o número de perfilhos por touceira para ocupar os espaços vazios.

Na ausência de aplicação e nas doses de 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹ de N, o NPT foi, respectivamente, de 38, 47, 57 e 78 na densidade de 9 plantas.m⁻². Na densidade de 25 plantas.m⁻², na ausência de aplicação e nas doses de 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹ de N, 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⁻² foi, em média, 23 e 20%, respectivamente. Essa redução no NPT com a densidade pode ser explicada pelo efeito da redução na luminosidade e na disponibilidade de nutrientes causada pelas condições de alta densidade de plantas.

(a)



(b)



$$\hat{Y} = 3,8737e^{(0,3294(1-e^{(-0,00231N)})} - 0,0311D + 0,000438D^2 \quad (R^2=0,9957)$$

Figura 8: Número de perfilhos totais por touceira (NPT) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.

Apesar do efeito exponencial das doses de nitrogênio sobre o NPT por touceira, as doses de nitrogênio avaliadas no experimento não foram suficientes para estabilização no número de perfilhos (Figura 8 b).

Maior número de perfilhos totais por touceira foi observado para a densidade de 9 plantas.m⁻², independentemente da dose de N, enquanto, nas densidades de 25 e 49 plantas.m⁻², os valores de NPT foram semelhantes (Figura 8 b) A aplicação de 320 kg.ha⁻¹ de N em relação à ausência de aplicação promoveu aumento médio de 107% no NPT, 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 MS, uma vez que a produção de forragem é condicionada pela população de perfilhos (Nelson & Zarrouh, 1981).

Lavres Jr. et al. (2004) observaram efeito quadrático das doses de nitrogênio sobre o número de perfilhos na cultivar de *P. maximum* Aruana; o número máximo de perfilhos após o primeiro corte foi observado na dose de 373 mg.L⁻¹ de N, enquanto após o segundo corte a dose que mais estimulou o perfilhamento foi de 299 mg.L⁻¹. Efeito quadrático das doses de nitrogênio sobre o perfilhamento também foi observado por Garcez Neto et al. (2002), que também observaram correlação de 0,75 com o NFV e a TApF em capim-mombaça cultivado em casa de vegetação.

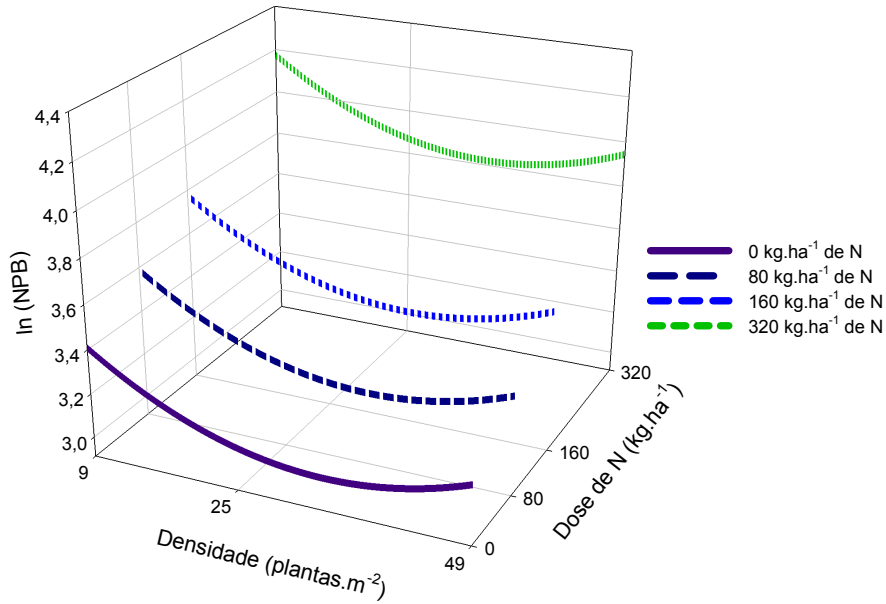
Patês et al. (2007) constataram efeito da interação de doses de fósforo × nitrogênio sobre o número de perfilhos de capim-tanzânia, que respondeu de forma quadrática à aplicação de fósforo apenas quando houve aplicação de nitrogênio, de modo que, nas doses de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na presença de nitrogênio, os valores de perfilhos por planta foram de 2,25; 6,50; 9,25 e 9,82, respectivamente. Esses autores observaram ainda que a ausência de nitrogênio limitou o perfilhamento das plantas, cuja média foi de apenas 1,68 perfilhos.planta⁻¹.

4.1.8.2. Número de perfilhos basilares por touceira

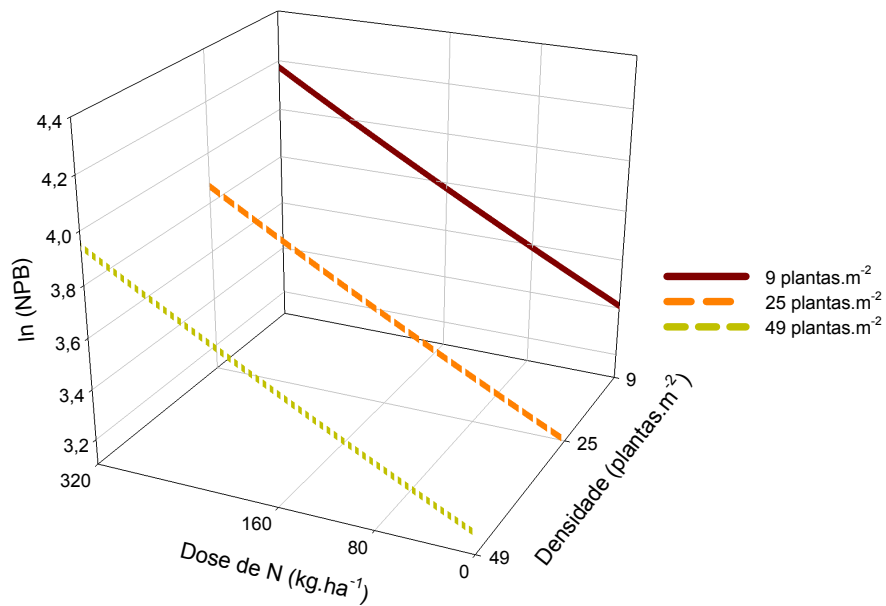
O número de perfilhos basilares por touceira (NPB) foi influenciado de forma exponencial pelas doses de nitrogênio e de forma quadrática pelas densidades de plantas (P<0,05), mas não foi detectada interação significativa (P>0,05) entre esses fatores

(Figura 9). Esta variável foi transformada pela aplicação de logaritmo neperiano sobre os dados observados.

(a)



(b)



$$\hat{Y} = 3,7071e^{(8,2308(1-e^{(-0,000072.N)}))} - 0,0381D + 0,000558D^2 \quad (R^2=0,9948)$$

Figura 9: Número de perfilhos basilares por touceira (NPB) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.

A resposta do número de perfilhos basilares à adubação nitrogenada e às densidades de plantas foi semelhante à do número de perfilhos totais, uma vez que os perfilhos basilares foram mais numerosos que os perfilhos aéreos. O número de perfilhos basilares foi maior na densidade 9 plantas.m⁻² e menor na densidade de 25 plantas.m⁻², com ligeiro aumento na densidade de 49 plantas.m⁻² (Figura 9 a), comprovando influência quadrática da densidade de plantas em associação às doses de nitrogênio.

O maior número de perfilhos basilares na densidade de 9 plantas.m⁻² permite sugerir que dosséis menos densos tendem a favorecer o perfilhamento basilar, e, portanto, o número total de perfilhos (Figura 8). Na ausência de aplicação de nitrogênio e com a aplicação de 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹ de N, os valores foram de 30, 36, 44 e 65 perfilhos basilares por touceira, respectivamente, na densidade 9 plantas.m⁻², enquanto, na densidade de 25 plantas.m⁻², foram de 22, 27, 32 e 48.

A redução no número de perfilhos basilares da densidade de 9 para as de 25 e 49 plantas.m⁻² foi de 26 e 7%, respectivamente, diferente das reduções de 23 e 20% observada no NPT. Esses resultados indicam menor participação dos perfilhos basilares no NPT na densidade de 25 plantas.m⁻² e maior participação dos perfilhos basilares no NPT na densidade de 49 plantas.m⁻². Isto sugere que a maior inibição do perfilhamento basilar na densidade de 25 plantas.m⁻² foi compensada pelo maior perfilhamento aéreo, uma vez que a participação dos perfilhos aéreos no número total de perfilhos foi maior nesta densidade. Por outro lado, a maior participação dos perfilhos basilares na densidade de 49 plantas.m⁻² pode ser explicada pelo fato de que, em maiores densidades, as touceiras foram menores e constituídas de perfilhos menos robustos, com menor capacidade de emitir perfilhos aéreos.

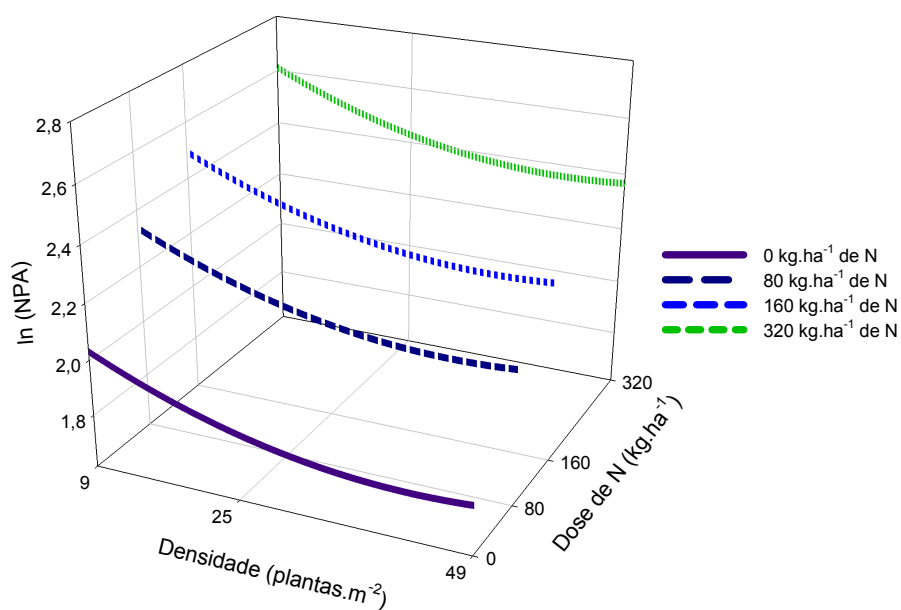
Apesar do efeito exponencial das doses de nitrogênio sobre o NPB, as densidades utilizadas no experimento não foram suficientes para estabilização no número de perfilhos (Figura 9 b). O aumento promovido pela aplicação de 320 kg.ha⁻¹ de N em relação a ausência de aplicação desse nutriente foi, em média, de 115% em todas as densidades de plantas e indica que o efeito do nitrogênio sobre o perfilhamento basilar é mais acentuado que no NPT, cujo incremento foi de 107%, provavelmente em decorrência do efeito do nitrogênio na iniciação das gemas mais bem desenvolvidas (basilares) e do efeito inibitório da auxina sobre o desenvolvimento das gemas mais altas, mais próximas do meristema apical (Taiz & Zeiger, 2004).

4.1.8.3. Número de perfilhos aéreos por touceira

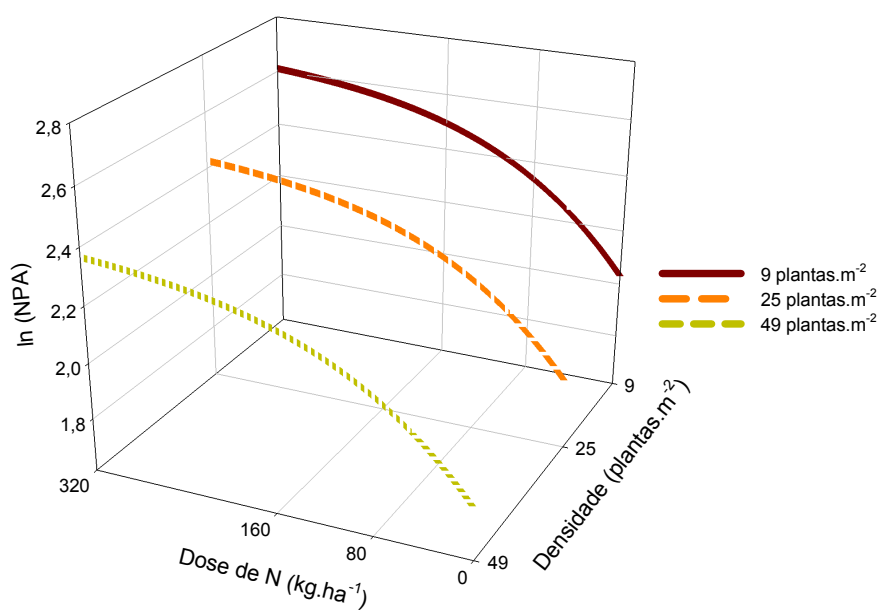
O número de perfilhos aéreos por touceira (NPA) foi influenciado de forma exponencial pelas doses de nitrogênio e de forma quadrática pelas densidades de plantas ($P < 0,05$), no entanto, não foi observada interação entre esses fatores ($P > 0,05$) (Figura 10). Essa variável também foi transformada pela aplicação de logaritmo neperiano sobre os dados observados.

A redução no número de perfilhos aéreos com o aumento da densidade de plantas (Figura 10 a) também foi observada para o número de perfilhos totais e o número de perfilhos basilares. Todavia, não houve aumento no número de perfilhos aéreos da densidade de 25 para a de 49 plantas.m⁻². Maior número de perfilhos aéreos por touceira foi observado na densidade de 9 plantas.m⁻² com a dose de 320 kg.ha⁻¹, seguidas pelas densidades de 25 e 49 plantas.m⁻². O menor número de perfilhos aéreos foi estimado na densidade de 43 plantas.m⁻².

(a)



(b)



$$\hat{Y} = 2,1843e^{(0,2471(1-e^{(-0,00948N)})} - 0,0189D + 0,000221D^2 \quad (R^2=0,9647)$$

Figura 10: Número de perfilhos aéreos (NPA) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.

A ausência de aplicação de nitrogênio resultou em menor produção de perfilhos aéreos. O aumento promovido pelo nitrogênio sobre o número de perfilhos aéreos foi menor que sobre o número de perfilhos totais e basilares (Figura 11).

O maior aumento no número de perfilhos basilares obtido com a aplicação de 320 kg.ha⁻¹ de N também pode ser atribuído à maior frequência de cortes, que resultou em maior exposição das gemas basilares à luz, além do efeito do nitrogênio sobre a iniciação das gemas latentes.

O efeito das doses de nitrogênio sobre o número de perfilhos aéreos, para cada densidade de plantas avaliada no experimento, pode ser visualizado na Figura 10 b. Nas doses mais altas de nitrogênio, houve tendência de estabilização no número de perfilhos aéreos, o que caracteriza resposta exponencial desta variável às doses de nitrogênio. Entretanto, independentemente da dose de nitrogênio, na densidade de 9 plantas.m⁻², o número de perfilhos aéreos foi maior, o que também foi observado para o número de perfilhos totais e basilares.

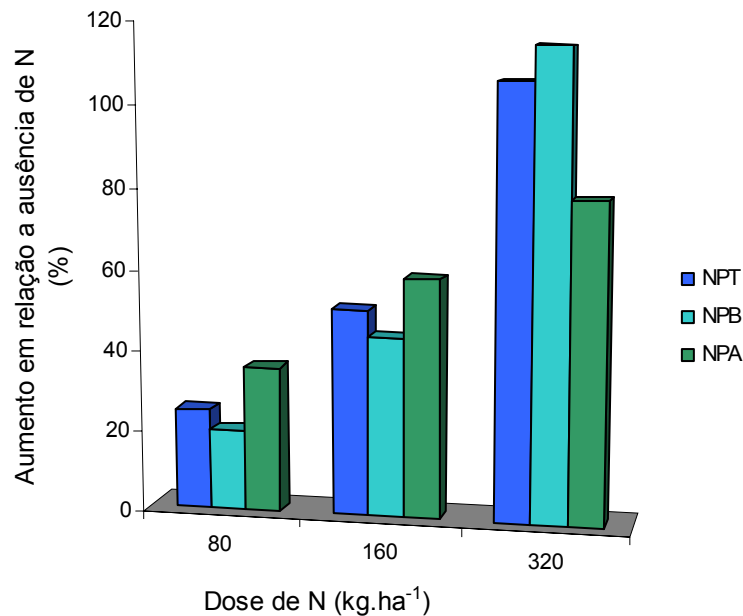


Figura 11: Aumento nos número de perfilhos totais (NPT), número de perfilhos basilares (NPB) e número de perfilhos aéreos (NPA) por touceira em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).

O número e a densidade de perfilhos aéreos, em geral, são pouco discutidos na literatura. Carvalho et al. (2006) não observaram efeito do resíduo pós-pastejo na

densidade de perfilhos aéreos de capim-elefante manejado sob dois resíduos de pastejo no sistema rotativo (50 e 100 cm), porém constataram influência da classe de perfilho e da época de avaliação sobre a densidade populacional de perfilhos, uma vez que o número de perfilhos basilares foi maior na primavera e o número de perfilhos aéreos, no verão. Giacomini (2007) observou padrão semelhante no capim-marandu submetido a frequências e intensidades de pastejo. Segundo esse autor, o perfilhamento, tanto basilar quanto aéreo, foi mais baixo no início da primavera e aumentou do final da primavera até o verão, quando os perfilhos aéreos foram mais freqüentes.

4.2. Dinâmica de perfilhamento

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para as características avaliadas são apresentados na Tabela 4, onde observa-se a significância estatística da falta de ajustamento e dos componentes do modelo básico de regressão, bem como os coeficientes de variação. A ocorrência de falta de ajustamento para qualquer variável significa que os componentes da regressão não representaram a variação observada nos dados, sendo necessário o ajuste de novo modelo.

Tabela 4: Nível de significância para os componentes da regressão e para a falta de ajustamento (FA) e coeficiente de variação das taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos totais, basilares e aéreos em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas (D)

Variável*	Efeito						CV(%)
	N	N ²	D	D ²	N×D	FA	
TApPT	0,0001	0,0254	0,4976	0,0182	0,5527	0,0096	10,2
TMoPT	0,0081	0,0070	0,1565	0,0040	0,2030	0,1008	11,3
TApPB	0,0003	0,0195	0,7602	0,2760	0,3443	0,0704	13,8
TMoPB	0,0507	0,2298	0,1984	0,0025	0,3697	0,6098	18,8
TApPA	0,0961	0,6710	0,8365	0,2158	0,5765	0,4561	65,7
TMoPA	0,0150	0,2708	0,7280	0,3881	0,0754	0,3742	16,4

* TApPT e TMoPT: taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos totais, respectivamente; TApPB e TMoPB: taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos basilares, respectivamente; TApPA e TMoPA: taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos aéreos, respectivamente.

4.2.1. Taxa de aparecimento de perfilhos

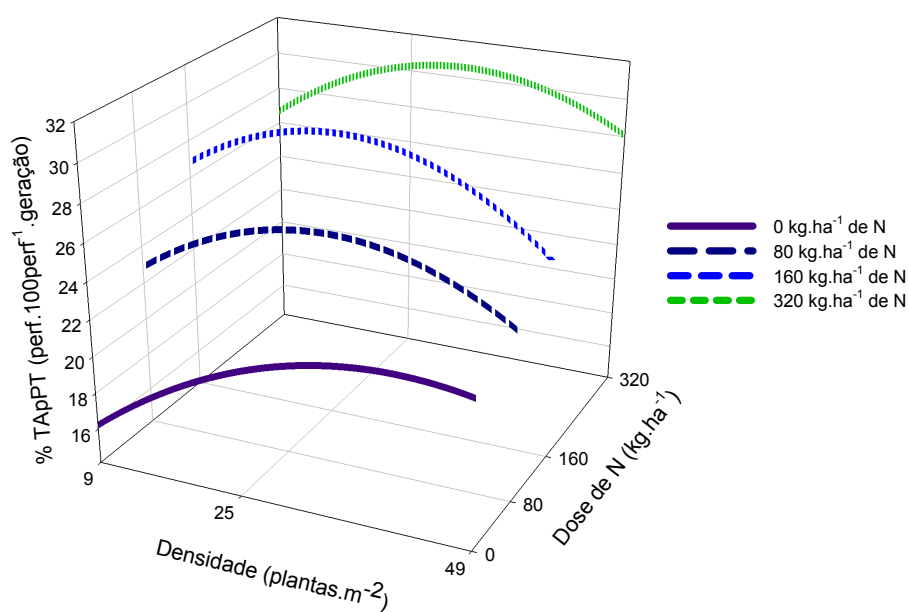
4.2.1.1. Taxa de aparecimento de perfilhos totais

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) das doses de nitrogênio, das densidades de plantas e da interação entre esses fatores sobre a taxa de aparecimento de perfilhos totais (TApPT), que foi menor na ausência de aplicação de nitrogênio (Figura 12). Essa diferença, no entanto, diminuiu com o aumento da densidade de plantas, de modo que os valores se tornaram mais próximos, tanto para ausência de adubação quanto para as doses de 80 e 160 kg.ha⁻¹ de N (22, 23, e 24%, respectivamente) na densidade de 49 plantas.m⁻² (Figura 12 a). Este resultado pode estar relacionado ao efeito das maiores densidades no aumento da competição por nutrientes, o que pode ter causado menor disponibilidade de nitrogênio. 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.

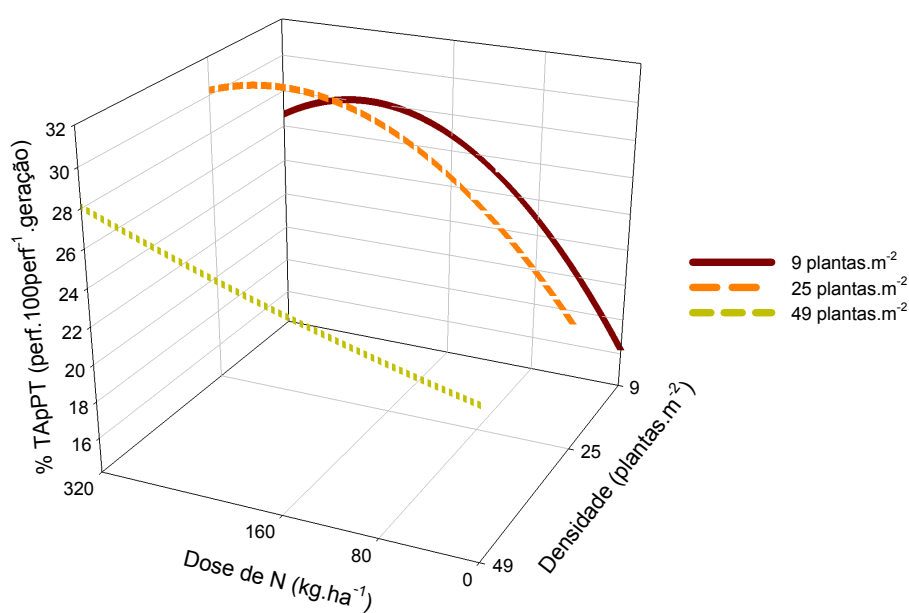
Independentemente da dose de nitrogênio, houve redução na TApPT nas maiores densidades de plantas, porém esta redução foi mais acentuada nas doses de 80 e 160 kg.ha⁻¹ de N. Outro fator que pode ter contribuído para a redução na TApPT nestas doses foi o efeito de auto-sombreamento causado pelo aumento na TAlF nas maiores densidades. De acordo com Sackville-Hamilton et al. (1995), a competição entre perfilhos ocorre, sobretudo, por luz.

Na ausência de aplicação de nitrogênio, a redução na TApPT causada pelo aumento na densidade de 25 para 49 plantas.m⁻² foi menos acentuada (Figura 12 a), provavelmente em razão do menor estímulo à formação de novos perfilhos, causado pela ausência de nitrogênio nas maiores densidades, associado às menores TApF e TAlF, fatores que podem ter contribuído para entrada de maior quantidade de luz nos dosséis e maior sobrevivência dos perfilhos.

(a)



(b)



$$\hat{Y} = 12,2808 + 0,10288N - 0,000218N^2 + 0,4929D - 0,00599D^2 - 0,000037ND^2 + 0,000000097D^2N^2 (R^2 = 0,8324)$$

Figura 12: Taxa de aparecimento de perfilhos totais (TApPT) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.

Houve maior taxa de aparecimento de perfilhos totais com a aplicação de nitrogênio na densidade de 25 plantas.m⁻² (Figura 12 a), o que sugere que altas densidades de plantas prejudicam o surgimento de novos perfilhos, fato que pode ser explicado pelo aumento na competição por luz. De acordo com Davies et al. (1983), outra causa importante da mortalidade de perfilhos em pastagens com alta densidade de plantas é o déficit de carbono, resultante da competição por luz, uma vez que o carbono é alocado preferencialmente nos perfilhos mais antigos, em relação aos novos perfilhos em desenvolvimento.

As doses de 160 e 320 kg.ha⁻¹ de N apresentaram TApPT semelhante quando submetidas a densidade de 9 plantas.m⁻² (Figura 12 a), no entanto, o aumento da densidade de plantas promoveu maior redução para dose de 160 kg.ha⁻¹ de N quando comparada a de 320 kg.ha⁻¹ de N, sugerindo que alta disponibilidade de nitrogênio pode compensar, parcialmente, a competição entre perfilhos.

Em todas as densidades de plantas avaliadas, houve resposta quadrática da TApPT ao aumento da dose de nitrogênio (Figura 12 b). Na densidade de 49 plantas.m⁻², o efeito quadrático foi pouco acentuado, enquanto, nas densidades de 9 e 25 plantas.m⁻², o ponto de máximo da TApPT foi estimado para as doses de 238 e de 254 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente, de modo que as diferenças entre as doses de 160 e 320 não foram expressivas.

Difante et al. (2008), em experimento sobre dinâmica de perfilhamento do capim-marandu submetido a frequências (aparecimento de três, quatro e cinco folhas por perfilho) e intensidades de corte (15 e 30 cm), observaram interação período de avaliação × altura de corte × intervalo de corte para TApPT, que foi maior na condição de 15 cm/5 folhas na avaliação realizada aos 115 dias (janeiro), quando as alturas de corte e a época do ano, favorável à produção de forragem, provavelmente contribuíram para maior entrada de luz na base do dossel, promovendo a ativação de gemas axilares e o aparecimento potencial de novos perfilhos.

4.2.1.2. Taxa de aparecimento de perfilhos basilares

A taxa de aparecimento de perfilhos basilares (TApPB) foi influenciada de forma quadrática pelas doses de nitrogênio ($P < 0,05$), mas não havendo efeito ($P > 0,05$) nem das densidades de plantas nem da interação entre esses fatores (Figura 13). O máximo

perfilhamento basilar no capim-tanzânia (TApPB de 33%) foi estimado na dose de 257 kg.ha⁻¹ de N.

Os aumentos obtidos com a aplicação de nitrogênio foram de 32, 52, e 57% para as doses de 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente. O efeito desse nutriente na TApPB pode estar associado à grande capacidade deste nutriente em estimular a formação de novos perfilhos pela maior iniciação de gemas basais.

A TApF foi influenciada positivamente pelo nitrogênio, o que implica maior número de gemas que potencialmente podem originar novos perfilhos. De acordo com Davies (1974), o número de folhas formadas no eixo do perfilho determina o potencial máximo de aparecimento de novos perfilhos. A ocupação ou desenvolvimento desta quantidade de gemas formadas é denominada *site filling*.

A estabilização da TApPB, resultante da resposta quadrática às doses de nitrogênio, também pode ser explicada pelo aumento das TApF e TAlF, o que pode ter contribuído para maior quantidade de folhas e maior sombreamento nas condições de alta disponibilidade de nitrogênio. Segundo Skinner & Nelson (1992), em 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 usage*.

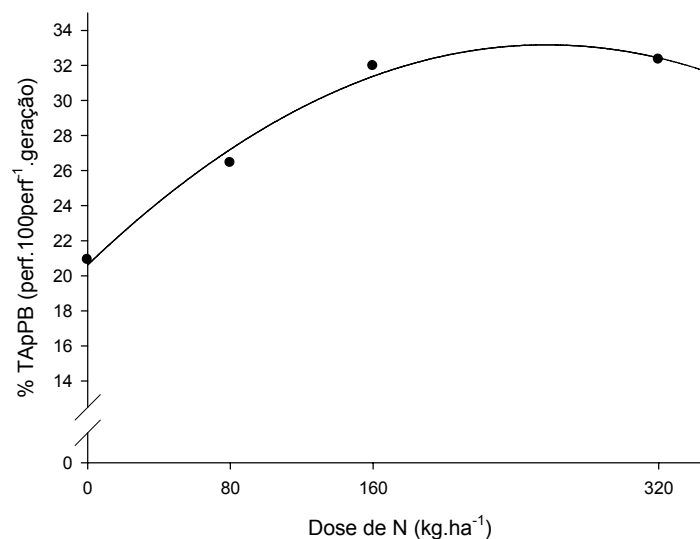


Figura 13: Taxa de aparecimento de perfilhos basilares (TApPB) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).

De fato, a luz é um fator de grande importância para o perfilhamento e, tanto a intensidade luminosa quanto a qualidade da luz que chega à base das touceiras influenciam as taxas de aparecimento e sobrevivência dos perfilhos. Em dosséis muito densos, além da baixa intensidade luminosa, a luz que chega aos perfilhos na base da touceira também é de qualidade inferior, pois é “filtrada” nos estratos superiores do dossel. De acordo com Ballaré et al. (1987), a absorção da luz vermelha (650-680 nm) e a não-absorção da luz vermelho-distante (710-740 nm) pela clorofila modificam a disponibilidade e a qualidade da radiação luminosa nos estratos verticais do dossel. A diminuição na razão entre luz vermelha e luz vermelho-distante implica maior inibição do desenvolvimento das gemas laterais (Casal et al., 1986; Gautier et al., 1999). Contudo, Carvalho et al. (2004) não observaram influência da altura do resíduo (50 e 100 cm) no perfilhamento basilar de capim-elefante sob lotação rotativa adubado com 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 20-5-20, enquanto Morais et al. (2006) verificaram efeito linear de doses de nitrogênio sobre o perfilhamento basilar de pastos de *B.decumbens* cv. Basilisk mantidos a 20 cm em lotação contínua nos períodos de seca e transição águas-seca e relacionaram esse efeito ao aumento na TApF nesse período.

4.2.1.3. Taxa de aparecimento de perfilhos aéreos (TApPA)

Não houve influência ($P>0,05$) das doses de nitrogênio, das densidades de plantas nem interação entre esses fatores sobre a taxa de aparecimento de perfilhos aéreos (TApPA), cujo valor médio foi 22%. A ausência de efeito significativo pode ser atribuída ao elevado coeficiente de variação observado para a TApPA (Tabela 4). Todavia, esperava-se que a TApPA fosse maior nas doses mais altas de nitrogênio, tendo em vista os efeitos desse nutriente sobre o perfilhamento de gramíneas forrageiras.

Neste experimento a altura de corte, ou seja, a altura do resíduo, não variou entre as doses de nitrogênio e as densidades de plantas, portanto a frequência de desfolhações foi determinada pela interceptação de luz. Entretanto, os valores da TAIPC aumentaram de acordo com as doses de nitrogênio, de modo que as plantas com menor dose de nitrogênio ou sem aplicação apresentaram colmos menores, os quais não teriam seu meristema apical removido pela altura do corte. As plantas adubadas com as doses maiores apresentariam colmos mais altos e com mais chance de remoção do meristema apical. Uma vez removido o meristema apical dos perfilhos, haveria maior estimulação para o perfilhamento, principalmente do perfilhamento aéreo, pois, quanto mais

próximas as gemas estão do meristema apical, maior a inibição do desenvolvimento promovida pelo efeito do hormônio auxina.

O efeito das densidades de planta e do nitrogênio no perfilhamento aéreo não é bem relatado na literatura. Giacomini (2007), em experimento com capim-marandu sob lotação intermitente submetido a 95 ou 100% de interceptação de luz e a intensidades de 10 e 15 cm de resíduo de pastejo durante dois anos de avaliação, observou aumento na TApPA nas plantas mantidas com 95% IL e 15 cm de resíduo de pastejo na primavera de 2004 e no verão de 2005. A taxa de aparecimento de perfilhos aéreos, no entanto, reduziu no outono/inverno de 2005 aumentando novamente no período de primavera de 2005/verão de 2006. De acordo com esse autor, a produção de perfilhos aéreos poderia funcionar como estratégia para rápido aumento do IAF de pastos, com menor investimento em colmos, quando as condições ambientais são apropriadas.

Difante et al. (2008) observaram que a remoção do meristema apical de perfilhos basilares e o início do período reprodutivo do capim-marandu determinaram maior aparecimento de perfilhos aéreos (que se desenvolvem nos colmos reprodutivos que tiveram o meristema removido), o que permite sugerir que a ocorrência de perfilhos mais altos ou de maior alongamento de colmos pode aumentar a chance de aparecimento de perfilhos aéreos.

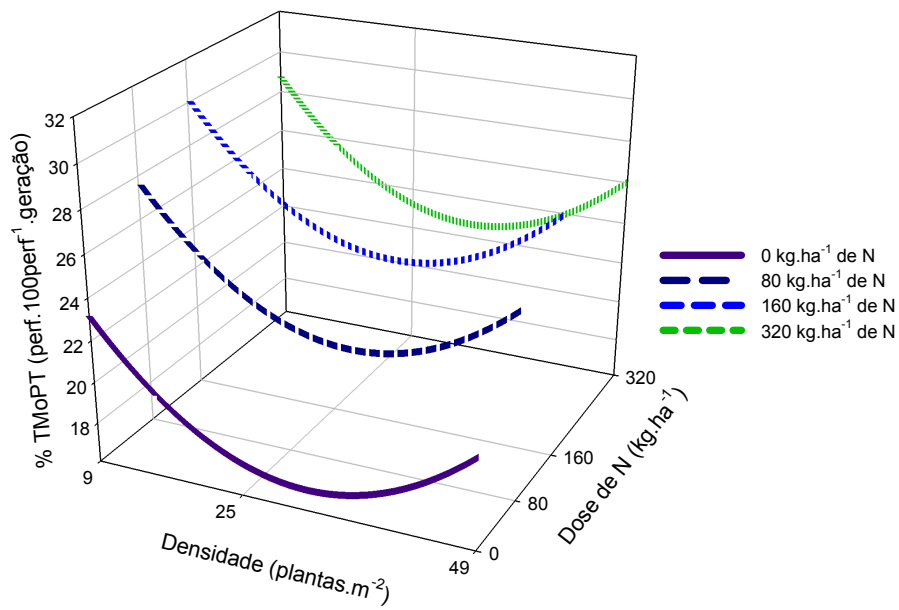
4.2.2. Taxa de mortalidade de perfilhos

4.2.2.1. Taxa de mortalidade de perfilhos totais

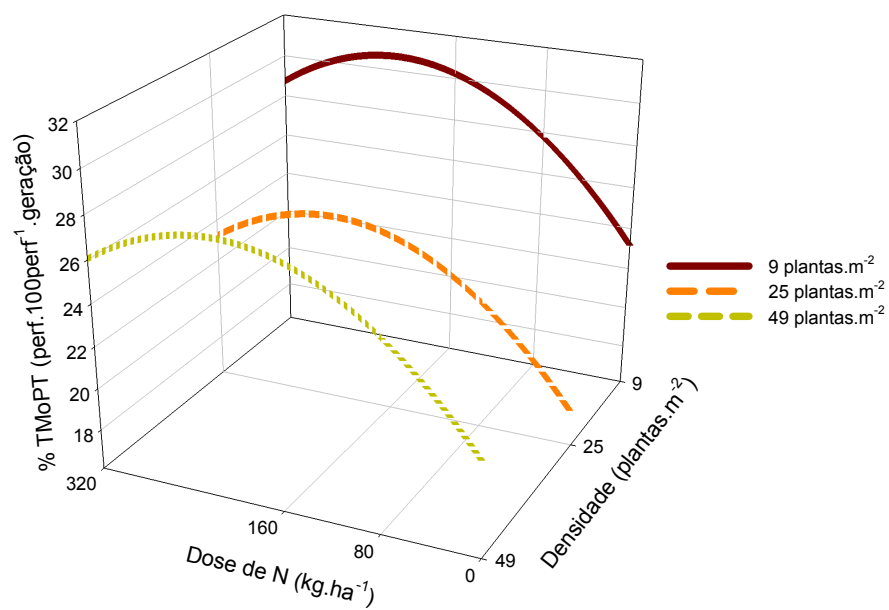
A taxa de mortalidade de perfilhos totais (TMoPT) foi influenciada de forma quadrática, tanto pelas doses de nitrogênio quanto pelas densidades de plantas, mas não houve interação entre esses fatores (Figura 14).

Em todas as doses de nitrogênio, houve redução na TMoPT na densidade 25 plantas.m⁻², fato não esperado, uma vez que a densidade mais alta (49 plantas.m⁻²) ocasionaria maior competição em comparação à de 25 plantas.m⁻² e, portanto, resultaria em maior mortalidade. O ponto de mínimo – no qual, independentemente da dose de nitrogênio, as TMoPT foram menores – foi estimado na densidade de 32 plantas.m⁻².

(a)



(b)



$$\hat{Y} = 28,8677 + 0,0709N - 0,000167N^2 - 0,7375D + 0,01155D^2 \quad (r^2=0,7701)$$

Figura 14: Taxa de mortalidade de perfilhos totais (TMoPT) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) em diferentes densidades de plantas: (a) efeito da densidade de plantas dentro das doses de N; (b) e efeito das doses de N dentro das densidades de plantas.

As taxas de mortalidade observadas nas doses de 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹ foram semelhantes e maiores que a na ausência de aplicação de nitrogênio. O aumento da mortalidade dos perfilhos nas maiores doses de nitrogênio reflete a importância da renovação dos perfilhos durante o período de crescimento da forrageira quando a disponibilidade de nitrogênio é adequada, uma vez que perfilhos mais jovens possuem maior potencial de acúmulo de MS.

O ponto de máxima TMoPT, independentemente das densidades de plantas, correspondeu à dose estimada de 212 kg.ha⁻¹ de N. A menor TMoPT na ausência de adubação, indica que o capim-tanzânia, quando estabelecido em solos pobres em nitrogênio, reduz a mortalidade dos perfilhos como estratégia de sobrevivência.

Independentemente da densidade de plantas, o aumento de 160 para 320 kg.ha⁻¹ de N não implicou aumento expressivo na TMoPT, o que sugere a existência de um ponto de máxima estimulação a partir do qual aumentos nas doses de nitrogênio não influenciariam na mortalidade dos perfilhos.

4.2.2.2. Taxa de mortalidade de perfilhos basilares

A taxa de mortalidade de perfilhos basilares (TMoPB) foi influenciada de forma quadrática pelas densidades de planta ($P < 0,05$), mas não houve efeito das doses de nitrogênio nem interação entre esses fatores (Figura 15).

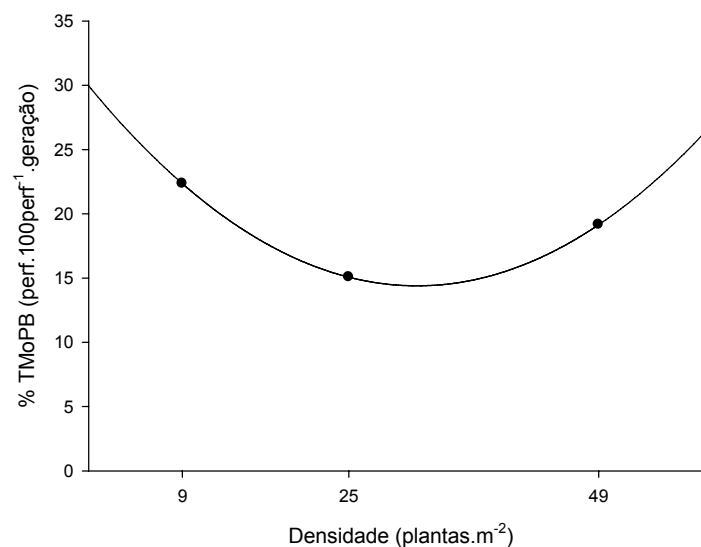


Figura 15: Taxa de mortalidade de perfilhos basilares (TMoPB) em capim-tanzânia sob diferentes densidades de plantas.

A mortalidade de perfilhos basilares reduziu na densidade de 25 plantas.m⁻² e seu ponto de mínimo foi estimado em 31 plantas.m⁻². A redução na taxa de mortalidade dos perfilhos funciona como resposta a condições estressantes, tanto de manejo quanto de alta competição por luz ou por nutrientes. Não era esperada redução na mortalidade de perfilhos basilares na densidade intermediária, uma vez que a densidade de plantas de 49 plantas.m⁻² caracterizaria maior estresse por competição. Maiores TMoPB deveriam ocorrer nas maiores densidades de plantas, nas quais a competição por luz e a competição por nutrientes são maiores, podendo limitar o desenvolvimento das plantas e, portanto, o desenvolvimento e a renovação dos perfilhos basilares.

4.2.2.3. Taxa de mortalidade de perfilhos aéreos

As doses de nitrogênio influenciaram ($P < 0,05$) de forma linear e positiva a taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (TMoPA), no entanto, não houve efeito da densidade de plantas nem interação entre esses fatores para essa variável (Figura 16).

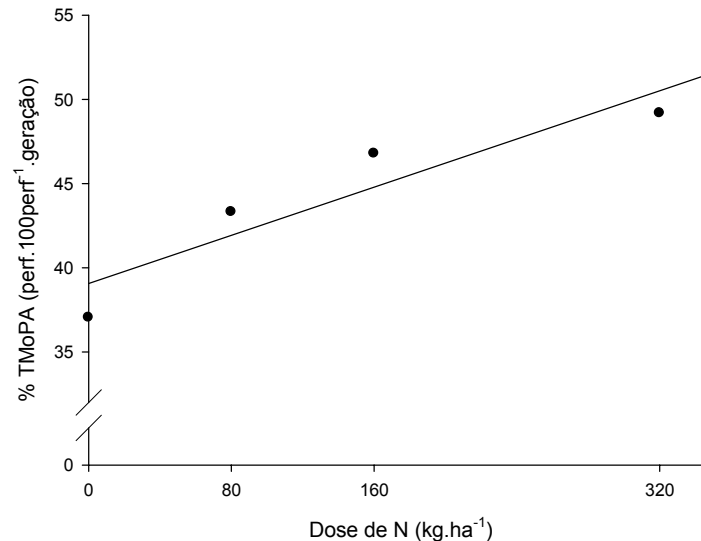


Figura 16: Taxa de mortalidade de perfilhos aéreos (TMoPA) em capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N).

Os valores de TMoPA na ausência de nitrogênio e na dose de 320 kg.ha⁻¹ foram respectivamente, 39 e 50%, o que corresponde a aumento de 29 % na TMoPA. O aumento na mortalidade dos perfilhos aéreos nas maiores doses de nitrogênio pode estar

associado ao aumento na frequência de cortes nessas doses. Nas parcelas onde foram aplicadas as maiores doses de nitrogênio, além de maior frequência de corte, houve maior TAIPC, o que pode ter aumentado a chance de os perfilhos aéreos serem removidos por estarem acima da altura do resíduo, uma vez que não só os perfilhos que senesceram foram utilizados na determinação da taxa de mortalidade, mas também os perfilhos removidos pelo corte.

Segundo Nabinger (1997), a maior causa de mortalidade de perfilhos é a remoção do meristema apical particularmente importante no estágio reprodutivo, quando o alongamento dos entrenós provoca sua elevação até o nível do pastejo ou corte. Em algumas espécies, mesmo no estágio vegetativo, a remoção de folhas pode favorecer o alongamento dos entrenós basilares e aumentar a possibilidade de remoção do meristema apical (Davies, 1988; Chapman & Lemaire, 1993). Todavia, em se tratando de perfilhos aéreos, inseridos em pontos mais altos no dossel forrageiro, a chance de remoção do meristema, ou do próprio perfilho, também é maior.

Giacomini (2007) observou aumento na mortalidade de perfilhos aéreos durante o período de crescimento do capim-marandu e redução no período de outono e inverno, o que sugere a ocorrência de maior longevidade dos perfilhos em condições desfavoráveis. Neste estudo, a TApPA foi 23% maior e a TMoPA 71% menor na condição de 95% de interceptação de luz (IL) em relação à condição de 100% de IL. Carvalho et al. (2006), no entanto, não observaram efeito das alturas de resíduo pós-pastejo sobre as taxas de aparecimento de perfilhos basilares e aéreos em capim-elefante. Provavelmente, esse resultado foi ocasionado pela plasticidade fenotípica (Bradshaw, 1965), também existente em dosséis manejados sob diferentes alturas de resíduo (Butt et al., 1993).

As altas taxas de mortalidade de perfilhos aéreos observadas neste estudo também podem ter sido causadas pelos efeitos do nitrogênio na renovação dos tecidos vegetais. O maior sombreamento, resultantes das altas doses de nitrogênio, também pode ter contribuído, uma vez que os perfilhos aéreos são menos desenvolvidos que os basilares. A taxa de mortalidade de perfilhos aéreos foi inferior à TMoPB, o que indica renovação mais acentuada dos perfilhos basilares.

5. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada aumenta a produção de folhas, pois melhora as taxas de aparecimento e alongamento foliar em capim-tanzânia submetido ao corte na condição de 95% de interceptação de luz. Além disso, reduz a duração de vida das folhas e o filocrono, o que implica necessidade de maior frequência de desfolhação.

A densidade de plantas aumenta ligeiramente o alongamento de folhas e influencia acentuadamente o número de perfilhos basilares e aéreos, que são menos numerosos em maiores densidades. O nitrogênio aumenta o número de perfilhos basilares e aéreos em touceiras de capim-tanzânia e tem efeito mais acentuado no número de perfilhos basilares.

Tanto a densidade de plantas como a adubação nitrogenada influenciam a dinâmica de perfilhamento do capim-tanzânia, uma vez que as taxas de aparecimento e mortalidade são estimuladas em altas doses desse nutriente. O aparecimento de perfilhos totais é favorecido em densidades intermediárias, enquanto a mortalidade reduz nas maiores densidades de plantas, assim, pastos implantados em densidades baixas e intermediárias apresentam padrão mais intenso de renovação de perfilhos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al. Efeito de três doses de nitrogênio sobre características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM. Forragicultura.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al. 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.
- ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; CORSER, A.C. et al. 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.
- BALLARÉ, C.L.; SÁNCHEZ, R.A.; SCOPEL, A.L. et al. Early detection of neighbor plants by phytochrome perception of changes in reflected sunlight. **Plant, Cell and Environment**, v.10, p.551-557, 1987.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR, D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.583-593, 2002.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR, 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. **Agronomy Journal**, v.82, n.2, p.290-295. 1990.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology: Individuals, Populations and Communities**, 3rd Ed. Boston: Blackwell Science, 1996.
- BRADSHAW, A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in Genetics**, v. 13, p. 115-155, 1965.
- BUTT, N.M.; DONART, G.B.; SOUTHWARD, M.G. et al. Effect of defoliation on plant growth of Napier grass. **Tropical Science**, v.33, p.111-120, 1993.
- 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**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003.

- CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E. et al. Morfofisiologia do dosel 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.
- CANTO, M.W. **Dinâmica de crescimento e produção animal em capim Tanzânia adubado com doses de nitrogênio**. Curitiba, 2003. 194 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; OLIVEIRA, A.A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. et al. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. (cd-rom)
- CARVALHO, C.A.B.; PACIULLO, D.S.C.; LIMA, D.P. et al. Variações sazonais do perfilhamento em pastagem de capim-elefante em resposta a manejo de alturas de resíduo. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, v.24, p.121-126, 2004.
- CARVALHO, C.A.B.; PACIULLO, D.S.C.; ROSSIELLO, R.O.P. et al. Dinâmica do perfilhamento em capim-elefante sob influência da altura do resíduo pós-pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.145-152, 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. **Environmental and Experimental Botany**, v.26, p.365-371, 1986.
- CECATO, U.; MARCO, A.A.F.B.; SAKAGUTI, E.S. et al. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 404-406. 1996.
- 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 Brasileira de Zootecnia**, v.29. n.3. p.660-668, 2000.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, Palmestron North, 1993. **Proceeding...** Palmestron North: Massey University, 1993. p.93-104.
- CORRÊA, L.A. Produção intensiva de carne bovina a pasto. **Boletim**. Embrapa Pecuária Sudeste. Disponível em: < <http://www.florestasite.com.br/pasto.htm>> Acesso em: 20 set. 2007.

- 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.
- CRAWFORD, N.M. Nitrate: nutrient and signal for plant growth. **The plant cell**, v.7, n.7, p.859-868, 1995.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Proceedings**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 134-150.
- DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras do gênero *Panicum* e *Brachiaria*. In: II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV, p.346-385, 2004.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR, D. Ecofisiologia de Plantas Forrageiras. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; NASCIMENTO Jr.; D. FONSECA, D.M.; (Eds.). Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, III, Viçosa, 2006. **Anais...** Viçosa : UFV, 2006, p.1-42, 430p.
- DAVIES, A. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. **Journal of Agricultural Science**, v.77, p.123-134, 1971.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, v.82, p.165-172, 1974.
- DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of Perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agriculture Science**, v.101, p.131-137, 1983.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Eds.) **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman e Hall, 1988. p.85-127.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. et al. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, v.22, p.199-206, 1985.
- DIFANTE, G.S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JR, D.; DA SILVA, S.C. et al. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.189-196, 2008.

- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Formação da pastagem: primeiro passo para a sustentabilidade. Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 1. **Anais...** 2002. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p. 1-42. 2002.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALÉRIO, J.R. et al. Avaliação de ecótipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 32, Brasília, 1995. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.97-99.
- 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.28, n.6, supl.2, p.2200-2208, 2000.
- FAGUNDES, J.A.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.1, p.21-29, 2006.
- FREITAS, K.R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J.A. et al. Avaliação do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.27, n.1, p.83-89, 2005.
- FULKERSON, W.J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perene*. 2. Efect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, v.50, n.1, p.16-20, 1995.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A.J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.
- GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant physiology**, v.105, p.191-197. 1994.
- GOMIDE, C.A.M. 1997. Morfogênese e análise de crescimento de quatro cultivares de *Panicum maximum* cultivadas em vaso. Viçosa-MG: UFV, 1997. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.

- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006, p.554-579.
- GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte.** 2007 Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2007.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVEL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, v.36, p.155-168, 1981.
- 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.
- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Proceedings...** s.l.: s.ed., 1985. p. 63-66.
- HODGSON, J. **Grazing management – science into practice.** New York: John Wiley & Sons, Inc., Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.
- 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.R. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.18, p.715-719, 1978.
- HUMPHREYS, L.R.; RIVEROS, F. **Tropical pasture seed production.** 3.ed. Rome: FAO. 203p. 1986.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1064&id_pagina=1> Acesso em: 30 mar. 2008.
- JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.21-58.
- JANK, L. Potencial do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FORRAGEIRAS E PASTAGENS. Campinas, 1994. **Anais...** Campinas: CBNA, 1994, p.25-31
- JEWISS, O.R. Morphological and physiological aspects of growth of grasses during the vegetative phase. In: MILTHORPE, F.L., IVINS, J.D. (Eds). **The growth of cereals and grasses**, p.39-54. 1964.

- KÖPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.
- LANA, R.P. **Respostas Biológicas aos Nutrientes**. 1ª Edição Viçosa: Editora CPD, 2007, 177p.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage abstracts**, v.33, p.141-148, 1963.
- LANGER, R.H.M. 1972. **How grasses grow**. London: Edward Arnold. 60p. (Studies in Biology, 34).
- LANGER, R.H.M. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed.). **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5, p. 19-25.
- LAVRES JR.; J.; 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.
- 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. **Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps**. Université de Caen, França, 96p. Tese de Doutorado, 1985.
- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.115-144.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International, p.265-288, 2000.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue Flows in grazed Plant Communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, p. 3-36, 1996.
- 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.N.; SIEWEDERT, L.; SILVEIRA JR, P. et al. Efeito do espaçamento de plantio na produção e qualidade de forragem de capim-elefante cv. Três-rios. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n.1, p.57-62, 1996.

- MAGALHÃES, M.A. **Fluxo de Tecidos e produção de capim-tanzânia irrigado sob diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio**. Viçosa, 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2007.
- MARASCHIN, G.E. Relembrando o passado, entendendo o presente e planejando o futuro uma herança em forrageiras e um legado em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.
- MARCHENER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR.; D. et al. Características morfológicas e estruturais do 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.F.; NASCIMENTO JR., D. et al. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- MARRIOT, C.A.; BARTHAM, G.T.; BOLTON, G.R. Seasonal dynamics of leaf extension and losses to senescence and herbivore in extensively managed sown ryegrass-white clover swards. **Journal of Agricultural Science**, v.132, p.77-89, 1999.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilisation on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and forage science**, v.49, p.111-120, 1994.
- MELLO, A.C.L. **Respostas Morfofisiológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado submetido à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada**. 2002 Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2002.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.
- MONTEIRO, F.A.; WERNER, J.C. Efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada em capim-Colômbia em dois solos arenosos do Estado de São Paulo. **Boletim de Indústria Animal**, v.34, n.1, p.91-101, 1977.
- MORAIS, R.V.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR, D. et al. Demografia de perfilhos basais em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.380-388, 2006.
- MÜLLER, M.S. **Desempenho de *Panicum maximum* Jacq. (cv. Mombaça) em pastejo rotacionado, sob sistema de irrigação com pivô central, na região de cerrado**. Piracicaba, 2000 Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e

- Pastagens), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP , 2000. p.101.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM,13., Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p. 59-121.1996.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Peixoto, A. M., Moura, J. C., Faria, V. P. (eds.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p.231-251, 1997.
- NABINGER, C. Manejo da desfolha In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2001. p.192-210.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV, p.289-346, 2004.
- NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering In: LEMAIRE et al. (ed.) GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY. CAB-International, Wallingford, UK, 2000, p.101-126, 2000.
- 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.
- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E. et al. Semadura de gramíneas forrageiras tropicais. 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.
- 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.
- PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v.120, n.11, p.16-27, 1985.
- PONTES, L. da S. **Dinâmica de crescimento em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas**. 2001. 102f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PONTES, L.S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.814-820, 2003.

- RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.L. Tillering in wheat. In: HODGES, T. **Predicting Crop Phenology**. Boston: CRC, 1991. p.73-83.
- ROCHA, G.L. Ecosistemas de pastagens: aspectos dinâmicos. Piracicaba: SBZ, FEALQ, 391p., 1991.
- ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. et al. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.1, p.1-9, 2002.
- ROHRIG, M.; STUTZEL, H. A model for light competition between vegetable crops and weeds. **Europ. J. Agron.**, v.14, p.13-29. 2001.
- ROSA, B.; OLIVEIRA, L.E.M.; ROCHA, G.P. et al. Crescimento do capim-angola (*Brachiaria mutica*) em função da densidade de plantas e idade de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.29, n.2, p.157-163, 1999.
- SACKVILLE-HAMILTON, N.R.; MATTHEW, C.; LEMAIRE, G. In defense of the -3/2 boundary rule: a re-evaluation of self thinning concepts and status. **Annals of Botany**, v.76, p.569-777, 1995.
- SANTOS, J.H.S. **Proporções de nitrato e amônio na nutrição e produção dos capins aruana e marandu**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP – Tese (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens). 2003.
- SASAKAWA H.; YAMAMOTO, Y. Compararison of uptake of nitrate and ammonium by rice seedlings. **Plant Physiology**, v.62, p.655-669, 1978.
- SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum*. Campo Grande, EMBRAPA – CNPQC. 1990. 68p. II. (EMBRAPA-CNPQC. Documentos, 44). 1990.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. **Annals of Botany**, v.70, n.6, p.493-499, 1992.
- SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship 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**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1993. 111 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TOW, P.G.; LAZENBY, A. **Competition and Succession in Pastures**, 1.ed. London: CABI Publishing, 2007, 322 p.
- 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. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, v.23, p.720-724, 1983.
- 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, 1984.
- WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (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.
- WHITEHEAD, D.C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, 397 p. 1995.