

MARCELA AZEVEDO MAGALHÃES

**FLUXO DE TECIDO E PRODUÇÃO DE CAPIM-TANZÂNIA
IRRIGADO SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS E
DOSES DE NITROGÊNIO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

MARCELA AZEVEDO MAGALHÃES

**FLUXO DE TECIDO E PRODUÇÃO DE CAPIM-TANZÂNIA
IRRIGADO SOB DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS E
DOSES DE NITROGÊNIO**

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

APROVADA: 27 de fevereiro de 2007

Prof. José Ivo Ribeiro Júnior
(Co-orientador)

Prof. Rubens Alves de Oliveira
(Co-orientador)

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti

Prof. Domicio do Nascimento Júnior

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca
(Orientador)

“Os teus caminhos posso não entender Senhor, mas sei que tudo é visando o meu crescer. Se lutas e tribulações eu tenho que passar, Te peço forças para continuar.” (Jô)

Dedico,

Aos meus pais, Evandro e Terezinha, pelo apoio em meus estudos, pelo amor incondicional e pelos bons exemplos de vida, que contribuíram para a formação de meu caráter e de meus valores. Essa é uma tentativa de retribuir uma pequena parte do que muito me ofereceram principalmente a vida.

Aos meus irmãos, Marlene, Marcos e Juninho, por terem sempre um ombro amigo para me acolher e pelo amor, companheirismo, apoio, torcida e pelo estímulo nesta caminhada.

Minha eterna gratidão.

Ofereço,

Às minhas sobrinhas, Victoria e Eduarda, pelo amor, pelo carinho, energia e por estarem sempre cobrindo os meus dias de sorriso e alegria.

Ao meu avô Miguel Loures de Azevedo (*in memoriam*), que sempre dizia: o

“saber” nunca é demais.

Minha homenagem.

“Cada pessoa em sua existência pode ter duas atitudes: construir ou plantar. Os construtores podem demorar anos em suas tarefas, mas um dia terminam aquilo que começaram. Então, param e ficam limitados por suas próprias paredes. A vida perde o sentido quando a construção acaba. Mas existem os que plantam. Estes, às vezes sofrem com as tempestades, com as intempéries e raramente descansam. Mas, ao contrário de um edifício, o jardim jamais pára de crescer. E, ao mesmo tempo que exige a atenção do jardineiro, permite que, para ele, a vida seja um grande desafio. Os jardineiros se reconhecerão entre si, porque sabem que na história de cada planta está o crescimento de Toda Terra.”
(Paulo Coelho)

AGRADECIMENTOS

As pessoas citadas a seguir de forma direta ou indireta fizeram parte dessa pesquisa e contribuíram para que esse momento se concretizasse. Meu eterno agradecimento:

A Deus, acima de tudo, pela vida, por estar sempre ao meu lado iluminando meus caminhos e por tudo que tem me proporcionado, especialmente pelo que não sou capaz de reconhecer.

Aos meus pais, Terezinha e Evandro, pela entrega absoluta e incondicional na minha formação, pela dedicação emocional e financeira para a realização desta pesquisa. Obrigada por serem tão maravilhosos.

Aos meus irmãos, Marlene, Marcos e Juninho, ao meu cunhado Mirim e às minhas cunhadas, Bia e Viviane, pelas conversas, incentivo e pelo apoio.

Ao Fabrício, pelo companheirismo, paciência, compreensão, por tudo que já vivemos e partilhamos e pela valiosa ajuda principalmente na conclusão deste trabalho.

Aos meus sobrinhos e afilhados, Victoria, Eduarda, Carlos Eduardo, Carol e Davi, pela constante alegria.

À Universidade Federal de Viçosa, pela minha formação profissional e pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao meu orientador, Professor Dilermando Miranda da Fonseca, pela orientação, pela confiança e pelo exemplo de conduta profissional.

Aos meus conselheiros, Professores José Ivo Ribeiro Júnior e Rubens Alves de Oliveira, por terem sido mais do que conselheiros, pelas contribuições, amizade e pelo incentivo à realização deste trabalho.

Aos professores Domicio do Nascimento Júnior e Reinaldo Bertola Cantarutti pelas valiosas contribuições para conclusão deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia/UFV, pelos valiosos ensinamentos durante a graduação e o curso de mestrado.

Aos companheiros de trabalho Dawson José Guimarães Faria, Manoel Eduardo Rozalino Santos e Luisa Melville, pela amizade, pela convivência harmoniosa, pelo aprendizado e desenvolvimento e pela conclusão deste trabalho e em especial a Janaína Azevedo Martuscello, por ter disponibilizado o projeto e pela grande ajuda na condução e conclusão do mesmo.

Aos bolsistas Ivanna e Fabrício e aos estagiários Tássio e Wellington, pela amizade e pelo auxílio incalculável que possibilitou a realização desse trabalho.

Aos meus grandes amigos Virginia e Eric, pela amizade, apoio, convívio harmonioso e pela grande disposição em ajudar nas manhãs frias de sábado.

Aos funcionários do Laboratório de Forragicultura e da Agrostologia, Raimundo, Vilmar e Egídio, e principalmente ao Nicolau, pela grande cooperação e amizade durante a realização deste trabalho.

Aos colegas de graduação e pós-graduação do DZO/UFV pelo incentivo e pela amizade.

“Preciso me perder, como preciso de ar. Perder o rumo é bom, se perdido a gente encontra um sentido escondido em algum lugar” (Humberto Gessinger)

BIOGRAFIA

Marcela Azevedo Magalhães, filha de José Evandro Magalhães e Terezinha Azevedo Magalhães, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em dois de setembro de 1981. Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa em abril de 2001 e colou grau em julho de 2005. Em agosto de 2005, ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, na área de Forragicultura e Pastagens, e, em fevereiro de 2007, defendeu sua dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	XIV
ABSTRACT.....	XVI
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. CAPIM-TANZÂNIA.....	4
2.2. ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	6
2.3. DENSIDADE DE PLANTAS.m ⁻²	8
2.4. INTERCEPETAÇÃO LUMINOSA.....	10
2.5. IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS.....	14
2.6. CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS.....	16
2.6.1. TAXA DE ALONGAMENTO FOLIAR	17
2.6.2. TAXA DE APARECIMENTO FOLIAR E FILOCRONO.....	19
2.6.3. NÚMERO DE FOLHAS VIVAS.....	20
2.6.4. TAXA DE ALONGAMENTO DE PSEUDOCOLMO.....	20
2.7. PADRÕES DEMOGRÁFICOS DE PERFILHAMENTO.....	21
2.8. PRODUÇÃO E ACÚMULO DE FORRAGEM.....	23
2.9. ALTURA DO DOSSEL E SEUS EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO DE FORRAGEM.....	25

3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS	34
4.1.1. TAXA DE ALONGAMENTO FOLIAR.....	34
4.1.2. TAXA DE APARECIMENTO FOLIAR E FILOCRONO.....	37
4.1.3. NÚMERO DE FOLHAS VIVAS.....	38
4.1.4. TAXA DE ALONGAMENTO DE PSEUDOCOLMO.....	39
4.1.5. RELAÇÃO LÂMINA:PSEUDOCOLMO.....	41
4.2. DEMOGRAFIA POPULACIONAL DE PERFILHOS.....	42
4.2.1. TAXA DE APARECIMENTO DE PERFILHOS.....	42
4.2.2. TAXA DE MORTALIDADE DE PERFILHOS.....	44
4.3. ACÚMULO DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA..	45
4.4. ALTURA DO DOSSEL A 95% DE INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA.....	52
4.5. INTERVALO E NÚMERO DE COLHEITAS.....	55
5. CONCLUSÕES.....	61
6. REFERÊNCIA BIBLOGRÁFICA.....	62

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Temperaturas mínima ($T_{\text{mínima}}$), média ($T_{\text{média}}$) e máxima ($T_{\text{máxima}}$) nos períodos das águas e de transição água-seca e de seca (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola/UFV).....27
- Figura 2: Precipitação pluvial (PPT) acumulada nos períodos das águas e de transição água-seca e de seca (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola/UFV).....27
- Figura 3: Vista geral da área experimental com capim-tanzânia e os diferentes tratamentos.....28
- Figura 4: Taxas de alongamento foliar (TAIF) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) e manejado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.....35
- Figura 5: Taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-tanzânia manejado em diferentes densidades durante o período da seca.....35
- Figura 6: Número de folhas vivas (NFV) por perfilho do capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período das águas.....38

Figura 7: Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) durante o período das águas.....	39
Figura 8: Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.....	40
Figura 9: Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de transição seca.....	40
Figura 10: Taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) do capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de janeiro a agosto.....	43
Figura 11: Taxa de mortalidade de perfilhos (TMoP) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de janeiro a agosto.....	44
Figura 12: Acúmulo de matéria seca total (MST) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) e manejado em diferentes densidades durante os períodos das águas, de transição água-seca e de seca.....	46
Figura 13: Produção de matéria seca foliar (MSF) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período das águas.....	47
Figura 14: Produção de matéria seca de pseudocolmo (MSPC) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) durante o período das águas.....	48

Figura 15: Produção de matéria seca de pseudocolmo (MSPC) de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) durante o período de seca.....	48
Figura 16: Produção de matéria seca de pseudocolmo (MSPC) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) cultivado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.....	49
Figura 17: Porcentagem de matéria seca foliar (MSF) e de matéria seca do pseudocolmo (MSPC) do capim-tanzânia nos diferentes tratamentos nos períodos águas (PA), transição água-seca (PT) e seca (PS).....	51
Figura 18: Altura do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período das águas.....	52
Figura 19: Altura do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.....	53
Figura 20: Altura do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades de plantas durante o período da seca.....	53
Figura 21: Intervalo de colheitas (dias), com 95% de interceptação luminosa, do capim-tanzânia nos períodos das águas (PA), de transição água-seca (PT) e de seca (PS).....	56
Figura 22: Número de colheitas, com 95% de interceptação luminosa, do capim-tanzânia nos períodos das águas (PA), de transição água-seca (PT) e de seca (PS).....	56

Figura 23: Intervalo de colheita do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) e cultivado em diferentes densidades durante o período das águas.....	58
Figura 24: Intervalo de colheita (dias) do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.....	58
Figura 25: Estimativas do intervalo de colheita (dias) do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período da seca.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação dos tratamentos com as respectivas doses de N e $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de sementes puras viáveis (SPV) avaliadas no experimento.....	29
--	----

RESUMO

MAGALHÃES, Marcela Azevedo, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Fluxo de tecido e produção de capim-tanzânia irrigado sob diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio**
Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-orientadores: José Ivo Ribeiro Júnior e Rubens Alves de Oliveira.

O Brasil possui oportunidades ímpares para a produção animal baseada em pastagens. Entretanto, a limitada aplicação e a falta de conhecimento do fluxo de tecido relacionado à produtividade das plantas forrageiras têm proporcionado avanços aquém do esperado. Este experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, durante o período de janeiro a agosto de 2006 com os objetivos de avaliar a altura do dossel de capim-tanzânia com 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e quantificar a influência da adubação nitrogenada e da densidade de plantas no fluxo de tecido de capim-tanzânia. Quatro doses de N (0, 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹) foram combinadas com três densidades de plantas (9, 25 e 49 plantas. m⁻², correspondentes às taxas de semeadura de 1,12; 3,08 e 6,16 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis), segundo um arranjo fatorial 4 × 3, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais (parcelas). O acúmulo de matéria seca total durante o período de janeiro a agosto foi influenciado (P<0,10) positivamente pela adubação nitrogenada e pela densidade de plantas. A produção de matéria seca foliar foi maior que a de pseudocolmo em todas as combinações e períodos experimentais. No período das águas, a adubação nitrogenada influenciou (P<0,10) positivamente a taxa

de alongamento de pseudocolmo e negativamente o intervalo de colheita do capim-tanzânia, ou seja, as maiores doses de N diminuíram o intervalo e, conseqüentemente, aumentaram o número de colheitas de capim-tanzânia com 95% de IL. A taxa de aparecimento foliar e o filocrono foram influenciados ($P < 0,10$) apenas pela adubação nitrogenada no período de transição água-seca. Porém, no período seco, a aplicação de N no capim-tanzânia resultou em aumento no teor de matéria seca e no pseudocolmo e a densidade de plantas apresentou efeito ($P < 0,10$) negativo sobre a taxa de alongamento foliar, o número de folhas vivas e a taxa de alongamento de pseudocolmo. Nas menores densidades de plantas, observou-se maior taxa de aparecimento de perfilhos em virtude da ocupação de sítios. A altura do dossel de capim-tanzânia com 95% de IL foi positivamente influenciada ($P < 0,10$) pela densidade de plantas nos períodos das águas e de transição água-seca e seca. A altura do capim-tanzânia com 95% de IL apresentou variações ao longo das avaliações, de modo que os valores foram maiores (próximos a 70 cm) no período das águas (71,68 cm), seguido pelos períodos de transição água-seca (64,22 cm) e seca (43,11 cm).

ABSTRACT

MAGALHÃES, Marcela Azevedo. M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2007. **Tissues Flow and production of Tanzânia grass irrigated under different plants density and nitrogen doses.** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-advisers: José Ivo Ribeiro Júnior and Rubens Alves de Oliveira.

Brazil owns special opportunities to animal production based in pasture. However, the lack of knowledge about tissues flow related to forage plants productivity haven't provided expected developments. This experiment was carried out in Forage sector of Animal Science department of Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, during the period of January until August of 2006. The experiment objectives were: Evaluate canopy's height of Tanzania grass with 95% of photosynthetic active radiation interception and quantify the nitrogen fertilization influence and the plants density in the Tanzania grass tissues flow. Four doses of N (0, 80, 160 e 320 kg. ha⁻¹), were arranged with three plants density (9, 25 and 49 plants.m⁻² corresponding to sowing of 1.12; 3.08 and 6.16 Kg. ha⁻¹ of viable pure seeds). Accordingly to factorial arrangement 4 x 3, randomly delineated, with three repetitions, totalizing 36 experimental units (parts). Total dry matter accumulation between the months of January and August was influenced (P<0.10) positively under nitrogen fertilization and due to plant densities. Leaf dry matter production was higher than pseudo-stem in all arrangements and experimental periods. In the rainy period, nitrogen fertilization influenced (P<0.10) pseudo-stem growth elongation positively and the harvesting Tanzania grass interval was influenced negatively. This means that those highest N doses decreased the interval between harvests, and consequently increased numbers of harvests of Tanzania grass under 95% of

light interception. The rate of leaf appearance and the phyllochron were influenced ($P < 0.10$) only under nitrogen fertilization in the transition period of rainy and dry weather. However, during dry weather period, using N in Tanzania grass, it resulted the increase of dry matter percentage, and the rate of pseudo-stem. The plant densities presented negative effect ($P < 0.10$) toward the leaf growth elongation rate, the number of alive leafs and pseudo-stem growth elongation rate. The lowest plant densities were detected higher tillers appearance, due to the occupation of sites. Canopy's Tanzania grass height under 95% of light interception was positively influenced ($P < 0.10$) because of the plant densities in rainy period and transition period between rainy and dry weather and dry weather. Tanzania grass height under 95% of light interception presented variations along the evaluations and the values were higher (about 70 cm) in rainy period (71.68 cm), followed by transition period rain/dry weather (64.22 cm) and dry weather period (43.11 cm).

1. INTRODUÇÃO GERAL

Estima-se que no Brasil existem 170 milhões de hectares de pastagens, 100 milhões de hectares cultivadas e 70 milhões naturais e/ou naturalizadas (IBGE, 2005). A produção de carne e leite no Brasil é obtida quase que exclusivamente de pastagens de gramíneas e leguminosas forrageiras. Considerando a importância da pecuária nacional para a economia do País, o cultivo de plantas forrageiras é fundamental para a cadeia produtiva de carne e leite.

Vários cultivares de *Panicum maximum* foram lançados no mercado nos últimos anos, porém, pouco se sabe sobre a otimização da utilização dessa espécie forrageira. A falta de estudos sobre a fisiologia e o manejo desses cultivares dificulta a busca por melhores índices de produção.

Os entraves na produção animal em pastagens tropicais podem, em parte, serem eliminados ou amenizados com práticas de manejo que aumentem a eficiência de utilização da pastagem (Barbosa, 2004). Muito se discute acerca das práticas de manejo empregadas e das variáveis passíveis de controle para utilização na melhoria da eficiência de utilização dessas pastagens. 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, uma vez que seus efeitos são mediados por características estruturais do dossel, que, coletivamente, determinam a condição e/ou estrutura da pastagem (*sward state*). Assim, segundo Hodgson & Da Silva (2002), essas variáveis são parte de uma estratégia de ação cujo objetivo é a manutenção da pastagem em condições de estrutura ideais para determinado sistema de produção.

Experimentos recentes sobre o controle das condições e da estrutura do dossel forrageiro na entrada e saída dos animais na pastagem nos períodos pré e pós-pastejo têm revelado resultados bastante promissores para melhoria do refinamento do manejo do pastejo das cultivares mombaça e tanzânia (Da

Silva, 2004). Bueno (2003) e Carnevalli (2003) avaliaram o capim-mombaça sob pastejo rotativo em duas alturas de resíduo e duas condições de pré-pastejo (95 e 100% de interceptação de luz (IL) pelo dossel) e, de modo geral, verificaram maior produção de forragem no tratamento com 30 cm de resíduo pós-pastejo e 95% de IL, no qual obtiveram redução acentuada da produção para resíduo de 50 cm a IL de 100%. Barbosa (2004) estudou características morfológicas do capim-tanzânia manejado em diferentes alturas de pré-pastejo relacionadas à IL de 90, 95 e 100% e pós-pastejo de 25 e 50 cm em lotação intermitente e concluiu que pastagens de capim-tanzânia devem ser manejadas com 95% de IL (altura de 70 cm) na entrada dos animais para o pastejo e saída de 25 cm de altura de resíduo pós-pastejo.

De acordo com Da Silva (2004), a condição de pré-pastejo de 95% de IL está altamente correlacionada à altura do dossel, que corresponde a 70 cm para capim-tanzânia, independentemente da época do ano e do estágio fenológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo), indicando que a altura poderia ser utilizada como critério confiável para o controle e monitoramento dos processos de rebrotação e pastejo.

O nitrogênio (N), nutriente que afeta as características morfofisiológicas de plantas forrageiras, tem efeito direto no fluxo de Tecidos (Martuscello et al., 2004; Alexandrino et al., 2002; Garcez Neto et al., 2002) e pode influenciar a correlação entre a altura do dossel (70 cm para capim-tanzânia) e a IL de 95%, uma vez que o N acelera os processos de crescimento e senescência. Assim, em maiores doses de N, as plantas alcançariam mais rapidamente a IL de 95% e, conseqüentemente, a altura de 70 cm preconizada em estudos recentes.

Outros fatores que podem influenciar a relação altura × IL são taxa de semeadura, densidade de perfilhos e estágio de desenvolvimento da forrageira, uma vez que maior número de plantas. m⁻² certamente anteciparia a IL de 95%. Barbosa (2004) validaram, em pastagem já estabelecida de capim-tanzânia, IL de 95% com altura de 70 cm, que representa maior acúmulo de biomassa e melhor qualidade da forragem. Entretanto, podem ocorrer diferenças no fluxo de tecidos e, conseqüentemente, no acúmulo de biomassa em pastagens recém-estabelecidas e com diferentes aportes de nutrientes e nas variações de densidade de perfilhos.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o fluxo de tecido e a produção de capim-tanzânia adubado com nitrogênio manejado em diferentes densidades, com 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Capim-tanzânia

No Brasil os cultivares de *Panicum maximum* geralmente apresentam boa produtividade e elevado valor nutritivo, porém, práticas inadequadas de manejo e perda de fertilidade dos solos fizeram com que houvesse acentuada degradação de pastagens com essas forrageiras (Souza et al., 1996). Em razão da necessidade de intensificação da atividade pecuária e da escassez de informações sobre práticas de manejo, tem sido lançado novos cultivares de *Panicum maximum* com diferenças genéticas e morfofisiológicas (Cecato et al., 2000), o que tornam necessárias investigações sobre cada cultivar. A produção de matéria seca total e a emissão de perfilhos e folhas varia de acordo com a espécie e/ou o cultivar. Espécies ou cultivares com alta taxa de surgimento de folhas possuem numerosos perfilhos (Lemaire, 1991).

O cultivar tanzânia foi colhido pelo ORSTOM (*Institut Français de Recherche Scientifique pour l'ê Développement em Coopération*) em Korogwe, na Tanzânia. Após longo trabalho de seleção coordenado pela EMBRAPA, em 1990, ocorreu o lançamento comercial desta forrageira (Jank, 1995).

O capim-tanzânia é uma planta cespitosa com altura média de 1,3 m e folhas decumbentes com largura média de 2,6 cm, com lâminas e bainhas glabras sem serosidade. Os colmos são levemente arroxeados. As inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas e secundárias longas apenas na base. As espiguetas são arroxeadas, glabras e uniformemente distribuídas.

Segundo Cecato (2000), qualquer efeito sobre a taxa de alongamento foliar afeta a taxa de emissão de folhas e o surgimento de perfilhos e, conseqüentemente, a produção de matéria seca total (MST). Em plantas de crescimento cespitoso, como o capim-tanzânia, cortes muito rentes ao solo podem eliminar grande parte da área foliar, além de destruir grande número de

meristemas apicais, o que implica menor rebrotação e menor produção forrageira. Em experimento realizado por Gomide & Zago (1980), plantas do cultivar Colônia colhidas aos 35 dias à altura de 15 cm tiveram 50% de seus meristemas apicais eliminados. A preservação do meristema tem grande importância no vigor da rebrotação, pois permite a formação mais rápida de folhas novas (Cecato, 1993).

As perdas de forragem em uma pastagem estão relacionadas ao manejo, à estrutura e ao estágio de desenvolvimento da pastagem e ao período do ano (Santos, 2002). O estágio de crescimento em que a planta é colhida afeta significativamente a produção e a composição química da forragem, a capacidade de rebrotação e a persistência (Leite et al., 1996).

O capim-tanzânia apresenta alta resposta à adubação e, como a maioria das forrageiras tropicais, possui considerável estacionalidade de produção, com maior acúmulo de massa no período de disponibilidade hídrica, temperatura e luminosidade favoráveis. Cecato et al. (1996) obtiveram produção de 7.441 e 2.711 kg de MS. ha⁻¹ nos cortes das águas (35 dias) e da seca (70 dias), respectivamente.

2.2. Adubação nitrogenada

A baixa disponibilidade de N constitui um dos principais fatores limitantes do crescimento das plantas. O nitrogênio é um nutriente exigido em maiores quantidades pelas plantas (Crawford, 1995) e que integra a estrutura de biomoléculas fundamentais, como proteínas, clorofilas, bases purínicas e pirimidínicas, e que tem grande importância por sua estreita relação com o aumento de biomassa.

De acordo com Werner (1986), a ação do N sobre o aumento da produção de forragem é bem conhecida. Apesar dos elevados teores de N no solo, que equivalem a toneladas por hectare, apenas alguns quilogramas existem em forma mineral disponível (Stevenson, 1982). A energia e a estrutura molecular

para incorporação de N são supridas pelo metabolismo dos carboidratos, que, por sua vez, depende da fotossíntese. Portanto, há uma interdependência metabólica entre carbono e nitrogênio. Sob reduzido aporte de N, o carboidrato excedente é estocado em forma de amido e substâncias graxas ou desviado para síntese de lignina (Larcher, 2000).

A maioria das plantas absorve N a partir da solução do solo, por meio das raízes, na forma de íons inorgânicos amônio e nitrato (Marschener, 1995). Grande parte das plantas superiores absorve preferencialmente nitrato, porém, existem plantas capazes de utilizar de forma eficiente fontes de N como uréia (Kirby, 1987) e aminoácidos (Majerowicz, 1997). A utilização das formas de N é determinada pelas condições de meio ambiente e principalmente pelas condições do solo (Wirèn et al., 1997). Em solos arenosos, o nitrato é a forma de N predominante, no entanto, em solos de ambientes frios, o amônio é a forma predominante (Sasakawa & Yamamoto, 1978).

Assim como o fósforo e o enxofre, o N não é somente incorporado, mas também assimilado. O passo inicial para a assimilação é a redução do nitrato para nitrito, promovida pela enzima nitrato redutase (NR), responsável pela catalização. A atividade da NR depende de fluxos contínuos de nitrato, ou seja, é uma enzima altamente dependente de seu substrato (Bendix, 1982). O íon nitrato, após absorção, pode ser estocado nos vacúolos do sistema radicular (Taiz & Zieger, 2004) ou ser translocado via xilema para a parte aérea, onde pode ser armazenado ou reduzido (Layzell, 1990). A amônia, por sua vez, não é acumulada em condições normais, é tóxico em concentrações relativamente baixas e causa alterações metabólicas. A redução do nitrato pode ocorrer tanto nas folhas como nas raízes, ou em ambas, e varia conforme a espécie e a taxa de absorção. Segundo Nambiar (1988), em espécies tropicais e subtropicais, a redução do nitrato ocorre principalmente na parte aérea.

Após a atividade da nitrato redutase, a enzima nitrito redutase catalisa a reação de síntese de amônia. A assimilação da amônia resulta da ação do sistema denominado GS/GOGAT, glutamato sintetase e glutamina sintase. O sistema GS/GOGAT é responsável também pela assimilação da amônia derivada da fotorrespiração (Fernandes & Rossiello, 1995). A GS é uma enzima que pode ser encontrada em todos os tecidos das plantas, inclusive

raízes e nódulos de fixação de N₂ (Lea et al., 1990), e que existe com número diferente de isoenzimas com expressão regulada por genes da família GS (Chen et al., 1990). A atividade da GS é incrementada pelo efluxo de N nos tecidos.

O aumento do suprimento de N no solo por meio da fertilização é uma forma de incrementar a produtividade das pastagens, principalmente quando a forrageira considerada, como o capim-tanzânia, responde eficientemente à aplicação de nitrogênio. Diversos estudos têm comprovado a importância da adubação nitrogenada no desenvolvimento de folhas e perfilhos de plantas forrageiras.

Pearse & Wilman (1984), estudando o efeito do intervalo de cortes (frequência de corte) e da adubação nitrogenada em azevém perene, constataram as vantagens da aplicação de N na produção de primórdios foliares. Davies (1971) verificou que o aparecimento de folhas nessa espécie foi bastante influenciado pela dose de N aplicada. A descrição de uma pastagem em condição vegetativa, segundo Lemaire (1997), pode ser definida pela caracterização e combinação das variáveis morfogênicas, de modo que as taxas de aparecimento foliar e de alongamento foliar e a duração da vida das folhas são as três características mais importantes.

O suprimento de N é um dos fatores de manejo que controlam os diferentes processos de crescimento das plantas. Gastal & Lemaire (1988), citados por Nabinger (1996), observaram que a taxa de alongamento foliar, em maior proporção, e o surgimento foliar foram aumentados pela adubação nitrogenada, enquanto a senescência foi reduzida. Martuscello et al. (2004) encontraram resposta linear e positiva no aparecimento e no alongamento foliar em plantas de *Panicum maximum* cv. Massai adubadas.

Volenec et al. (1983), em experimento para avaliação da adubação nitrogenada, observaram que o alto nível de N aumentou em 90% o número de células epidérmicas expandidas por dia, resultando em aumento de 89% na taxa de alongamento foliar em decorrência da grande produção de células (divisão celular). Davidson et al. (1966) verificaram que a taxa de alongamento foliar aumentou 60% com a aplicação de N (270 kg.ha⁻¹) em relação à taxa obtida nas plantas com baixo suprimento de N. Volenec & Nelson (1984)

observaram que, com alta disponibilidade de N, a taxa de alongamento foliar foi mais eficientemente estimulada. Gastal & Nelson (1994) verificaram, em dois de três experimentos, que a taxa de alongamento foliar foi quatro a cinco vezes maiores em regime de alto nível de N.

De acordo com Nabinger (1996), o efeito positivo do N no perfilhamento é atribuído à maior rapidez de formação das gemas axilares e à iniciação dos perfilhos correspondentes. Deve-se observar, portanto, que o índice de área foliar (IAF) não pode ultrapassar o valor crítico, pois modifica a qualidade da luz que penetra no dossel, chegando às gemas mais tardiamente.

2.3 Densidade de plantas por m⁻²

O sucesso na formação e na sustentabilidade de uma pastagem após a escolha da espécie depende, entre outros fatores, da qualidade da semente. Segundo Evangelista & Lima (2002), as sementes de forrageiras devem apresentar algumas características essenciais para garantir estabelecimento e sustentabilidade da pastagem: rapidez e uniformidade de germinação; facilidade de semeadura; ausência ou pequeno número de sementes de plantas daninhas, ausência de sementes de forrageiras indesejáveis e pureza varietal.

De acordo com Souza (1993), o valor cultural é uma das principais características que o produtor deve considerar no momento da aquisição de sementes forrageiras. Outro aspecto importante. Segundo Evangelista & Lima (2002) quando se utilizam espécies de forrageiras cujas sementes são de tamanho relativamente grande, como as do gênero *Brachiaria*, aproximadamente 20 plantas. m⁻² são suficientes para assegurar uma população de plantas homogênea na pastagem. Por outro lado, segundo os autores, para espécies que tenham sementes menores, tal como *Panicum maximum*, para se assegurar uma boa formação do pasto são necessárias 50 plantas. m⁻².

O número de plantas por metro quadrado de solo influencia a condição/estrutura do relvado e, conseqüentemente, a capacidade do solo em acumular biomassa. Além da adubação com nitrogênio, a semeadura em espaçamentos reduzidos em linhas pode contribuir para aumentar a produção e a qualidade da forragem. Segundo Humphreys & Riveros (1986), altas densidades populacionais normalmente aumentam a produção de forragem. Bationo et al. (1990), na Nigéria, verificaram que a produção de MS de milho aumentou 61% quando se elevou a densidade de 15.000 para 120.000 plantas. ha⁻¹. Esse resultado evidencia que o aumento no número de plantas.ha⁻¹, em razão da redução do espaçamento, proporcionou maiores produções, principalmente com a ocorrência de chuvas intensas no período inicial da cultura, que resultou em rápido crescimento das plantas.

Obeid et al. (1995) estudaram cinco densidades de semeadura (30, 60, 90, 120 e 150 sementes puras viáveis por metro quadrado – SPV.m⁻²) no estabelecimento de quatro gramíneas (capim-andropógon e capim-colômbio e as braquiárias *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, e *Brachiaria humidicola*) e encontraram alta correlação entre densidade de semeadura e número de perfilhos principais das quatro espécies. Os estudos de regressão neste ensaio indicaram ajustamento do modelo linear aos dados de produção de matéria seca para as quatro gramíneas, em função das densidades de semeadura.

Alvim et al. (1994) estudaram diferentes densidades e métodos de semeadura de alfafa e reportaram que, aos dois meses pós-semeadura, não houve efeito do método sobre o estabelecimento inicial da alfafa. Entretanto, a maior densidade (25 kg.ha⁻¹) de sementes foi a que resultou em maior número de plantas germinadas e em maior produção de matéria seca. De acordo com os autores, nessa ocasião, a presença de plantas invasoras na área experimental foi semelhante em todas as condições de semeadura. Aos 10 meses foram observadas, nas semeaduras em sulco e nas demais formas com utilização de 10 e 15 kg de sementes. ha⁻¹, redução na produção de MS da alfafa e grande infestação de plantas invasoras.

2.4. Interceptação luminosa

Toda a vida na terra é mantida por um fluxo de energia proveniente do sol e que passa pela biosfera. Por meio do processo fotossintético, a energia radiante é fixada em energia química potencial, utilizada por todos os componentes da cadeia alimentar para realizar os processos vitais. A radiação é também a fonte primária de energia para a reposição da matéria orgânica consumida na cadeia alimentar e condiciona, regulando os balanços hídrico e de energia na Terra, um cenário favorável para a vida dos organismos. A radiação para a planta não é somente uma fonte de energia, mas também um estímulo que governa o desenvolvimento e às vezes funciona como fator estressante.

A biosfera recebe a radiação solar em comprimentos de onda de 290 nm até aproximadamente 3.000 nm. Em média, 45% da radiação proveniente do sol se encontra dentro de uma faixa espectral de 380 - 710 nm, a qual é utilizada para a fotossíntese das plantas (radiação fotossinteticamente ativa, RFA).

O efeito de radiação é o determinante básico do crescimento das plantas por meio de seus efeitos sobre a fotossíntese e outros processos fisiológicos, como a transpiração e a absorção de nutrientes. Assim, aumentos na produtividade, principalmente em plantas C₄, estão bastante relacionados a aumentos na intensidade luminosa, em virtude de seu importante papel na fotossíntese.

Em determinado instante, os elementos fotossintéticos da comunidade de plantas compreendem uma série de estruturas de diferentes idades que estão sujeitas não somente aos efeitos do clima, mas também a outras restrições do ambiente, como o sombreamento, que aumenta com o desenvolvimento da pastagem. As plantas forrageiras tropicais são, na maioria, plantas de sol, que não apresentam tolerância desenvolvida ao sombreamento, e que apresentam redução no crescimento nessas condições.

Na pastagem, as características da arquitetura foliar da comunidade vegetal determinam a quantidade de luz interceptada por unidade de área foliar, o que resulta em coeficiente de extinção em condições de sombreamento

(Rodrigues et al., 1993). A capacidade fotossintética de folhas sombreadas é menor que a observada em folhas ao sol; plantas C₄ têm sua capacidade fotossintética reduzida nessas condições.

Muitos autores têm demonstrado que as plantas, em sua maioria, são capazes de mudar sua morfologia e seu padrão de alocação de carbono em resposta a mudanças na qualidade de luz por meio de fotorreceptores sensíveis, tanto a relação V/VD como a luz azul, por exemplo. Robin et al. (1992) demonstraram em *Trifolium repens* que um enriquecimento de luz vermelha extrema aumentou a área de lâmina e o comprimento do pecíolo de folhas em expansão. *Trifolium repens* pode ser considerada uma espécie que evita a sombra com uma estratégia composta por dois elementos, a exploração de espaço por meio da modulação pelo fitocromo de taxa de alongamento de entrenós e ramificação e a exploração de espaço por meio da produção e do posicionamento de nova área foliar pelo aumento do comprimento do pecíolo. Gautier et al. (1998), citados por Lemaire (2001), demonstraram que o decréscimo na luz azul na sombra também influencia o hábito de crescimento da planta pelo aumento do comprimento do pecíolo e do ângulo do pecíolo da horizontal e pelo aumento dos estolões acima do solo permitindo que pontos de crescimento alcancem mais luz. Essa alta resposta morfogenética do trevo-branco ao sombreamento confere a essa espécie alta competitividade por luz em relvados mistos (Davidson & Robson, 1985). Assim, quando a competição por luz dentro do relvado aumenta a razão V/VD e luz azul diminui no dossel, o comprimento do pecíolo diminui e o tamanho da lâmina aumenta, enquanto a emergência de gemas axilares cessa e os entrenós do estolão alongam-se mais rapidamente. Como resultado dessas mudanças na morfogênese da planta, ocorre o posicionamento das superfícies foliares na camada bem iluminada do dossel e a possibilidade de que os pontos de crescimento do estolão escapem da área sombreada e talvez encontrem um local com melhor iluminação onde a ramificação (perfilhamento) possa ser reativada por meio da exploração da fonte luminosa do local (Simon et al., 1989; Lemaire, 2001).

Em gramíneas, a qualidade de luz também tem efeito sobre a morfogênese da planta (Casal et al., 1987). Degeribus et al. (1983) verificaram que o decréscimo na razão V/VD dentro do dossel provoca redução no perfilhamento de *Lolium* spp. Gautier et al. (1999), citados por Lemaire (2001),

demonstraram que tanto a redução no fluxo de fóton fotossintético (quantidade de luz) quanto a redução da razão V/VD têm efeito no perfilhamento de *Lolium perenne*, enquanto a redução na luz azul não tem efeito.

Diferenças na resposta à desfolhação ocorrem em razão de diferenças na remoção de área fotossintética e meristema, regeneração de gemas, florescimento, produção de sementes, reservas de sementes, reservas de sementes no solo e regeneração de plântulas. O efeito de desfolhações mais freqüentes e intensas tem sido atribuído à interceptação luminosa reduzida pelos tecidos fotossintéticos, ao esgotamento das reservas metabólicas das plantas, à absorção reduzida de nutrientes e água, aos danos causados nos meristemas apicais ou ao esgotamento da reserva de sementes (Silva et al., 1997).

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

Vários aspectos morfofisiológicos estão envolvidos na IL pelos vegetais. Uns correspondem a aspectos relacionados à organização espacial das folhas, pela densidade de cobertura vegetal, pela distribuição horizontal e vertical entre as folhas e pelo ângulo foliar. Outros estão relacionados a aspectos funcionais que dependem de fatores da plantas e do ambiente: idade, tipo e tamanho das folhas, saturação luminosa, flutuações na intensidade e na qualidade da luz (Bernardes, 1987). A quantidade de energia radiante que chega ao dossel é atenuada à medida que essa energia penetra nas camadas inferiores do mesmo. Segundo Humphreys (1991), o arranjo geométrico do dossel influencia o ambiente luminoso e as taxas fotossintéticas das superfícies clorofiladas abaixo das folhas e hastes superiores.

A utilização ótima da luz solar incidente foi proposta por Warren-Wilson (1961) como aquela que ocorre quando as plantas de um dossel fechado recebem luz de intensidade uniforme e relativamente baixa e na qual as folhas basais permanecem no ponto de saturação luminosa. Essa situação hipotética

poderia existir, ao menos teoricamente, por meio de um arranjo espacial adequado de uma área foliar apropriada (Silva & Pedreira, 1997).

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

2.5. Irrigação de pastagens

Um dos principais problemas no setor produtivo é a estacionalidade da produção de forragem de espécies comumente utilizadas em sistemas de produção animal em pastagem (Müller, 2000), principalmente nas latitudes do Centro-Sul do Brasil. Em graus variados, as baixas temperaturas, os baixos níveis de radiação solar e a reduzida disponibilidade hídrica no “inverno agrostológico” (abril a setembro) são apontados como fatores limitantes da produção de pastagens.

Estudos (Alvin et al., 1986; Botrel et al., 1991) indicam, todavia, que nas latitudes tropicais, a água pode ser um dos principais fatores limitantes, o que tem estimulado um direcionamento de esforços para avaliar o potencial da irrigação como técnica capaz de atenuar ou minimizar o problema de escassez de forragem na época menos favorável do ano. A confirmação dessa hipótese pode ter um importante impacto técnico e econômico sobre a viabilidade da

irrigação de pastagens em muitas áreas do Brasil Central. A irrigação, associada ao manejo adequado e à utilização de fertilizantes, como formas de explorar o potencial produtivo das espécies forrageiras tropicais, podem promover aumento significativo da produtividade animal, diluindo os custos fixos do sistema de produção (Rolim, 1994).

A literatura concernente ao desempenho agrônômico e econômico em pastagens irrigadas ainda é bastante restrita e, segundo Müller (2000), o uso da irrigação em pastagens da região dos Cerrados, por exemplo, é uma realidade fundamental em experiências empíricas de produtores e que ainda não encontra alicerces na pesquisa acadêmica. Apesar da crescente utilização da irrigação como forma de aumentar a produção de pastagens e, em virtude da elevação da capacidade de suporte da pastagem e da produtividade animal, Martins et al. (2000) destacaram que a resposta na capacidade produtiva das pastagens, em decorrência da irrigação, está diretamente relacionada aos fatores climáticos, especialmente temperatura e fotoperíodo.

Assim, a resposta das gramíneas varia conforme a região e a espécie forrageira, o que pode ser considerado na avaliação da produção de gramínea de climas tropical e temperado. Alvim et al. (1986) e Ghelfi Filho (1976), pioneiros na pesquisa de irrigação em pastagens tropicais, verificaram acréscimo de 48% na produção de MS de capim-colômbia irrigado no inverno, entretanto, a distribuição da produção de forragem não diferiu em comparação à do capim testemunha no período seco. Os autores relacionaram esses resultados às baixas temperaturas na estação.

Do mesmo modo, Botrel et al. (1991) avaliaram o efeito da irrigação na produção de MS de cultivares de capim-elefante e observaram que, apesar do efeito positivo na produção de forragem, a irrigação não alterou substancialmente a estacionalidade de produção desta forrageira, o que indica forte efeito da temperatura e do fotoperíodo na estacionalidade de produção. Ladeira et al. (1966) também verificaram que, em pastagens irrigadas de capim-pangola (*Digitaria decumbens*), sempre-verde (*Panicum maximum*) e gordura (*Melinis minutiflora*) adubadas durante o período seco, houve incremento médio de 84% no acúmulo de forragem verde durante esse período. Contudo, pouco efeito foi verificado sobre a estacionalidade de produção, visto que a porcentagem anual da forragem produzida durante o

período seco alterou de 17% para 23%. Outros autores também verificaram ausência de resposta à irrigação na alteração da estacionalidade de produção de forrageiras tropicais, demonstrando a existência de outros fatores além da deficiência hídrica, como temperatura e fotoperíodo, limitando a produção de matéria seca durante o inverno (Marcelino et al., 2001; Alvim et al., 1993; Alvim et al., 1986; Ghelfi Filho, 1978; Carvalho et al., 1975).

Em determinadas regiões onde as condições de temperatura e fotoperíodo no inverno não são limitantes à produção da planta forrageira, tem-se verificado, entretanto, respostas consideráveis à irrigação de pastagens durante o período seco. Assim, Vilela et al. (2002), em Minas Gerais, verificaram que a irrigação de pastagens de capim-elefante paraíso (*Pennisetum hybridum*) possibilitou produção de forragem 6 a 7 vezes maior durante o inverno. Matsumoto et al. (2002) também obtiveram considerável incremento na produção de forragem de cultivares de *Panicum* (guiné, colômbio, mombaça, tanzânia e centauro) irrigadas em Ilha Solteira-SP e verificaram aumento anual de 40% na forragem produzida.

Por outro lado, deve-se buscar o aprimoramento do manejo de pastagens tropicais objetivando-se a exploração do potencial produtivo dessas plantas (Corsi & Santos, 1995) e a redução nos custos dos sistemas de produção. Para isso, é necessário profundo conhecimento dos atributos relacionados às plantas e ao ecossistema em que elas estão inseridas. Esse conhecimento tem como princípio básico o entendimento das propriedades morfofisiológicas que regem a produção de MS e como a comunidade de plantas responde ao manejo adotado (Silva & Pedreira, 1997). A obtenção de informações sobre as respostas das plantas ao manejo adotado indica ao produtor como utilizar os fatores de manejo (adubação, irrigação, pressão de pastejo) de forma adequada, permitindo alta produtividade e, conseqüentemente, rentabilidade do sistema, sem o comprometimento da perenidade de pastagens.

2.6 Características morfogênicas e estruturais

Morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*gênesis*) e expansão da forma (*morphos*) da planta no espaço (Chapman & Lemaire, 1993). Cada planta apresenta um mecanismo geneticamente determinado para a morfogênese cuja realização é governada pela temperatura (Gillet et al., 1984), variável climática que controla as taxas de expansão e divisão celular (Bem-Haj-Salah & Tardieu, 1995). Esse programa morfogênico determina o funcionamento e a coordenação dos meristemas em termos de taxas de produção e expansão de novas células. Em troca, define a dinâmica de expansão dos órgãos em crescimento (folhas, entrenós e perfilhos) e a demanda de carbono (C) e N necessária para atender à expansão dos órgãos em termos de volume (Durand et al., 1991).

Em pastagem em crescimento vegetativo no qual apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características básicas: aparecimento de folhas, alongamento de folhas e duração de vida da folha. Apesar de determinadas geneticamente, essas características podem ser influenciadas por variáveis de ambiente, como temperatura (Duru & Ducrocq, 2000), intensidade luminosa (Ryle, 1966; Van Esbroeck, 1989), disponibilidade hídrica (Durand et al., 1997; Morales, 1998), nutrientes (Thomas, 1983; Longnecker et al., 1993; Garcez Neto et al., 2002) e efeitos do pastejo (Barbosa et al., 2002; Gomide et al., 2002), as quais definem as taxas e duração dos processos.

Outro componente morfogênico importante, principalmente em gramíneas de crescimento ereto, é o alongamento do colmo (Sbrissia & Da Silva, 2001), que incrementa o rendimento forrageiro (Santos, 2002), entretanto, interfere significativamente na estrutura do dossel comprometendo a eficiência de pastejo em virtude de alterações na relação lâmina foliar:colmo, que, por sua vez, mantém relação direta com o desempenho dos animais em pastejo (Euclides et al., 2000). Segundo Skinner & Nelson (1995), o alongamento de colmo atua sobre o aparecimento de folhas e o comprimento da lâmina foliar em razão do aumento do percurso da folha dentro do pseudocolmo.

Os três componentes morfogênicos das folhas (TApF, TAIF e DVF), em associação, determinam os componentes estruturais do dossel forrageiro: comprimento final da lâmina foliar, densidade populacional de perfilhos e número de folhas verdes por perfilho (Chapman & Lemaire, 1993), que contribuem para a definição do IAF.

2.6.1. Taxa de alongamento foliar

A taxa de alongamento foliar (TAIF) varia de acordo com o genótipo (Pinto et al., 1993), o nível de inserção da folha (Silsbury, 1970; Robson, 1973; Thomas, 1983; Gomide, 1997), o estresse hídrico (Wardlaw, 1969; Horst et al., 1978), a temperatura (Robson, 1981; Collins & Jonas, 1988), a luz (Robson, 1981), a estação do ano (Barbosa et al., 1996) e a nutrição mineral (Pearse & Wilman, 1984; Mazzanti & Lemaire et al., 1994).

O crescimento de folhas de gramíneas ocorre na região basal da folha, a qual é completamente encoberta pelas bainhas de folhas mais velhas (Davidson & Milthorpe, 1996; Kemp, 1980). Segundo Skinner & Nelson (1995), células meristemáticas da bainha estão presentes relativamente mais cedo nas folhas em desenvolvimento. No entanto, o início da expansão da folha ocorre primeiramente em sua lâmina e o processo de expansão da bainha começa efetivamente quando essa folha é facilmente reconhecida pelo deslocamento da lígula, por meio da zona de crescimento, a partir da base da folha (Schnyder et al., 2000).

A TAIF correlaciona-se positivamente com a produção de forragem (Horst, 1978) e com a produção por perfilho (Nelson et al., 1977), porém, negativamente com o número de perfilhos por planta (Jones et al., 1979).

Variações nas condições de ambiente sob as quais as plantas estão crescendo podem alterar a TAIF, porém, os efeitos mais pronunciados são aqueles relacionados à temperatura (Lemaire & Chapman, 1996) e à disponibilidade de N (Gastal et al., 1992). A TAIF responde prontamente a qualquer mudança em temperatura percebida pelo meristema apical (Peacock,

1975). Lemaire & Agnusdei (2000) relataram que a TAlF apresenta comportamento exponencial quando a temperatura média diária se mantém em 5 a 17°C para gramíneas C₃ e 12 a 20°C para gramíneas C₄. Acima desses limites, a TAlF é linear até que os níveis ótimos de temperatura sejam atingidos para cada espécie (Nabinger & Pontes, 2001).

O N tem efeito pronunciado sobre a TAlF, o que pode estar relacionado ao grande acúmulo de N na zona de divisão celular (Gastal & Nelson, 1984). De acordo com Gastal et al., (1992), plantas com aporte insuficiente de N apresentam redução de 3 a 4 vezes nos valores de TAlF em relação às mantidas sob condições não limitantes.

A resposta da TAlF a práticas de manejo pode variar entre espécies e dentro de cada espécie (Nabinger & Pontes, 2001). Almeida et al. (1997) reportaram aumentos na TAlF à medida que se aumentaram os níveis de oferta de forragem em capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott). Entretanto, Barbosa et al., (2002), em pesquisa com capim-tanzânia sob pastejo rotativo, não encontraram diferenças na TAlF decorrentes da altura do resíduo pós-pastejo.

2.6.2 Taxa de aparecimento foliar e filocrono

A taxa de aparecimento foliar (TApF), uma variável morfogenética que determina a dinâmica do fluxo de tecidos de plantas, é expressa como o número médio de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo (Anslow, 1966); seu inverso determina o filocrono. A TApF é de grande importância para a planta, uma vez que a folha é a responsável pela IL.

O tamanho da folha é também importante, mas, em algumas espécies, é inversamente proporcional à TApF (Hume, 1991), a qual varia entre e dentro de espécies. Em ambiente uniforme, a TApF é considerada constante, porém, é amplamente influenciada por mudanças estacionais. As flutuações estacionais são causadas não apenas pela temperatura, mas também por mudanças na

intensidade luminosa, no fotoperíodo e na disponibilidade de água e nutrientes no solo (Langer, 1963).

Trabalhos conduzidos no Brasil em casa de vegetação com capins mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) (Garcez Neto et al., 2002) e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Alexandrino et al., 2000), comprovaram efeito significativo da adubação nitrogenada sobre a TApF.

Os efeitos de corte ou pastejo sobre a TApF estão freqüentemente relacionados à altura da bainha de folhas remanescentes (Skinner & Nelson, 1995; Duru & Ducrocq, 2000; Barbosa et al., 2002). De acordo com Skinner & Nelson (1995), o maior comprimento da bainha conduz a planta a menor taxa de aparecimento de folhas, uma vez que as folhas novas surgidas em um perfilho se localizam comumente em níveis de inserção cada vez mais altos. Nesse sentido, à distância percorrida pela folha do ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo é maior. Esse padrão de resposta, verificado em plantas de clima temperado, também é encontrado em gramíneas tropicais, como *Brachiaria decumbens* sob lotação contínua (Grasseli et al., 2000) e capim-tanzânia sob lotação rotativa (Barbosa et al., 2002), nos quais verificou-se que a TApF reduziu com o aumento da altura do dossel.

O intervalo de tempo (em horas, dias ou graus-dias) para o surgimento de duas folhas sucessivas é definido como filocrono. De forma prática, pode-se dizer que o filocrono é o tempo, em dias, para o surgimento de uma folha. Durante cada filocrono, é adicionado ao colmo um fitômero, unidade básica de desenvolvimento e crescimento de gramíneas.

2.6.3 Número de folhas vivas

De acordo com Davies (1988), o número máximo de folhas vivas por perfilho é uma constante genotípica que pode ser medida pela duração de vida das folhas, expressa como o número de intervalo de aparecimento entre folhas sucessivas (filocrono). O número de folhas vivas (NFV) por perfilho é uma

característica genotípica estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais (Nabinger & Pontes, 2001).

Garcez Neto et al. (2002) encontraram efeito positivo da adubação nitrogenada e da altura de corte no número total de folhas, bem como no NFV por perfilho em capim-mombaça. Os autores atribuíram esse fato ao retardamento do processo de senescência quando aplicadas elevadas doses de N, uma vez que nessas condições foram verificados maior tempo de alongamento e maior comprimento da lâmina foliar.

2.6.4 Taxa de alongamento de pseudocolmo

Gramíneas tropicais, em particular aquelas de crescimento ereto, apresentam outro componente importante do crescimento que interfere significativamente na estrutura do dossel e no equilíbrio do processo de competição por luz: o alongamento de colmos (Sbrissia & Da Silva, 2001).

O desenvolvimento de colmos pode favorecer o aumento da produção de MS, mas pode ter efeitos negativos no aproveitamento e no valor nutritivo da forragem produzida (Santos, 2002), alterando o comportamento ingestivo dos animais e o consumo de forragem.

Em estudos com capim-elefante, Corsi et al. (1996) e De Faria et al. (1996) demonstraram que, por algum tempo, o alongamento de colmos pode ser controlado pela decapitação precoce de perfilhos, com subsequente desfolhação na altura da decapitação original. Esses autores relataram que essa prática poderia promover perdas na produção de forragem, porém, com ganhos significativos na eficiência de utilização do valor nutritivo da forragem produzida e no desempenho animal correspondente.

Carnevalli (2003), trabalhando com dois níveis de IL pelo dossel forrageiro (100 e 95%) e duas alturas de resíduo pós-pastejo (30 e 50 cm), observou que a presença de colmos no dossel forrageiro foi o principal fator da modificação da estrutura da pastagem. Assim, tratamentos com 100% de IL apresentaram taxa de alongamento de colmos duas vezes superiores às

obtidas em tratamentos com 95% de IL no final do período de rebrotação. Quando considerada a massa de colmos acumulada por pastejo para 100% de IL, o acréscimo em colmos e bainhas foi três vezes superior aos dos tratamentos com 95% de IL. Esses resultados realçam a importância do controle do pastejo com o objetivo de limitar a degeneração da estrutura do dossel, como consequência da formação excessiva de colmos e acúmulo de material morto, determinantes da redução da relação lâmina:colmo e das perdas na eficiência de utilização da forragem produzida.

2.7. Padrões demográficos de perfilhamento

Os perfilhos são considerados as unidades de crescimento das gramíneas forrageiras, de modo que uma pastagem pode ser considerada uma população de perfilhos. Esses perfilhos são constituídos de uma série de fitômeros (lâmina, bainha, lígula, nó, entrenó e gema axilar) diferenciados de um único meristema apical (Briske, 1991). Matthew et al. (2001) relataram que um fitômero é responsável pela formação de diferentes órgãos em diferentes estádios de seu ciclo de vida e que um único perfilho é uma cadeia coordenada de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento. O perfilhamento geralmente é um indicador de vigor e persistência de plantas forrageiras e pode ser afetado por uma série de fatores ambientais.

A densidade populacional de perfilhos em comunidades de plantas forrageiras depende do equilíbrio entre as taxa de aparecimento e morte de perfilhos (Lemaire & Chapman, 1996). Em outras palavras, o número de perfilhos por plantas, ou unidade de área, é determinado pela relação entre a periodicidade de aparecimento de novos perfilhos e a longevidade dos mesmos. Assim, de acordo com Briske (1991), mudanças na densidade populacional de perfilhos ocorrem quando o surgimento de novos perfilhos excede ou não a mortalidade. De acordo com Parsons & Chapman (2000), em pastagens já estabelecidas, cada perfilho deveria formar apenas um outro durante seu tempo de vida para manutenção de uma população constante.

Outro aspecto importante para o entendimento da dinâmica do perfilhamento é que o número de folhas formadas determina a taxa potencial de aparecimento de perfilhos, em virtude da presença de uma gema na axila de cada folha (Nelson, 2000). A relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas é denominada ocupação de sítios (*site filling*) e foi a primeira medida amplamente utilizada para calcular a probabilidade de gemas existentes que posteriormente resultam na formação de perfilhos (Davies, 1974).

Os valores biológicos próximos ao máximo de *site filling* são freqüentemente reportados para plantas de azevém perene durante a fase de estabelecimento (Neutboom et al., 1988; Bahmani et al., 2000) ou com altos níveis de nutrientes (Matthew et al., 1998), pois a taxa potencial de aparecimento de perfilhos só pode ser atingida quando o IAF do dossel é baixo, uma vez que a ativação das gemas para a formação de novos perfilhos está relacionada à quantidade e à qualidade de luz incidentes sobre essas gemas.

Segundo Lemaire & Chapman (1996), em sistemas de pastejo rotativo, a densidade de perfilhos aumenta após a retirada dos animais até o IAF atingir valor de 3 a 4, quando então começa a diminuir em razão da mortalidade. Corroborando essa afirmação, Barbosa et al. (2001), em experimento com capim-tanzânia em sistema de pastejo rotativo, 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 com o incremento no IAF.

Carvalho (2002) compararam duas alturas de corte em capim-mombaça e capim-tanzânia e verificaram estacionalidade na dinâmica do perfilhamento associada à época de florescimento de ambos os capins. Além disso, cortes mais baixos promoveram aumentos na mortalidade de perfilhos, mas, apesar disso, poderiam ser utilizados estrategicamente para aumentar o perfilhamento em determinadas épocas do ano.

O efeito positivo do N sobre o perfilhamento é atribuído à maior rapidez de formação das gemas axilares e à iniciação dos perfilhos correspondentes. Deve-se, portanto, observar que o IAF não pode ultrapassar o valor crítico, pois modifica a qualidade da luz que penetra no dossel chegando às gemas mais tardiamente (Nabinger, 1996).

Segundo Lemaire (1985), baixa disponibilidade de N na planta determina baixo valor de ocupação de sítios e mantém a taxa de aparecimento de novos perfilhos abaixo de seus valores potenciais.

2.8. Produção e acúmulo de forragem

O acúmulo líquido de forragem em uma comunidade de plantas forrageiras ou em uma pastagem tem sido descrito como o resultado direto do balanço entre os processos de crescimento e senescência do dossel (Hodgson, 1990). Crescimento e senescência ocorrem em perfilhos individuais, porém, quando avaliados como um todo, determinam a produção da comunidade vegetal (Da Silva & Pedreira, 1997).

Altas taxas de crescimento são obtidas quando alcançadas altas taxas fotossintéticas, às quais, entretanto, correspondem altos custos de respiração e senescência. Esses processos são importantes no processo de utilização da forragem acumulada, uma vez que a perda excessiva de tecidos vegetais por meio da senescência implica, obrigatoriamente, baixa utilização da forragem acumulada (Sbrissia & Da Silva, 2001).

Para se otimizar a produção de uma pastagem, tanto sob lotação contínua quanto em pastejo rotativo, o manejo deve se basear no entendimento do compromisso entre a necessidade de reter área foliar para fotossíntese para então alcançar determinado rendimento (Parsons, 1988). Assim, em determinado período, o acúmulo líquido (em peso) de biomassa viva de uma espécie forrageira é o resultado da diferença entre o aumento bruto de peso decorrente da formação de novos tecidos e a diminuição causada pela senescência e decomposição de tecidos mais velhos ou pelo consumo de forragem (Bircham & Hodgson, 1983; Davies, 1993).

A taxa de acúmulo de forragem pode variar amplamente de acordo com as condições edafoclimáticas e o manejo. Barbosa et al. (2002), em experimento com capim-tanzânia sob pastejo rotativo, não encontraram

diferenças no acúmulo líquido de forragem decorrentes dos resíduos pós-pastejo (2,3 e 3,6 t MS.ha⁻¹).

Santos et al. (1999), em estudo sobre o efeito do período de descanso (28, 38 e 48 dias) sobre a massa de forragem e a taxa de acúmulo de MS nos capim tanzânia e mombaça, encontraram maior massa de forragem para o período de maior descanso, porém, não encontraram diferenças no acúmulo de MS dos dois cultivares. Maiores valores de taxa de acúmulo de MS foram registrados durante o período das águas (janeiro e fevereiro).

Carnevali (2003), em estudo com capim-mombaça sob pastejo rotativo caracterizado por duas alturas de resíduo (30 e 50 cm) e duas condições de pré-pastejo (95 e 100% de IL), verificou maior produção de forragem nos tratamentos com 95% de IL, com redução acentuada na produção de forragem quando o período de descanso foi mais longo (100% de IL). Esse autor atribuiu esta redução em produção de forragem ao processo de senescência foliar, resultante de maior competição por luz sob as condições impostas.

2.9. Altura do dossel e efeitos sobre a produção da pastagem

Segundo Loomis & Williams (1969), o estabelecimento de relações entre a morfologia ou arquitetura do dossel e o acúmulo de forragem pela planta implica uma série de dificuldades. Processos fisiológicos como translocação, respiração e controle hormonal da partição de fotoassimilados atuam na determinação da correlação entre a produtividade primária e a produção de massa seca. Loomis & Williams (1969) concluíram que a arquitetura do dossel afeta tanto a distribuição de luz dentro da população de plantas como a circulação de ar, que, por sua vez afeta os processos de transferência de CO₂ e evapotranspiração. Portanto, a arquitetura do dossel vegetativo afeta a IL pelas plantas. Haynes (1980) sugeriu que, provavelmente, a característica mais importante que determina a habilidade do dossel de competir por luz é a altura. Pequenas diferenças em altura da pastagem podem ter grandes efeitos na

competição por luz, pois diferenças, mesmo que pequenas, são suficientes para uma folha se sobrepor à outra.

Entre as características do dossel vegetativo, as que mais afetam a produção de forragem e dos animais e, conseqüentemente, as mais importantes para o manejo, são a altura da pastagem, a massa e densidade de forragem e a quantidade de folhas (Hodgson, 1990). Maxwell & Treacher (1987) mencionaram que a altura do dossel constitui a melhor ferramenta para o manejo da pastagem objetivando o controle da produção de matéria seca e desempenho animal dentro do sistema. Esta característica afeta o crescimento e a senescência das plantas e, conseqüentemente, a produção líquida da pastagem, além de afetar significativamente o consumo e o desempenho dos animais. Hodgson (1990) citou evidências de que medidas de altura fornecem a melhor indicação da produção de forragem e desempenho do animal em circunstâncias particulares e padrões mais consistentes de respostas sob diferentes condições. Em azevém perene, a resposta do consumo dos animais a variações na altura do dossel é mais consistente que na massa de forragem. Segundo esse autor, como é mais fácil de ser mensurada, a altura constitui-se um parâmetro satisfatório de avaliação de pastagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Setor Forragicultura, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de janeiro a agosto de 2006. O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata Mineira, a 651 m de altitude, nas seguintes coordenadas geográficas: 20° 45' 40" de latitude sul e 42° 51' 40" de longitude oeste. O tipo climático é Cwa, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluvial média anual em torno de 1.340 mm, umidade relativa do ar de 80% e as temperaturas médias máximas e mínimas de 27,3 e 14,9°C, respectivamente. As médias mensais de temperatura e a precipitação pluvial, referentes ao período experimental estão representadas nas Figuras 1 e 2.

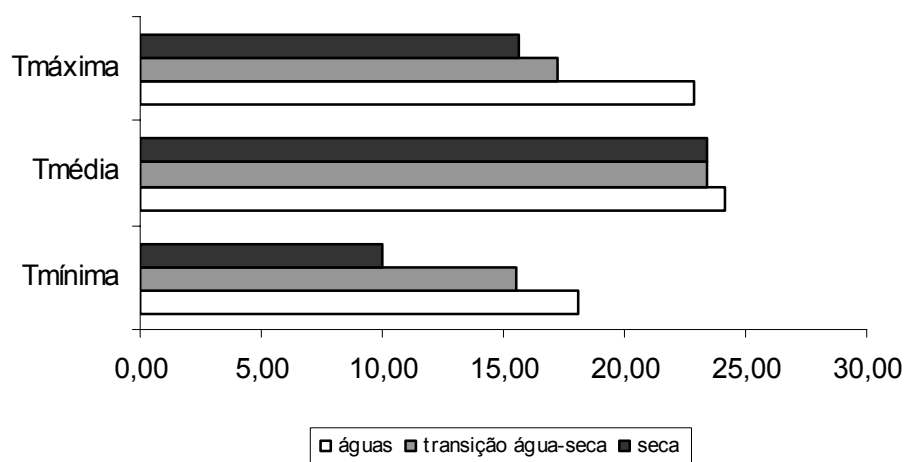


Figura 1: Temperaturas mínima (Tmínima), média (Tmédia) e máxima (Tmáxima) nos períodos das águas e de transição água-seca e de seca (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola/UFV).

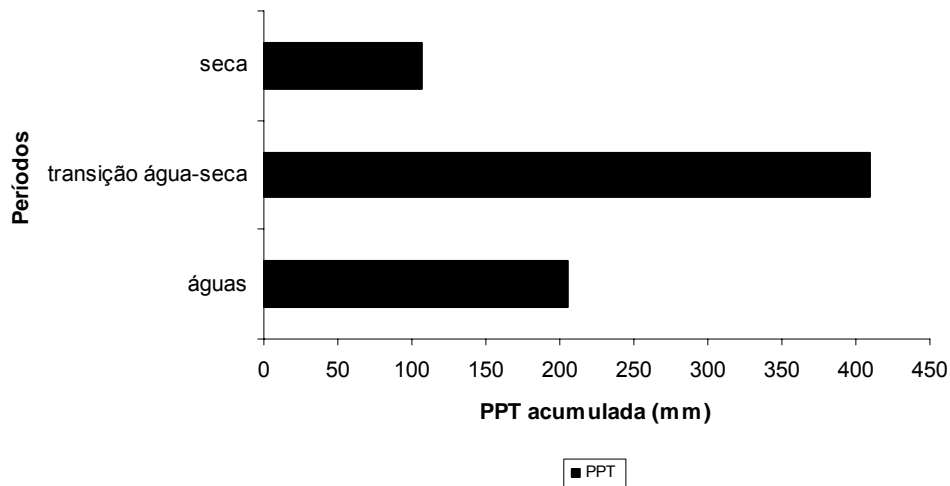


Figura 2: Precipitação pluviométrica (PPT) acumulada nos períodos das águas e de transição água-seca e de seca (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola/UFV).

Os tratamentos consistiram da combinação de quatro doses de N (0, 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹) e de três densidades de plantas 9, 25 e 49 plantas. m⁻², correspondentes às taxas de semeadura de 1,12; 3,08 e 6,16 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis, segundo um arranjo fatorial 4 × 3, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais (parcelas) (Figura 3).



Figura 3: Vista geral da área experimental com o capim-tanzânia nos diferentes tratamentos.

Para maior controle do número de plantas na área (plantas.m^{-2}), optou-se pela semeadura da forrageira em bandejas com substrato agrícola, realizada em casa de vegetação, em 04/11/2005, onde foram mantidas até atingirem, aproximadamente, 15 cm de altura. Posteriormente, realizou-se a transplantação, em 02/12/2006, de 9, 25 e 49 plantas. m^{-2} , correspondentes às taxas de semeadura e às densidades de plantas em cada tratamento, em parcelas de 9 m^2 . As taxas de semeadura serão referidas a seguir de acordo com suas respectivas densidades de plantas (plantas. m^{-2}), conforme relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1: Relação dos tratamentos com as respectivas doses de N e kg.ha^{-1} de sementes puras viáveis (SPV) avaliados no experimento

Tratamento	Tratamento. Doses de N (kg.ha^{-1}) e número de plantas. m^{-2}
T ₁ - 0/1,12 = Trat. 0 kg.ha^{-1} de N e 1,12 kg.ha^{-1} de SPV	T ₁ - 0/9
T ₂ - 0/3,08 = Trat. 0 kg.ha^{-1} de N e 3,08 kg.ha^{-1} de SPV	T ₂ - 0/25
T ₃ - 0/6,16 = Trat. 0 kg.ha^{-1} de N e 6,16 kg.ha^{-1} de SPV	T ₃ - 0/49
T ₄ - 80/1,12 = Trat. 80 kg.ha^{-1} de N e 1,12 kg.ha^{-1} de SPV	T ₄ - 80/9
T ₅ - 80/3,08 = Trat. 80 kg.ha^{-1} de N e 3,08 kg.ha^{-1} de SPV	T ₅ - 80/25
T ₆ - 80/6,16 = Trat. 80 kg.ha^{-1} de N e 6,16 kg.ha^{-1} de SPV	T ₆ - 80/49
T ₇ - 160/1,12 = Trat. 160 kg.ha^{-1} de N e 1,12 kg.ha^{-1} de SPV	T ₇ - 160/9
T ₈ - 160/3,08 = Trat. 160 kg.ha^{-1} de N e 3,08 kg.ha^{-1} de SPV	T ₈ - 160/25
T ₉ - 160/6,16 = Trat. 160 kg.ha^{-1} de N e 6,16 kg.ha^{-1} de SPV	T ₉ - 160/49
T ₁₀ - 320/1,12 = Trat. 320 kg.ha^{-1} de N e 1,12 kg.ha^{-1} de SPV	T ₁₀ - 320/9
T ₁₁ - 320/3,08 = Trat. 320 kg.ha^{-1} de N e 3,08 kg.ha^{-1} de SPV	T ₁₁ - 320/25
T ₁₂ - 3200/6,16 = Trat. 320 kg.ha^{-1} de N e 6,16 kg.ha^{-1} de SPV	T ₁₂ - 320/49

Na área experimental, antes da demarcação das parcelas, realizaram-se gradagem e aração do solo e posteriormente 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. A análise da amostra apresentou as seguintes características químicas: pH em água - 5,9 (relação 1:2,5); P - 1,1 e K - 146 mg.dm⁻³ (Extrator Mehlich-1); Ca - 3,1; Mg - 1,0; Al - 0,0 cmol_c.dm⁻³; e matéria orgânica - 3,71 dag/kg (Walkley-Black, ano). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa.

Em virtude do resultado da análise do solo, efetuou-se a aplicação de P₂O₅ (110 kg.ha⁻¹) utilizando-se como fonte o superfosfato simples, incorporado manualmente na camada de 0 a 10 cm de profundidade. As doses de N (uréia) foram divididas em três aplicações, a primeira 30 dias após o transplante (02/12/2005) e as outras duas, após os dois cortes sucessivos. Em abril de 2006, após a constatação de efeitos pouco expressivos do N na produção de matéria seca e no fluxo de tecidos, efetuou-se outra adubação nas mesmas doses, também parceladas de três vezes.

O intervalo de rega foi de sete dias, com cada parcela experimental irrigada de acordo com a evapotranspiração da cultura (ET_c) do capim-tanzânia, estimada a partir da evapotranspiração de referência (ET_o), obtida com o uso da equação de Penman-Monteth, FAO 56, e de coeficientes da cultura (K_c). Os valores de K_c utilizados na determinação da ET_c diária foram obtidos por meio da equação "K_c = 0,46 + 0,0321*NDAC", sendo NDAC igual ao número de dias após a colheita, adaptada conforme descrito por Xavier et al. (2004) para a localidade de Pereira Barreto, SP, aplicada conforme o estágio de desenvolvimento do capim-tanzânia. Os dados de temperatura máxima, mínima e média, precipitação pluvial e ET_o foram obtidos em uma estação meteorológica automática, instalada a 500 m da área experimental (Figuras 1 e 2). A partir desses cálculos, as parcelas experimentais foram irrigadas semanal e individualmente, por meio de um hidrômetro adaptado a um tubo de PVC perfurado conectado à rede de irrigação e deslocado sobre cada parcela a ser irrigada até completar o volume de água daquele turno de rega.

O controle de plantas daninhas nas parcelas foi feito manualmente, a intervalos de aproximadamente 30 dias.

Para avaliação das características morfogênicas, foram identificados dois perfilhos por parcela, em dois blocos (repetições), totalizando 24 unidades experimentais ou parcelas. Os perfilhos foram marcados após 20 dias do transplante e as medidas foram feitas a cada dois dias durante o período das águas e durante a transição água-seca e a cada sete dias durante o período seco. Foram medidos o comprimento da lâmina foliar e a altura do solo até a lígula da última folha expandida, além do registro de novas folhas surgidas em cada um dos perfilhos e em cada avaliação. As medidas de comprimento foram feitas com régua milimetrada durante todo o período experimental. A partir dos dados registrados no campo foram realizados os cálculos para determinação das seguintes variáveis-respostas:

- taxa de aparecimento foliar (TApF) em folha/perfilho/dia: quociente entre o número de folhas por perfilho (NFV) surgidas no período avaliado e número de dias do período;
- filocrono em dias: inverso da taxa de aparecimento de folhas (dias/folha/perfilho);
- taxa de alongamento foliar (TAIF) em cm/perfilho/dia: variação média no comprimento da folha em expansão durante o período de avaliação;
- taxa de senescência foliar (TSF), em cm/perfilho/dia: variação média no comprimento da porção senescente da folha, resultado do produto entre o comprimento da lâmina foliar senescente e a proporção de tecido senescente correspondente observada ao longo do período de avaliação;
- número de folhas vivas (NFV): contagem do número de folhas vivas não-senescentes;
- taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC), em cm/perfilho/dia: variação média no comprimento do pseudocolmo durante o período de avaliação.

Para avaliação dos padrões demográficos de perfilhos e de suas respectivas taxas de aparecimento e mortalidade, 32 dias após a transplantação, foram identificadas duas touceiras (unidade de amostragem) por parcela em dois blocos (repetições), totalizando 24 unidades experimentais ou parcelas. Todos os perfilhos existentes nas duas touceiras foram contados e marcados com arames revestidos de plástico colorido. A cada nova amostragem, realizada a intervalos de 21 dias para o período das águas e transição água-seca e a cada 30 dias para o período da seca, novos perfilhos foram marcados com arames de cores diferentes. Essas variáveis foram calculadas para cada touceira em cada avaliação, determinando-se as gerações. Assim, os resultados por unidade experimental ou parcela foram provenientes da média de duas touceiras por unidade experimental. Assim, foi obtida a estimativa da população de perfilhos de todas as gerações (de acordo com as diferentes cores dos arames), o que permitiu o cálculo de suas respectivas taxas de aparecimento e mortalidade, por meio das seguintes fórmulas:

$$\% \text{ Taxa aparecimento} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de perf. novos (última geração marcada)}}{\text{n}^\circ \text{ de perfilhos totais existentes (gerações marc. ant.)}} \times 100$$

$$\% \text{ Taxa mortalidade} = \frac{\text{Perf. marc. anteriores} - \text{Perf. sobrev. (marc. atual)}}{\text{n}^\circ \text{ total de perfilhos na marc. anterior}} \times 100$$

O monitoramento da interceptação luminosa (IL) e da altura do dossel foi realizado a intervalos de dois dias durante o período das águas e de transição água-seca e a cada sete dias durante o período seco. Além dos intervalos citados, quando os níveis de IL foram próximos a 95% de IL, a frequência de monitoramento foi aumentada, com avaliações realizadas diariamente. As medidas de altura do dossel de capim-tanzânia foram feitas todas as vezes que se procedeu à medição da IL, de modo a estabelecer uma relação entre altura e IL. Nas avaliações da IL, utilizou-se o aparelho analisador de dossel, denominado *Sun Scan*, com seis pontos de leituras, três leituras na parte superior do dossel e três no nível do solo. A altura do dossel foi determinada

utilizando-se régua (1 m) graduada em centímetros, com medições em seis pontos de cada unidade experimental.

Quando a interceptação pelo dossel da radiação fotossinteticamente ativa atingia 95%, independentemente da altura das plantas de capim-tanzânia, alocava-se um retângulo (0,60 × 1,3 m) na parte central da parcela, em uma área representativa, e efetuava-se a medida da altura e a colheita das plantas a 20 cm do solo. Posteriormente, essas amostras foram pesadas e divididas em duas subamostras. Na primeira subamostra, foram avaliados os componentes morfológicos da forragem, separando as plantas em frações lâmina foliar, colmo + bainha e material morto. O material foi colocado em sacos de papel previamente identificados e levado a estufa de circulação forçada a 65°C até peso constante. A segunda subamostra foi pesada, colocada em saco de papel previamente identificado e levada a estufa de circulação forçada a 65°C até peso constante. Os valores de massa de forragem foram convertidos em g de MS. m⁻² e os componentes morfológicos expressos em g de massa de forragem.m⁻².

Os dados relativos ao acúmulo de matéria seca e à taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos foram analisados considerando todo o período experimental (janeiro a agosto), enquanto, para as demais variáveis, os resultados foram agrupados em período das águas (PA), de janeiro a fevereiro; período de transição água-seca (PT), de março a maio; e período seco (PS), de junho a agosto.

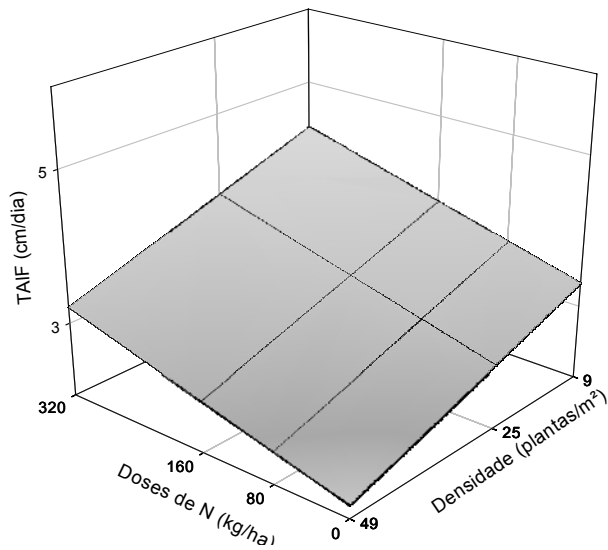
Os dados de MS acumulada durante o período de avaliação foram submetidos às análises de variância e regressão das médias de acordo com as doses de N e a densidade de plantas, selecionando-se as equações pelo coeficiente de determinação (R²) e pelo teste t a 5% de significância. Os dados de morfogênese foram agrupados por período de colheita e submetidos às mesmas análises estatísticas, porém, para cada período separadamente. Todos os dados foram analisados pelo SAEG, versão demonstrativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características morfológicas e estruturais

4.1.1. Taxa de alongamento foliar

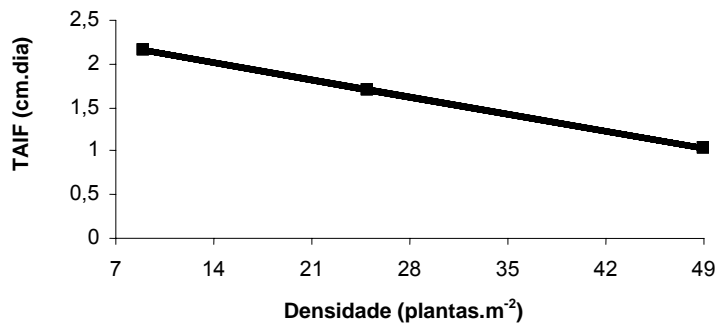
No período de transição água-seca, a taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-tanzânia foi influenciada positivamente ($P < 0,01$) pela adubação nitrogenada e negativamente pela densidade de plantas (Figura 4); no período seco, apenas pela densidade de plantas ($P < 0,01$) (Figura 5), enquanto, no período das águas, a TAIF do capim-tanzânia não foi influenciada ($P > 0,05$) pela adubação nitrogenada nem pela densidade de plantas, sendo observada neste período de avaliação TAIF de 7,75 cm/dia.



$$\hat{Y} = 3,57 + 0,00325307^+N - 3,0284896^+D \quad (R^2 = 0,68)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

Figura 4: Taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) e manejado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.



$$\hat{Y} = 2,41 - 0,0281250^+D \quad (R^2 = 0,39)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

Figura 5: Taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim-tanzânia manejado em diferentes densidades durante o período da seca.

O incremento na TAIF com o aumento das doses de N no período de transição água-seca pode ser atribuído ao maior número e tamanho de células produzidas em resposta à adubação nitrogenada, conforme constatado por Volenec & Nelson (1984), em decorrência da deposição preferencial de N na zona de divisão celular (Gastal & Nelson, 1994), estimulando a produção de novas células (Mc Adam et al., 1989). Esse efeito positivo de N sobre a TAIF é mais acentuado em gramíneas cespitosas em comparação às estoloníferas (Cruz & Bovar, 1999).

Em trabalho realizado por Martuscello et al. (2004) com capim-massai, também foram observados incrementos de 64% nas TAIF com a dose de 120 mg.dm⁻³ em relação à ausência de adubação nitrogenada. Em outros trabalhos, também foi constatado efeito positivo de N sobre a TAIF (Gastal & Nelson, 1994; Alexandrino et al., 2000; Duru & Ducrocq, 2000; Garcez Neto et al., 2002). Em capim-braquiária, Fagundes et al. (2006) observaram que a TAIF aumentou linearmente com a adubação nitrogenada.

Por outro lado, a ausência de efeito ($P>0,05$) da adubação nitrogenada nos períodos das águas e seco pode ter sido, segundo Martha Júnior et al. (2004), decorrente do uso de uréia como fonte de N, que pode ter resultado em perdas deste nutriente por volatilização. Outra hipótese seria o teor de matéria orgânica do solo (3,71 dag. kg⁻¹) relativamente elevado, pois, de acordo com o Manual de Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, valores de 4,01 e 7 dag. kg⁻¹ são considerados bons e podem, neste caso, ter comprometido o efeito de N pela disponibilização, em decorrência da gradagem e aração do solo favorecendo a mineralização de matéria orgânica.

A densidade de plantas foi outro fator que influenciou a TAIF nos períodos de transição água-seca e seca promovendo maiores valores durante o período das águas (8,99 cm.dia⁻¹) para a dose de 320 kg de N.ha⁻¹ e densidade de 25 plantas. m⁻². Durante o período de transição água-seca, os valores da TAIF foram intermediários em comparação aos dos períodos das águas e da seca, com valores de 5,22 cm.dia⁻¹ para a dose de 320 kg de N.ha⁻¹ e densidade de 9 plantas.m⁻². No período seco, foram observados os menores valores da TAIF (3,52 cm.dia⁻¹) para a dose de 160kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻².

A TAIF é uma medida de grande importância na análise de fluxo de tecidos das plantas e correlaciona-se positivamente com a produção de forragem, pois, à medida que se aumenta a TAIF ocorre incremento na proporção de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa promovendo maior acúmulo de matéria seca.

4.1.2 Taxa de aparecimento foliar e filocrono

A taxa de aparecimento foliar (TApF) e o filocrono não foram influenciados ($P > 0,05$) pela adubação nitrogenada e pela densidade de plantas nos períodos das águas, de transição água-seca e de seca. Para a TAIF, observaram-se valores de 0,39; 0,11 e 0,07 folhas. dia⁻¹ e, para filocrono, 2,60; 9,15 e 13,07 dias.folha⁻¹ para os períodos das águas, de transição água-seca e de seca, respectivamente.

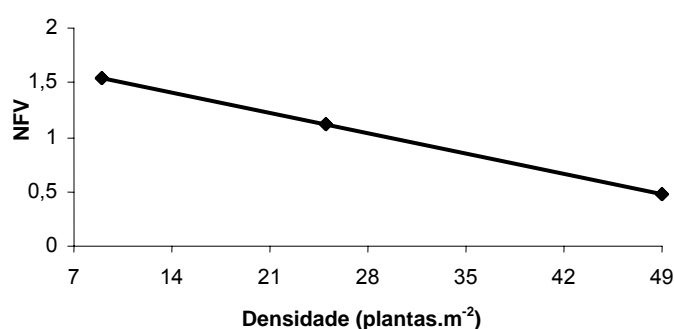
A ausência de efeito da adubação nitrogenada na TAIF difere do observado em vários trabalhos (Thomas, 1983; Wilman & Fisher, 1996; Alexandrino et al., 2000) nos quais foram observados aumentos na TAIF com o incremento das doses de N.

Resultados semelhantes ao desse trabalho também foram observados por Pinto et al. (1994b), que não constataram efeito das doses de N (100 e 300 mg. dm⁻³ em vaso com capacidade de 5 kg) sobre as TApF em *Panicum maximum* cv. Colônia *Setaria anceps* (capim-setária), que apresentaram, respectivamente, taxas de 0,233 e 0,425 folhas. perfilho.dia⁻¹.

Neste contexto, Nabinger & Pontes (2001) sugeriram que, para manter o desenvolvimento do perfilho em condições que limitam a disponibilidade do carbono, parece lógico que a economia de assimilados começa pela redução do perfilhamento, passando por decréscimos no tamanho da folha e pela sua menor duração de vida. Ainda assim limitações de N podem ocasionar algum efeito na TApF em gramíneas de crescimento ereto, como *L. multiflorum* (Lattanzi et al., 1997), mas estes efeitos, em geral, não resultam em diferenças estatísticas (Gastal & Lemaire, 1988).

4.1.3. Número de folhas vivas

No período das águas, o número de folhas vivas (NFV) por perfilho do capim-tanzânia foi influenciado ($P < 0,01$) linear e negativamente apenas pela densidade de plantas (Figura 6). Já no período de transição água-seca e seca, o NFV por perfilho não foi influenciado ($P < 0,05$) pela adubação nitrogenada ou pela densidade de plantas e apresentou valores de 5,47 e 4,34 folhas, respectivamente.



$$\hat{Y} = 1,78 - 0,0267270^+D \quad (R^2 = 0,47)$$

+ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

Figura 6: Número de folhas vivas (NFV) por perfilho do capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período das águas.

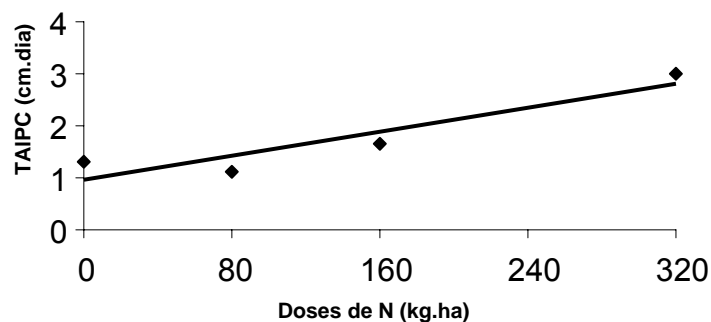
O decréscimo no NFV por perfilho com o aumento da densidade de plantas (Figura 6) pode ser explicado pela maior competição por luz, que induz as folhas a prioritariamente se alongarem em detrimento ao NFV. Apesar da medição da lâmina foliar, seu comprimento final foi comprometido, uma vez que as plantas foram colhidas com IL de 95%, não havendo, portanto, possibilidade de avaliação exata dessa característica.

A ausência de efeito de N no NFV por perfilho, assim como em outras características discutidas, difere do observado em trabalhos desenvolvidos em condições semelhantes, sob cortes. De fato, Martuscello et al. (2004), Garcez Neto et al. (2002) e Alexandrino et al. (2000) encontraram efeito positivo do N sobre o NFV em capim-massai, capim-marandu e capim-mombaça, respectivamente. No entanto, Fagundes et al. (2006), em estudo com capim-

braquiária sob pastejo, também não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre o NFV.

4.1.4. Taxa de alongamento do pseudocolmo

No período das águas, a taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) do capim-tanzânia foi influenciada ($P < 0,01$) somente pela adubação nitrogenada (Figura 7).



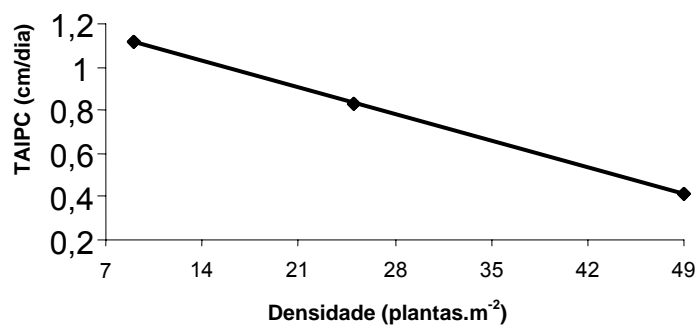
$$\hat{Y} = 0,95 + 0,00581786^+N \quad (R^2 = 0,46)$$

⁺ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

Figura 7: Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) durante o período das águas.

O aumento na TAIPC nas maiores doses de N no período das águas (Figura 7) reflete o efeito direto desse nutriente. Além dessa influência, o N age como fator controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento de biomassa pela fixação de carbono (Nabinger, 2001). Esse resultado confirma que não só a água, mas também a radiação solar incidente influencia o desenvolvimento de capim-tanzânia durante o período das águas. Portanto, é necessário manejo rigoroso para favorecer o acúmulo de lâminas foliares, e não de pseudocolmos, para garantir oferta de forragem de melhor qualidade para animais em pastejo.

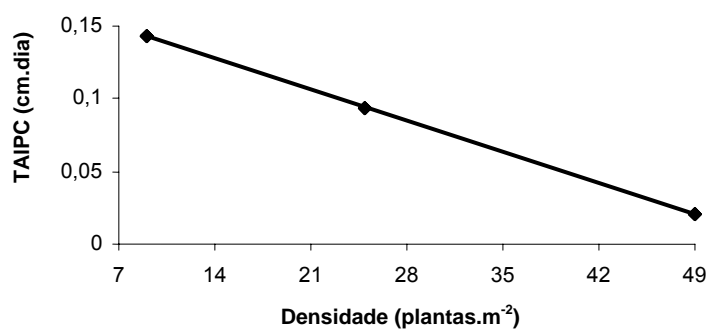
No período de transição água-seca e no período da seca, a TAIPC de capim-tanzânia foi influenciada linear e negativamente ($P < 0,01$) apenas pela densidade de plantas (Figuras 8 e 9).



$$\hat{Y} = 1,27 - 0,0174308^+D \quad (R^2 = 0,51)$$

+ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

Figura 8: Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.



$$\hat{Y} = 0,17 - 0,00304688^+D \quad (R^2 = 0,43)$$

+ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

Figura 9: Taxa de alongamento do pseudocolmo (TAIPC) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de transição seca.

A redução na TAIPC (Figuras 8 e 9) com o aumento da densidade de plantas não era esperada, uma vez que relvados com a maior densidade de plantas tendem, em geral, a apresentar maior alongamento de colmo, em razão da maior competição por luz, uma vez que as plantas tendem a alongar o colmo para facilitar a captação da radiação fotossinteticamente ativa pelas folhas. Além disso, o período de transição água-seca é um período de florescimento intenso das plantas de capim-tanzânia no qual o alongamento de colmos é acelerado. Uma possível explicação para esses resultados pode ser a forma como foi medido o alongamento do pseudocolmo, ou seja, era registrado em relação à base da touceira até a lígula da última folha expandida. Assim, em menores densidades, o pseudocolmo se alongou mais paralelamente ao solo como forma de ocupar as áreas descobertas. Além disso, a colheita foi realizada com 95% de IL, situação em que, espera-se, o alongamento de pseudocolmo é bastante reduzido, visto que esse tipo de manejo incide menores acúmulos de pseudocolmo e menor deposição de material senescente.

O alongamento do pseudocolmo é diretamente relacionado à altura do relvado. De fato, nesse experimento a maior altura (Figura 18) coincidiu com a maior TAIPC observada no período das águas.

A ausência de efeito da adubação nitrogenada nos períodos de transição água-seca e seca não era esperada, todavia, resultados semelhantes foram observados por Fagundes et al. (2006) em capim-braquiária sob lotação contínua. Esses autores não constataram efeito da adubação nitrogenada na taxa de alongamento do colmo.

4.1.5. Relação lâmina:pseudocolmo

A relação lâmina:pseudocolmo de capim-tanzânia não foi influenciada ($P>0,05$) pela adubação nitrogenada e pela densidade de plantas durante os períodos das águas (6,85), de transição água-seca (3,01) e de seca (1,57). Mesmo sem efeito significativo da adubação nitrogenada, principalmente no

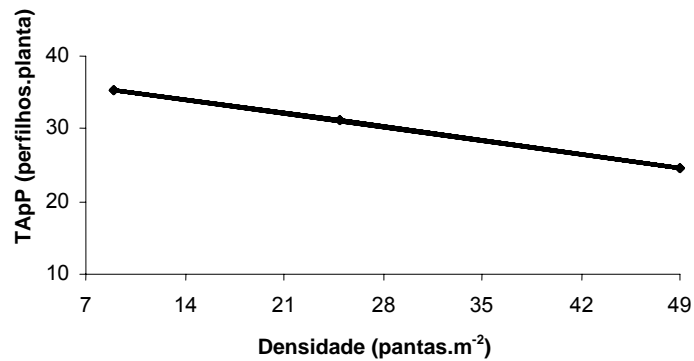
período das águas, a relação lâmina:pseudocolmo pode ser considerada alta e confirma a informação de que o capim-tanzânia é uma forrageira com altas proporções de folhas em relação aos colmos (Jank, 1994).

A falta de resposta à aplicação de N na relação lâmina:pseudocolmo contraria dados da literatura (Fagundes et al., 2006), uma vez que esse nutriente promove, em geral, aumento no rendimento forrageiro em decorrência da maior eficiência fotossintética das folhas, do intenso perfilhamento e do alongamento de colmo, que, por sua vez, determina alterações indesejáveis na qualidade da forragem pela diminuição da relação lâmina:pseudocolmo (Gomide, 1997). Em estudo com capim-braquiária, Fagundes et al. (2006) observaram que a relação lâmina:colmo aumentou linearmente com a adubação nitrogenada.

4.2. Demografia populacional de perfilhos

4.2.1. Taxa de aparecimento de perfilhos

Na avaliação dessa característica, foram considerados os dados acumulados durante todo o período experimental (janeiro a agosto). A taxa de aparecimento de perfilho (TApP) em plantas de capim-tanzânia foi influenciada linear e negativamente ($P < 0,01$) somente pela densidade de plantas (Figura 10).



$$\hat{Y} = 37,75 - 0,266466^+D \quad (R^2 = 0,74)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

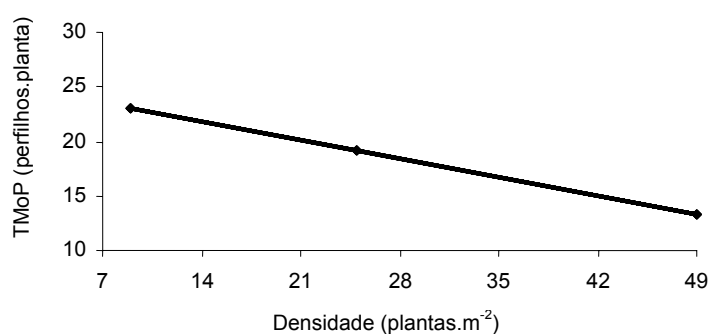
Figura 10: Taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) do capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de janeiro a agosto.

Segundo Langer (1972), a alta intensidade luminosa favorece o perfilhamento em muitas espécies. Assim, a relação linear negativa da TApP com a densidade de plantas (Figura 10) provavelmente decorreu da ausência de competição nas menores densidades, uma vez que a baixa luminosidade na base do dossel de capim-tanzânia pode ter interferido na atividade do perfilhamento. Quando as plantas formam dosséis espaçados, onde a competição por nutrientes ainda não é tão alta, a TApF configura sua importância na produção de perfilhos. Nessa condição, a taxa de perfilhamento pode ser estimada a partir da TApF, caracterizando o “*site filling*” (ocupação de sítio), inicialmente proposto por Davies (1974). Em condição de dosséis muito densos, o perfilhamento normalmente é inferior ao potencial da TApF, o que caracteriza o efeito de forte competição entre indivíduos por assimilados e luz e define o conceito de “*site filling*” (Skinner & Nelson, 1992).

A ausência do efeito (P>0,05) da adubação nitrogenada sobre a TApP também não foi prevista neste estudo, uma vez que este nutriente assume papel importante no crescimento e na produção, pois sua absorção eleva o número de perfilhos por planta (Langer, 1963).

4.2.2 Taxa de mortalidade de perfilhos

Também na avaliação dessa característica, considerou-se um único período de avaliação (janeiro a agosto). Assim, a taxa de mortalidade de perfilho (TMoP) no dossel de capim-tanzânia ao longo do período experimental foi influenciada ($P < 0,01$) somente pela densidade de plantas (Figura 11).



$$\hat{Y} = 25,13 - 0,241635^+D \quad (R^2 = 0,74)$$

⁺ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

Figura 11: Taxa de mortalidade de perfilhos (TMoP) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período de janeiro a agosto.

A redução linear na TMoP com a densidade de plantas (Figura 11) pode ser atribuída à maior frequência de colheita nas parcelas com maior número de plantas. m⁻² (Figuras 21 e 22) durante o período (janeiro a agosto). De forma contrária, Barbosa et al. (1997; 1998a) obtiveram menor número de mortalidade de perfilhos à medida que aumentaram o intervalo e diminuíram a frequência de corte ou de colheita, resultado justificado pelo alongamento do pseudocolmo quando reduzida a frequência de cortes, que deixou o meristema apical em posição mais susceptível à remoção.

A ocorrência sincronizada de altas TApP e TMoP durante o período experimental caracterizaram um padrão intenso de renovação (*turnover*) da população de perfilhos, comportamento desejado, pois o surgimento de novos perfilhos renova a área foliar e pode melhorar o valor nutritivo da forragem

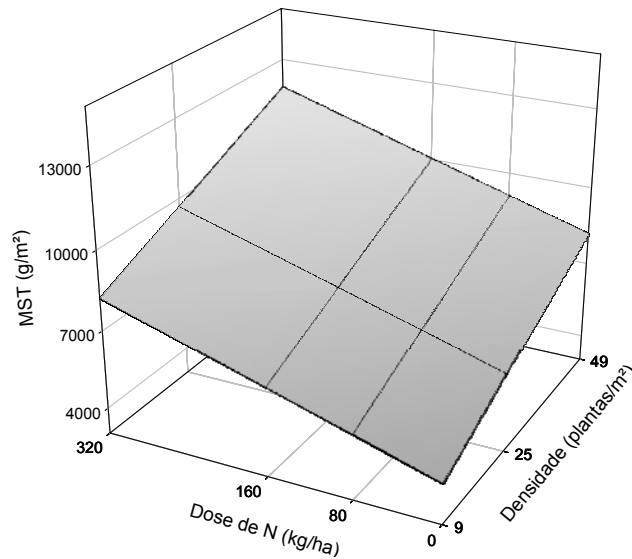
produzida. Comportamento semelhante foi encontrado por Carvalho (2000) estudo com plantas do gênero *Cynodon*.

Segundo Marshall (1987) e Matthew et al. (1999), altas TMoP precisam ser compensadas por altas TApP para que a pastagem não entre em colapso e iniciem um processo de degradação.

A ausência de efeito ($P > 0,05$) de N na taxa de mortalidade de perfilhos não estava prevista neste estudo, pois a ação deste nutriente está relacionada à diminuição no tempo de vida do perfilho, uma vez que o N acelera não só o processo de acúmulo de forragem, mas também a senescência.

4.3. Acúmulo e composição morfológica de forragem

O acúmulo de matéria seca total (MST) nos períodos das águas, de transição água-seca e de seca apresentou resposta linear positiva ($P < 0,01$) à adubação nitrogenada e à densidade de plantas (Figura 12), mas não foi afetado pela interação entre esses fatores.



$$\hat{Y} = 3715,33 + 11,5279^+N + 91,2640^+D \quad (R^2 = 0,47)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

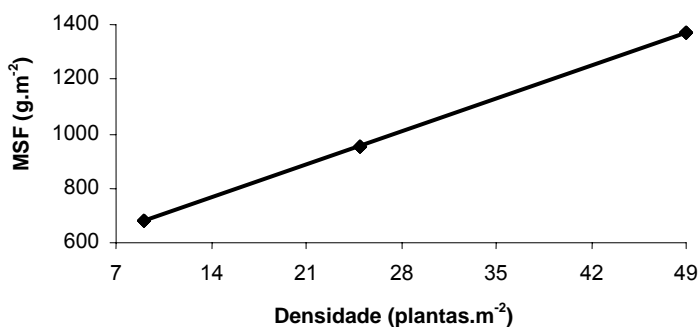
Figura 12: Acúmulo de matéria seca total (MST) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) e manejado em diferentes densidades durante os períodos das águas, de transição água-seca e de seca.

O maior incremento na produção acumulada de MS (Figura 15) com o maior número de plantas por unidade de área deveu-se ao menor período de crescimento das plantas para atingir 95% da IL relativamente às menores densidades, o que resultou em maior número de ciclos de crescimento (Figura 22).

A adubação nitrogenada tem efeito direto sobre a área foliar fotossintetizante, como conseqüência do incremento na taxa de alongamento foliar, que revela a importância do nutriente N para o acréscimo na produção de forragem. Além dessa influência, o N atua como fator controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento de biomassa pela fixação de carbono (Nabinger, 2001).

Esses resultados sobre o efeito do N sobre a produção de MS corroboram os descritos na literatura (Martuscello, et al., 2004; Garcez Neto et al., 2002; Alexandrino et al., 2000).

A matéria seca dos componentes das plantas de capim-tanzânia foi avaliada por período e a matéria seca foliar (MSF) no período das águas foi influenciada ($P < 0,01$) somente pela densidade de plantas (Figura 13). Nos períodos de transição água-seca e de seca, a MSF não foi influenciada ($P > 0,05$) pela adubação nitrogenada nem pela densidade de plantas e apresentou valores de 741,61 e 455,33 g.m^{-2} , respectivamente.



$$\hat{Y} = 520,59 + 17,3904^+D \quad (R^2 = 0,61)$$

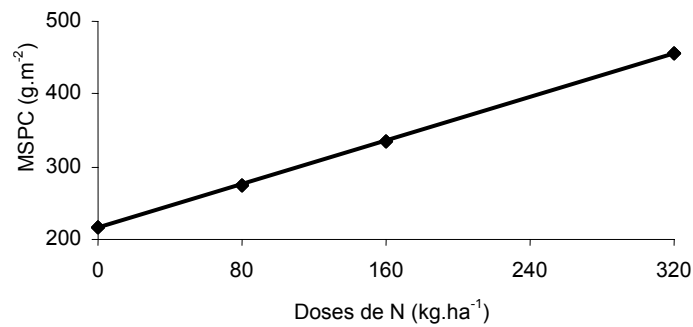
+ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

Figura 13: Produção de matéria seca foliar (MSF) de capim-tanzânia em diferentes densidades durante o período das águas.

O componente lâmina foliar é uma característica importante para o crescimento das forrageiras, pois a lâmina é a parte mais ativa fotossinteticamente da folha (Parsons et al., 1983).

A ausência de efeito da adubação nitrogenada nos períodos das águas, de transição água-seca e de seca sobre a produção de MSF não estava previsto, uma vez que o nitrogênio tem efeito direto sobre a área foliar fotossintetizante, como consequência do incremento na taxa de alongamento foliar.

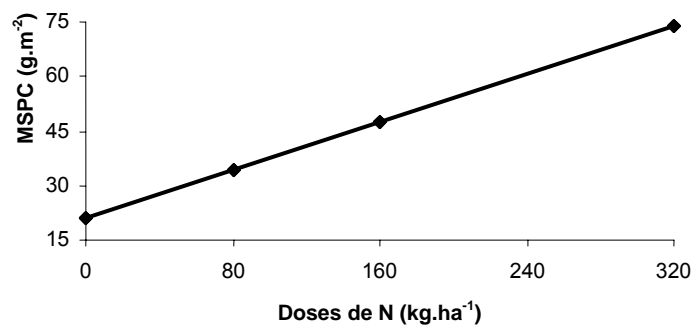
A produção de matéria seca de pseudocolmo (MSPC) de capim-tanzânia foi influenciada ($P < 0,01$) pela adubação nitrogenada nos períodos das águas e de seca (Figuras 14 e 15). No período de transição água-seca, no entanto, a adubação nitrogenada e a densidade de plantas tiveram efeitos ($P < 0,01$) na MSPC (Figura 16), mas não foi detectada interação significativa ($P > 0,05$) entre esses fatores.



$$\hat{Y} = 215,15 + 0,751085^+N \quad (R^2 = 0,53)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

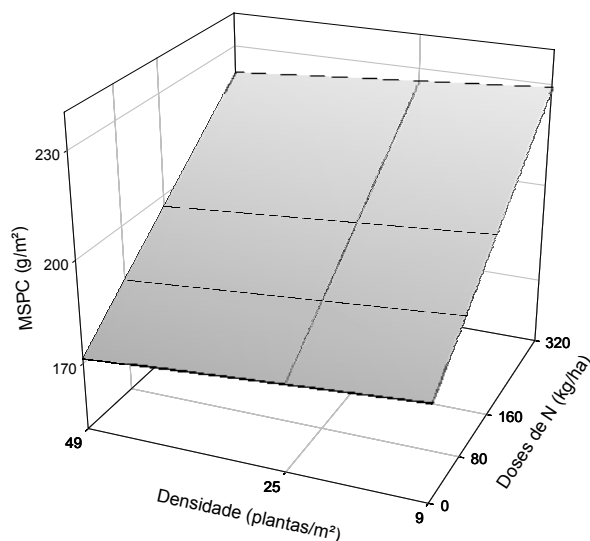
Figura 14: Produção de matéria seca de pseudocolmo (MSPC) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) durante o período das águas.



$$\hat{Y} = 21,33 + 0,164870^+N \quad (R^2 = 0,34)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

Figura 15: Produção de matéria seca de pseudocolmo (MSPC) de capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) durante o período de seca.



$$\hat{Y} = 180,30 + 0,157597^+N - 0,181610^+D \quad (R^2 = 0,58)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

Figura 16: Produção de matéria seca de pseudocolmo (MSPC) do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) cultivado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.

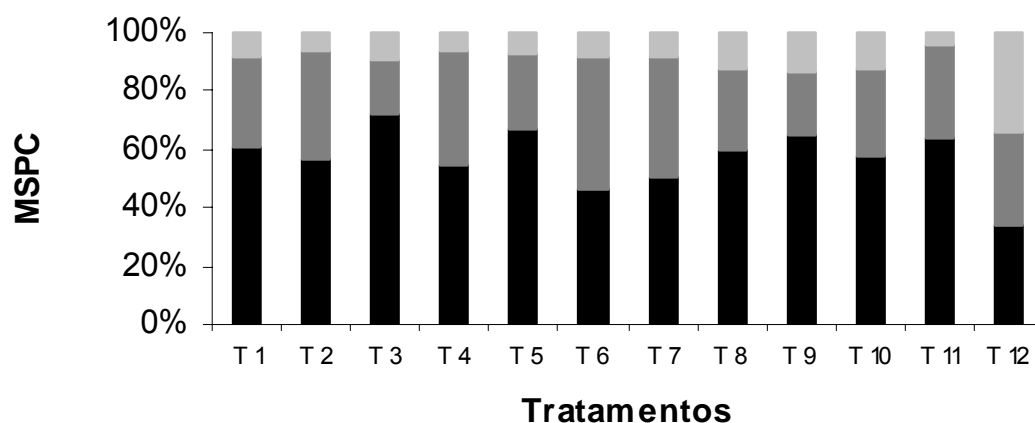
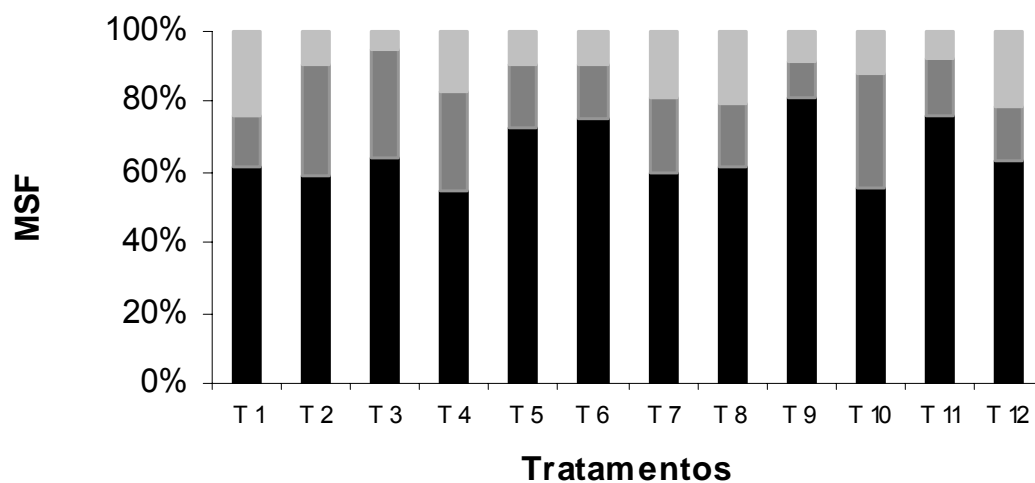
A resposta linear e positiva da produção de pseudocolmo à adubação nitrogenada (Figuras 14, 15 e 16) foi semelhante aos resultados obtidos por Martuscello et al. (2004), em capim-massai, que observaram incremento tanto na produção de MS foliar como na de colmo.

O aumento na densidade de plantas e a redução da MSPC (Figura 16) contrariam os resultados descritos na literatura, uma vez que maior densidade de plantas, em geral, resulta em maior alongamento de colmo, em virtude da maior competição por luz, pois as plantas tendem a alongar o colmo para facilitar a captação da radiação fotossinteticamente ativa pelas folhas. Além disso, o período de transição água-seca é a época de florescimento intenso do capim-tanzânia, quando o alongamento de colmos é acelerado.

Em todos os períodos, águas, transição água-seca e seca, a maior proporção de lâminas foliares em comparação ao pseudocolmo ocorreu na maior dose de N (320 kg.ha⁻¹) e nas densidades de 25 e 49 plantas. m⁻² (Figura 17), provavelmente porque a colheita foi realizada quando o dossel de capim-tanzânia interceptava 95% da radiação fotossinteticamente ativa. Nesse

sistema de manejo, a deposição de folha é mais acentuada em comparação à de colmos.

A produção de MSF foi maior no período das águas, em razão da maior disponibilidade de fatores de crescimento favoráveis, realçando comportamento sazonal entre o período das águas, de transição água-seca e de seca (Figura 17). Esse padrão de distribuição sazonal de produção de forragem também foi verificado por Tosi (1999), em capim-tanzânia sob pastejo rotativo com aplicação de N ($400 \text{ kg.ha.ano}^{-1}$), e por Carnevalli (2003), em capim-mombaça também sob pastejo rotativo.



■ PA ■ PT ■ PS

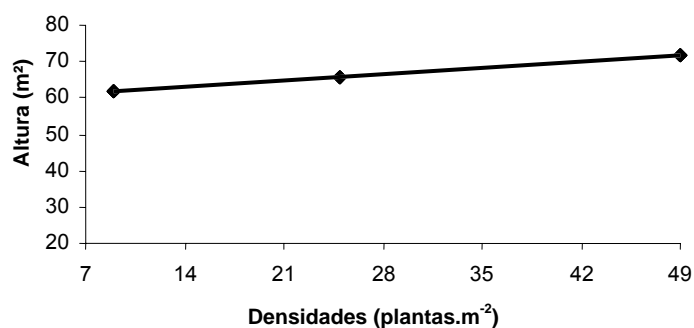
T1 = 320 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²; T2 = 320 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²; T3 = 320 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²; T4 = 160 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²; T5 = 160 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²; T6 = 160 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²; T7 = 80 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²; T8 = 80 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²; T9 = 80 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²; T10 = 0 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²; T11 = 0 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²; e T12 = 0 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻².

Figura 17: Porcentagem de matéria seca foliar (MSF) e de matéria seca do pseudocolmo (MSPC) do capim-tanzânia nos diferentes tratamentos nos períodos águas (PA), transição água-seca (PT) e seca (PS).

A proporção de material morto (MM) foi insignificante em todas as doses de N e períodos estudados, o que pode ser atribuído ao fato de que a colheita foi realizada quando o dossel de capim-tanzânia atingiu 95% de IL e houve predomínio de pseudocolmos e lâminas verdes e pouco MM. De fato, essa estratégia, colheita com 95% de IL, objetiva ofertar aos animais em pastejo forragem com maior proporção de lâminas foliares.

4.4 Altura do dossel a 95% de interceptação luminosa

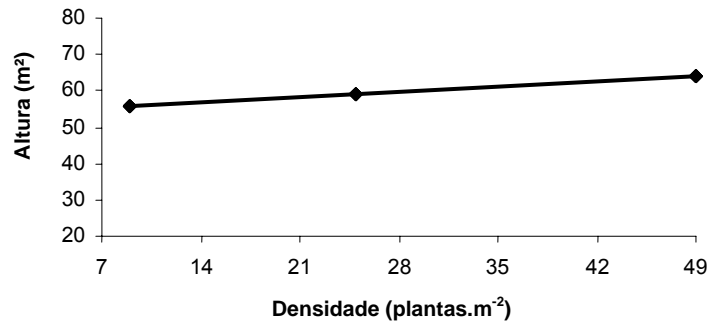
Nos períodos das águas, de transição água-seca e de seca, a altura do dossel de capim-tanzânia com 95% de IL foi influenciada ($P < 0,01$) somente pela densidade de plantas (Figuras 18, 19 e 20).



$$\hat{Y} = 59,87 + 0,241061^+D \quad (R^2 = 0,72)$$

⁺ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

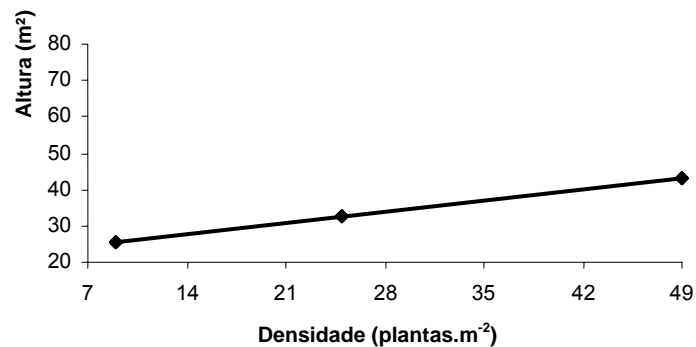
Figura 18: Altura do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período das águas.



$$\hat{Y} = 53,62 + 0,216407^+D \quad (R^2 = 0,71)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

Figura 19: Altura do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.



$$\hat{Y} = 21,58 + 0,439471^+D \quad (R^2 = 0,70)$$

+ Significativo pelo teste t (P<0,01)

Figura 20: Altura do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades de plantas durante o período da seca.

O aumento da altura nas maiores densidades de plantas (Figuras 18, 19 e 20) com 95% de IL nos períodos das águas, de transição água-seca e de seca pode ser atribuído principalmente ao crescimento mais ereto dos perfilhos em relação ao observado nas menores densidades de plantas, situação em que o desenvolvimento ocorreu quase que paralelamente à superfície do solo.

No entanto, a ausência de efeito da adubação nitrogenada na altura do capim-tanzânia em todos os períodos de avaliação pode estar relacionada, segundo Martha Jr. et al. (2004), ao uso de uréia como fonte de N, que resulta em perdas deste nutriente por volatilização, em virtude das altas temperaturas. Outra hipótese seria o teor de matéria orgânica do solo ($3,71 \text{ dag. kg}^{-1}$), relativamente elevado, pois de acordo com o Manual de Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, valores de $4,01$ a 7 dag. kg^{-1} são considerados elevados. Após a aração e gradagem, o teor de matéria orgânica pode ter acelerado sua mineralização e, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade de N no solo.

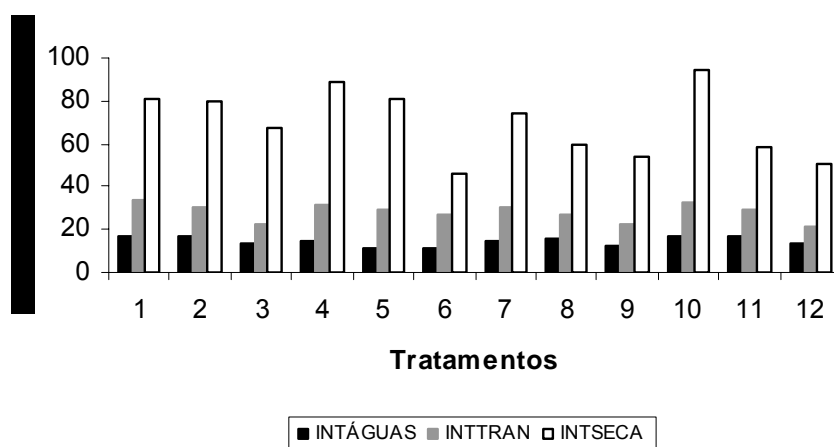
Independentemente da densidade de plantas, as menores alturas do capim-tanzânia foram observadas no período seco e as maiores, no período das águas, seguido pelo período de transição água-seca. Esse resultado se deve principalmente aos componentes climáticos luminosidade e temperatura, uma vez que o déficit hídrico foi corrigido pela irrigação. É importante destacar que somente no período das águas a altura do dossel de plantas de capim-tanzânia em estabelecimento, em todos os tratamentos, manteve-se próxima aos 70 cm com 95% de IL, valor proposto por Da Silva et al. (2004) para capim-tanzânia em pastagens estabelecidas.

Em trabalhos conduzidos por Barbosa (2004), Carnevalli et al. (2006) e Mello (2002), a altura da pastagem foi destacada como uma característica de manejo confiável em pastejo rotativo, no entanto, os resultados obtidos neste estudo indicam que a altura correspondente a 95% de IL pode variar de acordo com a densidade de plantas em dossel de plantas de capim-tanzânia em estabelecimento.

Portanto, as condições de pré-pastejo com 95% de IL, com elevada relação com a altura do dossel, que corresponde a 70 cm para capim-tanzânia, independentemente do período do ano e do estágio fenológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo) (Da Silva, 2004), de fato ocorre somente em pastagem estabelecida. Esse comportamento diferenciado indica que pastagens em processo de estabelecimento ou com baixa densidade de plantas não apresentam a mesma dinâmica de desenvolvimento de pastagens estabelecidas, em que a altura com 95% de IL se comporta de forma homogênea ao longo do ano.

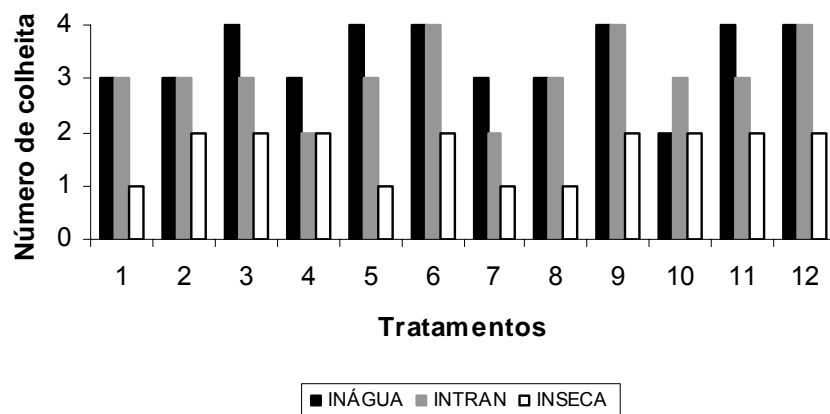
4.5. Intervalo e número de colheitas

Os dados relativos ao intervalo e número de colheitas são apresentados nas Figuras 21 e 22. Durante os períodos das águas e de transição água-seca, quando o crescimento é maior, o dossel de capim-tanzânia recuperou-se mais rapidamente, resultando em menor intervalo para atingir 95% de IL. No período seco, quando o crescimento é menor em virtude das condições climáticas desfavoráveis, ocorreu inverso, ou seja, o dossel atingiu 95% de IL mais tardiamente e, conseqüentemente, se recuperou mais lentamente. Esse resultado confirma que não só a água, mas também a radiação solar incidente e a temperatura, têm grande influência no desenvolvimento de capim-tanzânia.



1) 0/9 (0 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 2) 0/25 (0 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 3) 0/49 (0 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²), 4) 80/9 (80 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 5) 80/25 (80 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 6) 80/49 (80 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²), 7) 160/9 (160 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 8) 160/25 (160 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 9) 160/49 (160 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²), 10) 320/9 (320 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 11) 320/25 (320 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 12) 320/49 (320 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²).

Figura 21: Intervalo de colheitas (dias), com 95% de interceptação luminosa, do capim-tanzânia nos períodos das águas (PA), de transição água-seca (PT) e de seca (PS).



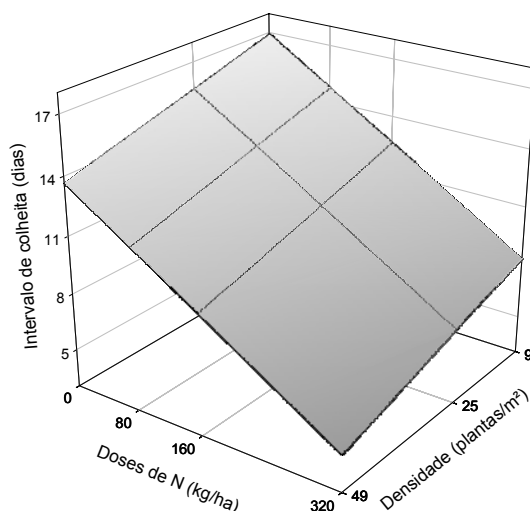
1) 0/9 (0 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 2) 0/25 (0 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 3) 0/49 (0 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²), 4) 80/9 (80 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 5) 80/25 (80 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 6) 80/49 (80 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²), 7) 160/9 (160 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 8) 160/25 (160 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 9) 160/49 (160 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²), 10) 320/9 (320 kg de N.ha⁻¹ e 9 plantas.m⁻²), 11) 320/25 (320 kg de N.ha⁻¹ e 25 plantas.m⁻²), 12) 320/49 (320 kg de N.ha⁻¹ e 49 plantas.m⁻²).

Figura 22: Número de colheitas, com 95% de interceptação luminosa, do capim-tanzânia nos períodos das águas (PA), de transição água-seca (PT) e de seca (PS).

As diferentes densidades de plantas proporcionaram efeitos marcantes na IL e na freqüência de colheita (Figuras 21 e 22). Na maior densidade (49 plantas.m⁻²), associada às doses de 320 e 160 kg.ha⁻¹ de N, as plantas com 95% de IL foram colhidas com freqüência de 13 e 12 dias, respectivamente, e possibilitaram maior número de colheitas (nove colheitas). No entanto, apesar de o efeito da adubação nitrogenada e da densidade de plantas ter sido detectado somente no período das águas, as maiores doses de N e densidades de plantas proporcionaram maior número de colheitas, independentemente dos períodos das águas, de transição água-seca e de seca.

Assim, a implicação prática desses resultados é que a fixação de períodos de descanso para manejo da colheita ou do pastejo nos diferentes períodos do ano pode ser uma estratégia potencialmente perigosa, pois seus efeitos dependem das condições climáticas ou do estágio de desenvolvimento das plantas e podem resultar em perdas significativas de produção e qualidade da forragem e/ou em superpastejo.

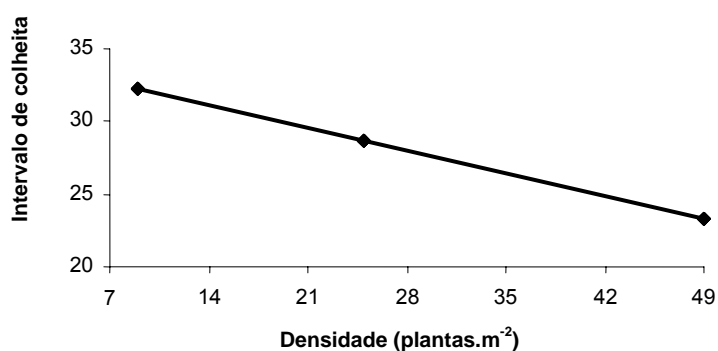
A adubação nitrogenada e a densidade de plantas tiveram efeito polinomial de 2º grau ($P < 0,01$) linear decrescente sobre o intervalo de colheita do capim-tanzânia (Figura 23) no período das águas. Nos períodos de transição água-seca e de seca, o intervalo de colheita de capim-tanzânia foi influenciado ($P < 0,01$) apenas pela densidade de plantas (Figuras 24 e 25).



$$\hat{Y} = 17,65 - 0,0271970^+N - 0,0816886^+D \quad (R^2 = 0,69)$$

+ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

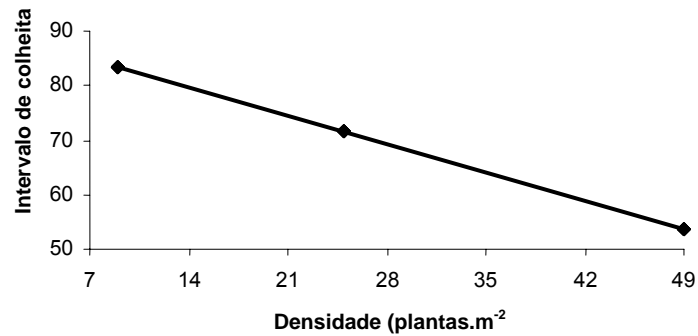
Figura 23: Intervalo de colheita do capim-tanzânia adubado com nitrogênio (N) e cultivado em diferentes densidades durante o período das águas.



$$\hat{Y} = 34,26 - 0,223501^+D \quad (R^2 = 0,82)$$

+ Significativo pelo teste t ($P < 0,01$)

Figura 24: Intervalo de colheita (dias) do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período de transição água-seca.



$$\hat{Y} = 90,24 - 0,749711^+D \quad (R^2 = 0,64)$$

⁺ Significativo pelo teste t (P<0,01)

Figura 25: Estimativas do intervalo de colheita (dias) do capim-tanzânia cultivado em diferentes densidades durante o período da seca.

A resposta negativa do intervalo de colheita à densidade de plantas (Figuras 23, 24 e 25) resultou do maior número de plantas e contribuiu para a interceptação mais rápida de 95% da radiação fotossinteticamente ativa incidente. Portanto, ecossistemas com menor densidade de plantas tendem a interceptar 95% da radiação mais tardiamente, o que, conseqüentemente, aumenta o intervalo de pastejo ou de colheitas e diminui o número de colheitas (Figuras 21 e 22).

A resposta negativa (Figura 23) do intervalo de colheita à adubação nitrogenada no período das águas decorre da estreita relação desse nutriente com o aumento da biomassa, o que influencia significativamente a produtividade do capim-tanzânia e contribui para que mais rapidamente o dossel intercepte 95% de IL, diminuindo o intervalo e aumentando o número de colheitas (Figuras 21 e 22).

O número de colheitas foi maior (quatro colheitas) quando as condições climáticas foram favoráveis, ou seja, nos períodos das águas e de transição água-seca, quando reduziram os intervalos de colheita. Maior concentração de pastejo ou colheita durante os períodos de crescimento também foi observada por Barbosa (2004) e Carnevalli et al. (2006), em capim-tanzânia e capim-mombaça, respectivamente.

No período seco foi observada apenas uma colheita (Figura 22), o que confirma a influência de outros fatores climáticos, como radiação solar

incidente e temperatura, sobre o desenvolvimento do capim-tanzânia, uma vez que a irrigação corrigiu o déficit hídrico. De fato, a luminosidade garante o processo fotossintético e a síntese de açúcares e ácidos orgânicos.

5. CONCLUSÕES

Aumento na densidade de plantas de capim-tanzânia resulta em maior altura do dossel para interceptação de 95% da luz incidente durante o estabelecimento da forrageira.

A altura do capim-tanzânia para interceptar 95% de luz incidente apresenta variação ao longo do ano. Os maiores valores de altura ocorrem no período das águas, os menores, na seca, e os intermediários, no período de transição água-seca, durante o estabelecimento da forrageira.

No período das águas, a adubação nitrogenada apresenta acréscimos na taxa de alongamento do pseudocolmo e decréscimos no intervalo de colheita do capim-tanzânia. No período de transição água-seca, a adubação nitrogenada apresenta aumentos nas taxas de alongamento e aparecimento foliar e redução no filocrono. No período seco, no entanto, a aplicação de nitrogênio em capim-tanzânia promove aumento da produção de matéria seca de pseudocolmo.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al. Efeito de três doses de nitrogênio sobre características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. (CD ROM) Forragicultura. FOR-432.
- ALMEIDA, E.X.; SETELICH, E.A.; MARASCHIN, G.E. Oferta de forragem e variáveis morfogênicas em capim-elefante anão cv. Mott. In: Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.240-242.
- 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 da Zootecnia* v.4, p. 126-131. 1994.
- ALVIN, M.J.; BOTREL, M.A.; NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.5, p.384-392, 1986.
- ANSLOW, R.C. The rate of appearance of leaves on tillers of the *gramineae*. v.36, n.3, p.149-155, 1966.
- BAHMANI, I.; HAZARD, L.; VARLET-CHANDLER, C. et al. Differences in tillering of long-and-shot leaved perennial ryegrass genetic lines under full light and shade treatments. **Crop Science**, v.40, p.1095-1102, 2000.

- BARBOSA, M.A.A.F.; CECATO, V.; ONORATO, W.M. et al. Estudo de perfilhamento do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) (compact disc). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997.
- BARBOSA, M.A.A.F.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, V. et al. Estudo de perfilhamento em quatro cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Submetidos a duas alturas de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.106-109.
- BARBOSA, R.A. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a freqüências de corte e intensidades de pastejo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Tese (Doutorado em Zootecnia). 122p. 2004.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR, D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Tillering dynamics os *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1 after grazing. In: Internacional Grassland Congress, 19, São Paulo, 2001. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.40-41.
- 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.
- BATIONO, A.; CHRISTIANSON, C.B.; BAETHGEN, W.E. Plant density and nitrogen fertilizer on pearl millet production in Niger. *Agronomic Journal.*, v.82, n.2, p.290-295, 1990.
- BENDIX, M.E.S.; FERNANDES, M.S. ROSSIELLO, R.P. Aspectos de la nutrition nitrogenada de *Paspalum notatum* Flugge, en respuesta a fuentes de nitrogeno e inibición de nitrificación. *Turrialba* v.32, n.1, p.33-41, 1982.

- BEN-HAJ-SALAH, M.; TARDIEU, F. Temperature affects expansion rate of Maite leaves without change in spatial distribution of cell length. *Plant Physiology*, v.109, p. 861-870, 1995.
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed.). *ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: POTAFOS, 1987, p.13-48.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management, **Grass and Forage Science**, v.38, p.323-331, 1983.
- BOTREL, M. A.; ALVIN, M. J.; XAVIER, D.F. Efeito da irrigação sobre algumas características agronômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1731-1736, 1991.
- BRISK, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. *Grazing management*. Portland: Timber, 1991, cap.4, p.85-108.
- BUENO, A.A.O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e pastagem). 2003.
- BUXTON, D.R.; CASLER, M.D. Environmental and genetics effects on cell wall composition and digestibility. In: Jung, H.G. et al. *Forage cell wall structure and digestibility*. American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, Madison, WI. 1993. p.685-714.
- CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C. ; BUENO, A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.

CARVALHO, C.A.B. padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Manejadas em quatro intensidades de pastejo. Piracicaba, 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

CARVALHO, D.D.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Efeito de duas alturas de corte em cultivares de *P.maximum*, Mombaça e Tanzânia. II Produção de matéria seca e densidade populacional de perfilhos. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife. **Anais...** Recife, SBZ, 2002. CD-ROM. 2002.

CASAL, J.J.; DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A. Variation on tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. Vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. **Annals of Botany**, v.56, p.553-559.

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

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.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). *Grasslands for Our World*. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.

- CHEN, F.L.; BENNET, M.J.; CULLIOMORE, J.V. Effect of the nitrogen supply on the activities of isoenzymes of NADH-dependent glutamate sythase and glutamine synthetase in root nodules of *Phaseolus vulgaris*. **Experimental botany**, v.41 p.1215-1222, 1990.
- CORSI, M.; Da SILVA, S.C.; De FARIA, V.P. Princípios do manejo do capim-elfante sob pastejo. In: PEIXOTO, A.M. et al. (eds) Pastagens de capim-elfante – Utilização intensiva. FEALQ, Piracicaba – SP, p.51-67, 1996.
- CORSI, M.; SANTOS, O.M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 12. Anais, Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 275-303. Piracicaba, 1995.
- CRAWFORD, N.M. Nitrate: nutrient and signal for plant growth. *The plant cell* 7: 859-868. 1995.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some traits to temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G. (ed) Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Proceedingd of an Internatonal Symposium, Curitiba, Brasil, 1999. p.134-150.
- Da SILVA, S.S.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: Simpósio sobre ecossistemas de pastagens, 3., Anais, Jaboticabal: Funep, 1997. p.1-12. Jaboticabal, 1997.
- DAVIDSON, J.L.; MILTHORPE, F.L. Leaf growth of *Dactylis glomerata* L. following desfoliation. **Annals of Botany**, v.30, p.173-184, 1966.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R. D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S. (eds) Swards Measurement Handbook. 2nd. Ed. Bristish Geassland Society, Reading, UK. p.183-216, 1993.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *Journal Agriculture Scince (Cambridge)* v.82, p.165-172, 1974.

- DAVIES, A. The regrowth of grass sward. In: JONES, M. B., LAZENBY, A. (Eds.) The grass crop: the physiological basics of production. London: Chapman & Hall, 1988. p.85-127.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A. CASAL, J J. 1983. Effects of height quality on tiller production in *Lolium* sp. **Plant Physiology**, v.71, p.900-912.
- DURAND, J.L.; GASTAL, F.; ETCHEBEST, S. et al. Interespecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under Summer water deficit. **European Journal of Agronomy**, v.7, p.99-107, 1997.
- DURAND, J.L.; VARLET-GRANCHER, C.; LEMAIRE, G. et al. carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotheoretica**, v.39, p.213-224, 1991.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller, Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.
- EVANGELISTA, A.R. LIMA, J.A. Formação da pastagem primeiro passo para a sustentabilidade. Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 1. 2002. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p.1-42. 2002.
- FERNANDES M.S.; ROSSIELLO, O.P. Mineral Nitrogen in plant physiology and plant nutrition. **Plant Science**, v.14, n.2, p.111-148, 1995.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D., REGAZZI, A.J. et al. Avaliação e características morfogênicas de *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. **Anais... XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Forragicultura**, Recife, p.101-103. 2002.

- GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437-442, 1992.
- GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant physiology**, v.105, p.191-197. 1994.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, 2002. Recife – PE, **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM (forragicultura).
- GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: Gomide, J. A. (ed.). Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo. Viçosa, 1997. **Anais...** Viçosa, 1997, 471p., 1997.
- GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P. Crescimento e recuperação do Capim colômbio após o corte. **Revista da sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.293-305, 1980.
- GRASSELLI, L.C.P.; GOMIDE, A.A.M.; PACIULLO, D.S.C. et al. Características morfogênicas e estruturais de um relvado de *B. decumbens* sob lotação contínua. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000. Viçosa – MG, **Anais...** Viçosa, SBZ, 2000. CD-ROM (forragicultura).
- GUELFILHO, H. Efeito da irrigação sobre o capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.). **O solo**, v.68, n.1, p.12-15, 1976.
- HAY, R.K.M.; WALKER, A.J. Interception of solar radiation by the crop canopy. In: HAY, R.K.M.; WALKER, A.J. An introduction to the physiology of crop yield. New York: Longman Scientific & Technical, 1989. p.8-30.

- HAYNES, R.J. Competitive aspects of the grass legume association. **Advances in Agronomy**, v.15, p.1-117, 1980.
- HODGSON, J. *Grazing Management: Science into practice*. New York: John Wiley & Sons, 203p. 1990.
- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperature sown pastures. *Proceedings of the XV international Grassland Congress*, Kyoto, Japanese Society of Grassland Science. Japan, p.63-66. 1985.
- HODGSON, J.; Da SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2002.
- HORST, G.L.; NELSON, C.J.; ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.18, p.715-719, 1978.
- HUME, D.E. leaf and tiller production of prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth.) and two ryegrass (*Lolium*) species. **Annals of botany**, v.67, p.111-121, 1991.
- HUMPHREYS, L.R. *Tropical pasture utilization*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 206 p.
- HUMPHREYS, L.R.; RIVEROS, F. *Tropical pasture seed production*. 3.ed. Rome: FAO. 203p. 1986.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. www.ibge.gov.br. Consultado em abril de 2005.
- JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E PASTAGEM, 12. Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.28-58. 1995.

- JONES, R.J.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, v.19, p.367-372, 1979.
- KEMP, D.R. The location and size of the extension zone of emerging wheat leaves. **New Phytologist**, v.84, p.729-737, 1980.
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage abstracts**, v.33, p.141-148, 1963.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Carlos Henrique Brito. São Carlos, SP 531p. 2000
- LAYZELL, D.B. N₂ fixation, NO³ reduction and NH₄⁺ assimilation. In: DENNIS, D.T. e TURPIN, D.H. (Eds). *Plant physiology, biochemistry and molecular biology*. London. p.389-406. 1990.
- LEA, P.J.; BLACKWELL, R.D.; CHEN, F.L.; HECHT, J. Enzymes of ammonia assimilation. **Plant Biochemistry**, n.3, p.257. 1990.
- LEITE G.G.; COSTA, N.L.; GOMES A.C. Curvas de crescimento e composição química de *Panicum maximum* cv. Vencedor. **Pasturas tropicales**, v.18, n.3, p.37-41, 1996.
- LEMAIRE, G. Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps. Université de Caen, France, 96p. Thèse Doctorat d'État, 1985.
- LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamics aspects of forage plant populations in grazed swards. In: International grasslands congress, 19, São Pedro, 2001. Proceedings. São Pedro: FEALQ, 2001. p.29-37.
- LEMAIRE, G. Physiologie des graminées fourragères croissance. **Tech. Agric.**, v.220, n.3, p.18-23, 1991.

- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo, Viçosa, MG, 1997. **Anais...** Viçosa, p.115-144, 1997.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G., HODGSON, J. MORAES, A., et al. (Eds.). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CAB International. p.265-288, 2000.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.) The ecology and management of grazing systems. Cab International. p.03-36. 1996.
- LONDNECKER, N.; KIRBY, E.J.M.; ROBSON, A. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. **Crop Science**, v.33, p.154-160, 1993.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: ESATIN, J. D; HASKINS, F. A.; SULLIVAN, C.Y. et al. (Ed.) Physiological aspects of crop yield. Madison: ASA, CSSA, SSA, 1969. p.27-47.
- MacADAM, J.W., 1989. Effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, v.89, p.549-559.
- MAJEROWICZ, N. Crescimento, assimilação e tores de compostos nitrogenados em plantas de *Catasetum fimbriatum* (Morren) Lindl. (Orchidaceae) cultivadas *in vitro* com diferentes fontes de nitrogênio. São Paulo. 184 p. Dissertação (Doutorado). Universidade de São Paulo. 1997.

- MARCHENER, H. 1995. Mineral Nutrition of higher plants. Academic Press, London. 2ª edição, 889 p.1995.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SANAYDON, R. W. (Ed.) Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world, vol. 17-B. Amsterdam: Elsevier Science, 1987. p. 29-46.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G. Manejo de adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21, Piracicaba, 2004. Anais... Piracicaba: Fealq, 2004.
- MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ALVIM, M. J. et al. Irrigação: uma estratégia de intensificação da produção de leite a pasto. In: Simpósio de forragicultura e pastagens – temas em evidências, 1., anais. Lavras: UFLA, 2000. p. 311-356. Lavras, 2000.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; et al.. Características morfogênicas e estruturais em plantas de capim-massai submetidas a corte e doses de nitrogênio. II Simposium Grassland and ecophysiology and grazing ecology. **Anais...** Curitiba, PA, 2004 - CD ROM.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE HAMILTON. Tiller dynamics of grazed swards. In: Simpósio Internacional “Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology”. Curitiba, 1999. **Anais...** Curitiba: UFPR/UFRGS, 1999. p.109-133.
- MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNÁNDEZ GARRAY, A.A modified self-thinning equation do describe size/density relationships for desfoliated swards. **Annals of botany**, v.76, p.579-587, 1995.

- MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THON, E.R. et al. Understanding shoot and root development. In: GOMIDE, J.A. (editor) Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Piracicaba, Brazil, 2001. p.19-27.
- MATTHEW, C.; YANG, J.Z.; POTTER, J.F. Determination of tiller and root appearance in perennial ryegrass (*Loilum perenne*)swards by observation of the tiller axis, and potencial application to mechanistic modeling. **New Zealand Grassland association**, v.50, p.1-10, 1998.
- MAXWELL, T.J; TREACHER, T.T. Decisión rules for grassland management. In: POLLOT, G.E. (Ed.) Efficient sheep production from grass. British Grassland Society. 1987. p.67-78 (Occasonal Symposium, 21)
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilisation on the herbage production of tall fescue swards grazed continuousey with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and forage science**, v. 49, p. 111-120, 1994.
- MELLO, A.C.L. Despostas Morfofisiológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) Irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. Piracicaba, 2002. 67 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.
- MORALES, A.A. Morfogênese e reapartição de carbono em *Lótus corniculatus* L cv. São Gabriel sob o efeito de restrições hídricas e luminosas. Porto Alegre, RS. UFRGS, 1998, 74 p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- MÜLLER, M.S. Desempenho de *Panicum maximum* Jacq. (cv. Mombaça) em pastejo rotacionado, sob sistema de irrigação por pivô central, na região do cerrado. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 101 p. Piracicaba, 2000.

- 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.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.755-771, 2001.
- NAMBIAR, P.T.C.; REGO, T.J.; RAO, B.S. Nitrate concentration and nitrate reductase activity in the leaves of three legumes and three cereals. **Annals of applied Biology**, v.112, n.3, p.547-553, 1988.
- 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.; ASAY, K.H.; SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.17, p.449-452, 1977.
- NEUTEBOOM, J.; LANTINGA, E.A.; WIND, K. Tillering characteristics of diploid and tetraploid perennial ryegrass. Proceedings of the 12th General meeting of the European Grassland Federation, p.498-503, 1988.
- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E.; SILVA, S.P. Semeadura de gramíneas forrageiras tropicais. II – densidade de semeadura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.4. p.26-32, 1995.
- PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M. B., LAZENBY, A. (Eds.) The grass crop: the physiological basis of production. London: Chapman & Hall, p.129-177. 1988.

- PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.) Grass. Its production and utilization. Blackwell Science, Oxford, p.31-88, 2000.
- PEACOCK, J. M. Temperature and leaf growth in *Lolium perene*. 1. The thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. **Journal Applied Ecology**, v.12, p.115-123, 1975.
- PEARSE, P.J.; WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal agriculture Science**, v.103, n.2, p.405-413, 1984.
- PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha:caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.433-440, 1994.
- RHODES, I. relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, v.43, p.129-133, 1973.
- ROBSON, M.J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. II. Carbon assimilation and respiration in a seedling sward. **Annals of Botany**, v.37, p.501-508, 1973.
- ROLIN, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed) Pastagens – fundamentos da exploração racional. p.533-565. Piracicaba: FEALQ, 1994.
- RYLE, G. J. A. Effects of photoperiod in the glasshouse on the growth of leaves and tillers in three perennial grasses. *Ann. Appl. Biol.* V. 57, p. 257-268, 1966.

- SANTOS, P. M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, n.2, p. 244-249, 1999.
- SANTOS, P.M.; Controle de desenvolvimento de hastes de Capim Tanzânia: um desafio. Piracicaba. Dissertação (Doutorado) - Escola superior de agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 98 p. 2002.
- SASAKAWA H. e YAMAMOTO, Y. Compararison of uptake of nitrate and ammonium by rice seedlings. Plant Physiology 62: 655-669. 1978.
- SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, p. 731-754, 2001.
- SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R.; NELSON, C.J. Na integrated view of C and uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; et al. (Eds.) Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CAB International. P. 41-60, 2000.
- SILBURY, J. H. Leaf growth in pasture grasses. Tropical Grasslands, v. 4, p. 17-36, 1970.
- SKINER, R. H.; NELSON, C. J. Estimation of potencial tiller production and site usage during tall fescue canopy development. Annals of botany, v 70, p. 493-499, 1992.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. Crop Science, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.
- SOUZA, F.H.D. O papel das sementes no estabelecimento e na formação de pastagens. In: Cirso sobre pastagens para sementeiros, 1993. Campo Grande: Embrapa-CNPGC , p.101-111. 1993.

- SOUZA, A. G.; SOARES FILHO, C.V.; MELLA, S.C. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G.; MORAES, A.; CORRÊA E.S. (Eds). *Forragicultura no Paraná*. Londrina: CPAF, p. 196-205. 1996.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant Physiology*. Redwood: The Benjamin/Cummings, 565p. 2004.
- THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. *Annals of Botany*, v. 51, p. 363-371, 1983.
- Van ESBROECK, G. A.; KING, J. R.; BARON, V. S. Effects of temperature and photoperiod on the extension growth of six temperate grasses. In: International Grassland Congress, 16, Nice, proceedings... Nice, s. ed., p. 459-4460, 1989.
- VOLENEC, J.J, NELSON, C.J. Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall fescue. II. Relationship to leaf elongation rates modified by nitrogen fertilization. *Plant Physiology*, v.74, p.595-600. 1984.
- 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* 74:595-600. 1983.
- WARREN-WILSON, J. Influence of spatial arrangement of foliage area on light interception and pasture growth. In: International Grassland Congress, 8., Berkshire, 1961. proceedings. Berkshire: Alden Press, 1961. p. 275-279.
- WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, v. 11, p. 41-76, 1947.

XAVIER, A. C.; COELHO, R. D.; LOURENÇO, L. F. & MACHADO R. E. manejo da irrigação em Pastagem irrigada por Pivô-central. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 8, n. 2/3, p. 233-239. DEAg/UFCG, Campina Grande, PB, 2004.