

# CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS DE DOIS TIPOS DE PERFILHOS E PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO CAPIM-MASSAI ADUBADO COM NITROGÊNIO DURANTE O ESTABELECIMENTO

## MORPHOGENIC CHARACTERISTICS OF TWO TILLERS TYPES AND BIOMASS PRODUCTION OF MASSAI GRASS UNDER NITROGEN FERTILIZATION DURING THE ESTABLISHMENT

Marcos Neves LOPES<sup>1</sup>; Magno José Duarte CÂNDIDO<sup>2</sup>;  
Roberto Cláudio Fernandes Franco POMPEU<sup>3</sup>; Rodrigo Gregório da SILVA<sup>4</sup>;  
Claudivan Feitosa de LACERDA<sup>5</sup>; Francisco Marcus Lima BEZERRA<sup>5</sup>

1. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Zootecnia pelo Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia/PDIZ, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Bolsista do CNPq, Fortaleza, CE, Brasil. [nevesvv@yahoo.com.br](mailto:nevesvv@yahoo.com.br); 2. Professor, Doutor, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE, Brasil; 3. Pesquisador D. Sc. da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa Caprinos – EMBRAPA/CNPQ, Sobral, CE, Brasil; 4. Professor, Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Campus de Limoeiro do Norte, Limoeiro do Norte, CE, Brasil; 5. Professor, Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE, Brasil.

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as características morfogênicas de dois tipos de perfilhos (principal e primário) e a produção de biomassa do capim-massai durante o estabelecimento em casa de vegetação sob cinco doses de nitrogênio (0; 150; 300; 450 e 600 mg dm<sup>-3</sup>) em um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo de parcelas subdivididas, com cinco repetições. A dose de nitrogênio para cada tratamento foi dividida em duas, sendo a primeira metade aplicada logo após o desbaste final (13 DAE) e a segunda metade aplicada 14 dias após a primeira. Foram identificados seis perfilhos (três principais e três primários) em cada unidade experimental, para posterior acompanhamento e determinação das variáveis do fluxo de biomassa. A taxa de alongamento foliar foi incrementada pelas doses de nitrogênio (N) e o perfilho principal apresentou maior valor em relação ao primário. A dose de 600 mg N dm<sup>-3</sup> de solo, proporcionou um incremento de 17,4% na taxa de alongamento foliar em relação às plantas que não receberam nitrogênio. A taxa de alongamento dos colmos não foi influenciada com a elevação das doses de nitrogênio, com o perfilho primário apresentado maior valor para a referida variável. A taxa de senescência foliar posterior não foi influenciada pelas doses de N, porém foi superior para o perfilho principal. O número de folhas vivas por perfilho e a taxa de aparecimento foliar responderam positivamente a adubação nitrogenada, com o perfilho principal mostrando-se superior para ambas as variáveis e sendo verificada resposta inversa para o filocrono. Verificaram-se valores estimados de 0,135 e 0,154 folhas dia<sup>-1</sup> perf<sup>-1</sup> para a taxa de aparecimento foliar e de 7,49 e 6,56 dias folha<sup>-1</sup> (filocrono) para 0 e 600 mg N dm<sup>-3</sup> de solo, respectivamente. A biomassa de forragem total foi incrementada com as doses de nitrogênio. A adubação nitrogenada influencia positivamente as características morfogênicas e a produção de biomassa do capim-massai até a dose de 600 mg de N dm<sup>-3</sup> de solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação nitrogenada. Fluxo de biomassa. *Panicum maximum* x *Panicum infestum*. Taxa de alongamento foliar.

## INTRODUÇÃO

O potencial de produção de uma planta forrageira é determinado geneticamente, porém, para que este potencial seja alcançado, as condições do meio, no tocante aos aspectos edafoclimáticas e o manejo adotado, em termos de adubação e monitoramento da forrageira, são de grande relevância, com destaque para o suprimento de nitrogênio, dada sua importância no acúmulo de biomassa de forragem, conforme abordaram Fagundes et al. (2005). Existem várias espécies forrageiras melhoradas com potencial de resposta ao manejo intensivo que podem ser usadas nos sistemas de produção a pasto. Entre estas, destaca-se a espécie *Panicum maximum* Jacq., com cultivares de ampla adaptação às diferentes condições

edafoclimáticas e elevada produção anual de biomassa de forragem.

O manejo da forrageira na fase de estabelecimento perfaz etapa relevante para a formação de uma pastagem bem estruturada, caracterizada por perfilhos vigorosos e com capacidade de persistência na comunidade vegetal. Nesse sentido, a adubação assume papel importante no crescimento inicial da forrageira, pois proporciona melhoria na fertilidade do solo, que reflete em respostas positivas das forrageiras, resultando na formação de uma pastagem bem estruturada, com a presença de perfilhos vigorosos em elevada quantidade, constituindo um bom estande de plantas.

Entre os macronutrientes, o nitrogênio possui papel fundamental para a nutrição das

plantas, por seu efeito positivo sobre a produtividade das gramíneas forrageiras (MARCELINO et al., 2003), pois trata-se do constituinte essencial das proteínas e interfere diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila. Esse nutriente participa diretamente de inúmeras etapas da fotossíntese (captação de luz, fixação do dióxido de carbono etc.), bem como de inúmeros outros processos metabólicos da planta (CABRERA-BOSQUET et al., 2009).

Os índices morfológicos são influenciados por fatores abióticos, como: adubação nitrogenada (FAGUNDES et al., 2006), temperatura, manejo, frequência e intensidade de desfolhação (PENA et al., 2009). Diante do exposto, estudos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar as características morfológicas em gramíneas forrageiras submetidas à adubação nitrogenada (ALEXANDRINO et al., 2004; 2005; GARCEZ NETO et al., 2002; MARTUSCELLO et al., 2006; SILVA et al., 2009, ). O incremento na produção de biomassa das forrageiras em resposta a aplicação de nitrogênio é relatado em vários estudos (ANDRADE et al., 2003; MAGALHÃES et al., 2006; MOTA et al., 2010). Tal incremento na produção de biomassa das gramíneas é reflexo do efeito positivo do nitrogênio sobre o fluxo e componentes da biomassa, valendo destacar a taxa de alongamento foliar (ALEXANDRINO et al., 2004; MARTUSCELLO et al., 2006; QUADROS; BANDINELLI, 2005), taxa de aparecimento foliar (GARCEZ NETO et al., 2002; PATÊS et al., 2007), comprimento da lâmina foliar (MESQUITA; NERES, 2008), número de folhas vivas por perfilho (SILVEIRA; MONTEIRO, 2007) e densidade populacional de perfilhos (LAVRES JÚNIOR; MONTEIRO, 2003). Apesar da maioria desses estudos apresentarem comportamentos lineares, a magnitude das respostas é variada.

Dessa forma, com o lançamento de novos cultivares, existe a necessidade de se desenvolver pesquisas com adubação nitrogenada buscando-se verificar a melhor resposta das plantas forrageiras em termos de fluxo de biomassa, dada a relevância de cada componente no incremento e na qualidade da biomassa produzida. Entre as características morfológicas, às relacionadas com a produção de folhas no dossel assumem importância comprovada, visto que a fração foliar presente na biomassa total constitui o componente de maior atributo qualitativo, sendo o mais preferível pelos animais em pastejo. Destarte, o produto final do fluxo de biomassa nas forrageiras reflete o padrão de resposta de cada componente em função das

condições edafoclimáticas e de manejo presentes. Dentre tais componentes morfológicos vale destacar a taxa de alongamento foliar (TAIF), pois a referida variável está diretamente relacionada à produção de biomassa de forragem. Assim, o incremento na TAIF acarreta elevação na proporção de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa, promovendo maior acúmulo de biomassa pela forrageira e, dessa forma, proporcionando o uso de maior taxa de lotação na pastagem.

Nesse contexto, o presente estudo foi conduzido com objetivo de avaliar as características morfológicas em dois tipos de perfilhos (principal e primário) e a produção de biomassa de *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai adubado com doses crescentes de nitrogênio durante o crescimento de estabelecimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará - UFC, em Fortaleza - CE, no período de junho a dezembro de 2008. Fortaleza-CE está localizada a uma altitude média de 21 metros, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude sul de 03° 45' 47", longitude oeste de 38° 31' 23", com clima do tipo Aw', tropical chuvoso, segundo classificação de Köppen. Diariamente foram registradas as temperaturas mínimas e máximas, apresentando valores médios de 25,8 e 40,5 °C, respectivamente, durante o período experimental.

Os tratamentos foram avaliados segundo o delineamento inteiramente casualizado, arranjado em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. As doses de adubação nitrogenada (0; 150; 300; 450 e 600 mg N dm<sup>-3</sup>, correspondendo as doses de 0; 300; 600; 900 e 1.200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio), na forma de uréia foram estudadas nas parcelas, e os dois tipos de perfilhos (o principal e o primário), nas subparcelas. A unidade experimental foi composta por um vaso com plantas de capim-massai.

Um Argissolo Amarelo, que possui como material de origem sedimentos areno-argilosos da formação barreira (EMBRAPA, 1999), foi utilizado como substrato. Após coletado, o substrato foi peneirado, buscando-se uma melhor homogeneização e descarte de materiais grosseiros. As amostras de solo, relativas à camada de 0 - 20 cm de profundidade, e que foram utilizadas para conduzir o experimento, possuíam a seguinte composição química: 4 mg dm<sup>-3</sup> de P; 0,19 cmol<sub>c</sub>

$\text{dm}^{-3}$  de K;  $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $1,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de  $\text{Al}^{3+}$ ;  $0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de  $\text{Na}^+$ ;  $9,10 \text{ g kg}^{-1}$  de M.O; SB:  $4,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; CTCT:  $4,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; pH em água de 5,7;  $19 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{Fe}^{2+}$ ;  $0,14 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{Cu}^{2+}$ ;  $3,91 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{Zn}^{2+}$  e  $12,18 \text{ mg dm}^{-3}$  de Mn, sendo corrigidos, conforme recomendação do CFSEMG (1999), para níveis de fertilidade sugeridos para gramíneas de alto potencial produtivo e com alto nível de produção.

No momento do enchimento dos vasos com capacidade de  $10 \text{ dm}^3$  cada (25 cm de diâmetro superior), foi feita a correção do solo, aplicando-se uma dose de calcário calcítico de  $6,17 \text{ g vaso}^{-1}$ , de acordo com análise de fertilidade do solo, buscando-se a elevação do teor de cálcio e do pH. A aplicação foi realizada com antecedência de 30 dias da implantação da forrageira. Durante esse período as amostras receberam irrigação diária, visando-se acelerar a reação do corretivo.

O controle da lâmina de irrigação diária (aplicação da lâmina diária em uma vez) a ser aplicada foi feito com a instalação de tensiômetros de mercúrio (Hg) nos vasos (dois tensiômetros por tratamento), sendo efetuada a reposição de água quando a coluna de mercúrio (h) atingia aproximadamente 10 cm nos tratamentos supridos com maiores doses de nitrogênio. A dose de  $600 \text{ mg de N dm}^{-3}$  de solo foi a referência para a reposição das lâminas aplicadas nas demais doses, segundo a equação:  $\psi_m = -12,6 h + h_1 + z$ ; em que:  $\psi_m$  = potencial mátrico; h = altura da coluna de mercúrio na cuba (cm);  $h_1$  = altura do nível de Hg na cuba (cm), em relação à superfície do solo e z = profundidade da cápsula porosa (10 cm) (AMARO FILHO et al., 2008). Ao final da irrigação, registrava-se a altura da coluna de Hg na cuba (cm), que se apresentava com aproximadamente 5,0 cm para todos os tratamentos, ou seja, as condições de umidade no solo eram mantidas próximas à capacidade de campo em todas as unidades experimentais.

A semeadura foi realizada utilizando-se, em média, 50 sementes por vaso, sendo efetuado o pré-desbaste oito dias após a emergência, permanecendo doze plantas por vaso, que foram reduzidas para três após o desbaste final, executado treze dias após a emergência (DAE).

As adubações potássica (cloreto de potássio), fosfatada (superfosfato simples) e micronutrientes (FTE BR-12) foram realizadas de acordo com os resultados da análise do solo. As aplicações de nitrogênio (uréia) e de potássio foram parceladas. No crescimento de estabelecimento (43 dias após a emergência), a dose de nitrogênio para

cada tratamento foi dividida em duas, sendo a primeira metade aplicada logo após o desbaste final (13 DAE) e a segunda metade aplicada 14 dias após a primeira. Em todas as doses de nitrogênio, fez-se a diluição da uréia na água utilizada para a irrigação, buscando-se uma melhor uniformização de aplicação do fertilizante. A primeira adubação potássica ( $120 \text{ mg K}_2\text{O dm}^{-3}$ ) foi realizada logo na implantação (no momento da semeadura). A segunda aplicação ( $120 \text{ mg K}_2\text{O dm}^{-3}$ ), via solução aquosa, foi realizada juntamente com a dose de nitrogênio. O fornecimento de fósforo ( $125 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \text{ dm}^{-3}$ ) foi de uma só vez, no ato da semeadura. Neste momento, foram fornecidos os micronutrientes ( $25 \text{ mg FTE BR-12 dm}^{-3}$ ).

Foram identificados seis perfilhos (três principais e três primários) em cada unidade experimental. Cada um dos perfilhos recebeu identificação com um anel de cor diferenciada, para posterior acompanhamento. Os perfilhos marcados foram avaliados a cada três dias, registrando-se o comprimento final das folhas expandidas e emergentes e da porção senescente das expandidas e o número de folhas vivas por perfilho. Iniciaram-se as avaliações em cada perfilho marcado no 13º dia após a emergência.

As características avaliadas foram: taxa de alongamento foliar (TAIF,  $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), obtida pela diferença entre o comprimento final (último dia de avaliação) e inicial (primeiro dia de avaliação) das folhas em cada perfilho dividido pelo número de dias das mensurações; taxa de alongamento dos colmos (TAIC,  $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), registrando-se a distância da lígula exposta mais alta em relação à base do colmo, seguindo sua inclinação, em leituras sucessivas ao longo do período de descanso, obtendo a diferença entre o comprimento final e inicial das hastes (colmos) e dividindo-se pelo número de dias das mensurações; taxa de senescência foliar posterior (TSFP,  $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), contabilizada considerando somente as novas lâminas foliares produzidas durante o período de descanso corrente; número de folhas vivas por perfilho (NFV), pela média de todos os perfilhos marcados em cada unidade experimental; taxa de aparecimento foliar (TApF,  $\text{folhas dia}^{-1} \text{ perfilho}^{-1}$ ), dividindo o número de folhas surgidas durante o período avaliado pelo período de avaliação em dias; e filocrono (dias), calculado pelo inverso da taxa de aparecimento de folhas.

Ao término do crescimento de estabelecimento, caracterizado pela constatação da senescência foliar em ambos os tipos perfilhos (principal e primário), obedecendo ao período de descanso adotado para a forrageira (43 dias após a

emergência), todas as plantas de cada unidade experimental (plantas do vaso) foram colhidas e levadas ao laboratório. As amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada (55 °C até peso constante), para posterior cálculo da produção de biomassa de forragem total (BFT, g vaso<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de comparação de médias e análise de regressão. A interação adubação nitrogenada x tipos de perfilhos foi desdobrada quando significativa (P<0,05) pelo teste F. Os tipos de perfilhos (principal e primário) foram comparados pelo teste de Tukey (P>0,05). O efeito das doses de adubo nitrogenado foi avaliado por análise de regressão, no efeito principal quando não houve interação, ou no efeito condicionado quando esta ocorreu. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático,

por meio do teste “t”, de Student (P<0,05) e no coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, adotou-se o procedimento GLM, do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação (P>0,05) entre doses de nitrogênio x tipos de perfilhos para a taxa de alongamento foliar (TAIF), com a mesma sendo incrementada (P<0,05) nas maiores doses de adubação nitrogenada (Figura 1) e diferindo (P<0,05) entre os dois tipos de perfilhos analisados, com o perfilho principal apresentando TAIF superior (P<0,05) quando comparado ao perfilho primário (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características morfológicas em *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai submetido à adubação nitrogenada durante o crescimento de estabelecimento em dois tipos de perfilhos (principal e primário)

Variáveis	Tipos de perfilhos	
	Principal	Primário
TAIF (cm perf <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	7,82 <sup>a</sup>	7,18 <sup>b</sup>
TAIC (cm perf <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0,29 <sup>b</sup>	0,38 <sup>a</sup>
TSFP (cm perf <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	4,46 <sup>a</sup>	2,67 <sup>b</sup>
NFV (folhas perfilho <sup>-1</sup> )	4,04 <sup>a</sup>	3,75 <sup>b</sup>
TApF (folhas dia <sup>-1</sup> perf <sup>-1</sup> )	0,150 <sup>a</sup>	0,139 <sup>b</sup>
FIL (dias folha <sup>-1</sup> )	6,76 <sup>b</sup>	7,29 <sup>a</sup>

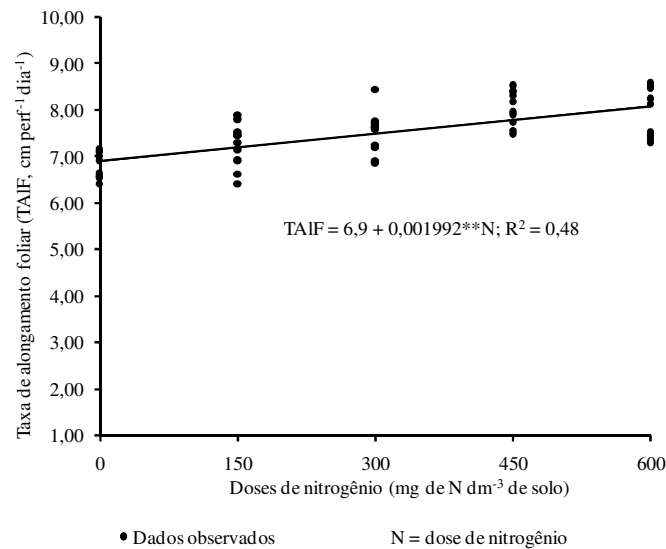
Taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento dos colmos (TAIC), taxa de senescência foliar posterior (TSFP), número de folhas vivas por perfilho (NFV), taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono (FIL); médias seguidas de letras iguais, na mesma linha não diferem (P>0,05) pelo teste de Tukey.

A superioridade na taxa de alongamento foliar do perfilho principal durante o estabelecimento em relação ao primário (7,82 vs. 7,18 cm perf<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) pode ser atribuída ao seu mais avançado desenvolvimento e melhor estruturação, com o sistema radicular mais consolidado, apresentando maior capacidade de responder aos recursos do meio, principalmente a adubação nitrogenada, indicando a prioridade deste perfilho relativamente à alocação dos assimilados, bem como dos vários fatores de crescimento, já que ele dispõe de um sistema radicular mais desenvolvido (GOMIDE; GOMIDE, 2000).

A taxa de alongamento foliar respondeu de forma linear crescente (P<0,05) ao incremento na adubação nitrogenada, com valores estimados em 6,90 e 8,10 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para 0 e 600 mg N dm<sup>-3</sup>, respectivamente. A dose de 600 mg N dm<sup>-3</sup>, proporcionou incremento de 17,4% na TAIF em relação às plantas que não receberam nitrogênio (Figura 1).

Independentemente da magnitude dos incrementos na taxa de alongamento foliar, tal comportamento demonstra o significativo papel desse nutriente para o alongamento foliar, podendo ser atribuído, principalmente, à deposição de nutrientes, especialmente de nitrogênio nas zonas de alongamento e divisão celular das folhas (SKINNER; NELSON, 1995) e ao incremento da produção de células (VOLENEC; NELSON, 1984).

A literatura reporta vários efeitos benéficos da adubação nitrogenada em diferentes processos na planta, destacando-se o estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares, o aumento do número de folhas vivas por perfilho (SILVEIRA; MONTEIRO, 2007), a diminuição do intervalo de tempo para aparecimento de folhas (PATÊS et al., 2007; GARCEZ NETO et al., 2002) e o aumento do perfilhamento (LAVRES JÚNIOR; MONTEIRO, 2003). Tais resultados ratificam a relevância do referido estudo para o melhor entendimento do fluxo biomassa no capim-massai em condições de manejo intensivo com elevadas doses de nitrogênio.



**Figura 1.** Taxa de alongamento foliar (TAIF) em *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai submetido à adubação nitrogenada durante o crescimento de estabelecimento. Significativo ao nível de 1% (\*\*).

Vale mencionar a relevância da taxa de alongamento foliar nos estudos de fluxo de biomassa, pois a mesma está diretamente relacionada à produção de biomassa de forragem. À medida que a TAIF aumenta, ocorre incremento na proporção de folhas (ALEXANDRINO et al., 2004) e, conseqüentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa, promovendo maior acúmulo de biomassa.

Não foi constatada interação ( $P > 0,05$ ) entre os fatores (doses de nitrogênio x tipos de perfilhos) para a taxa de alongamento dos colmos (TAIC), ficando a significância ( $P < 0,05$ ) limitada aos fatores isolados. A taxa de alongamento dos colmos não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelas doses de nitrogênio, com valor médio de  $0,335 \pm 0,053$  cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. O perfilho primário revelou maior valor para a TAIC quando comparado ao perfilho principal (Tabela 1).

A maior taxa de alongamento dos colmos no perfilho primário em relação ao principal, deveu-se ao provável maior sombreamento do dossel à época do início do seu desenvolvimento, em relação à época em que se desenvolveu o perfilho principal. Esse maior sombreamento provavelmente modificou a relação vermelho:vermelho extremo (V:Ve) da radiação transmitida pelas folhas de nível de inserção superior (DEREGIBUS et al., 1985) e foi detectado pelo sistema fitocromo da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009), desencadeando uma resposta adaptativa caracterizada pelo maior alongamento dos colmos (DAVIS; SIMMON, 1994).

A semelhança na taxa de alongamento dos colmos em doses elevadas de adubação nitrogenada

revela uma característica positiva do capim-massai para utilização em sistemas intensivos de produção, pelo fato da forrageira responder preferencialmente em produção de biomassa foliar, ratificado pelo aumento na TAIF nas maiores doses de nitrogênio.

Vale mencionar a relevância da taxa de alongamento dos colmos para o crescimento do pasto, pois a mesma garante a manutenção da arquitetura do dossel quando este atinge uma biomassa mais elevada, mantendo o distanciamento adequado entre as folhas e evitando aumento no coeficiente de extinção luminosa (SUGYIAMA et al., 1985). Tal favorecimento na penetração de luz no interior do dossel, reflexo do alongamento dos colmos, resulta na demanda de maior área foliar para interceptar o mesmo percentual de radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

Nesse sentido, tem-se uma estabilização da interceptação da radiação incidente, apesar dos valores crescentes no índice de área foliar (GOMIDE et al., 2003). Tal melhoria na distribuição da luz ao longo do perfil do dossel permite a chegada de RFA às folhas de nível de inserção inferiores e dessa forma, previne ou retarda o início do processo de senescência (GAN; AMASINO, 1997). Por outro lado, vale destacar que a TAIC apresenta efeitos negativos na qualidade da forragem produzida, pela diminuição na relação lâmina foliar/colmo, reduzindo, assim, o valor nutritivo da biomassa produzida (CÂNDIDO et al., 2006; SILVA et al., 2007a) e no seu aproveitamento pelos animais em pastejo (SILVA et al., 2007b).

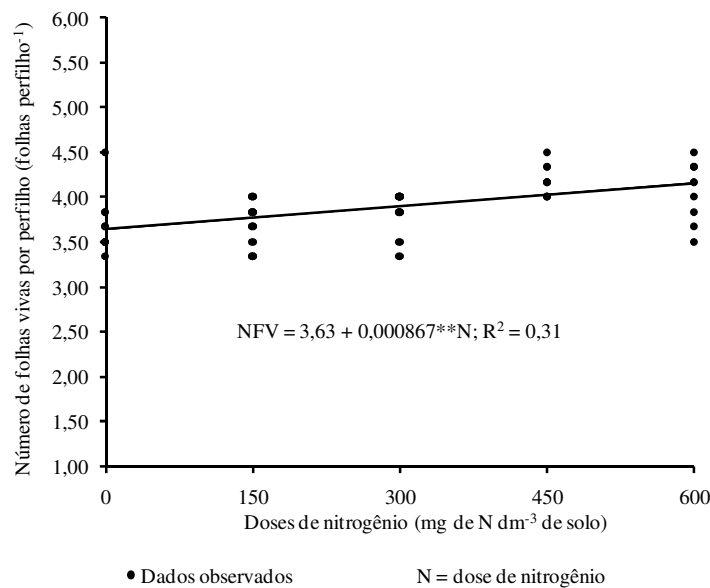
Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre doses de nitrogênio x tipos de perfilhos para a taxa de

senescência foliar posterior (TSFP). A TSFP não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelas doses de nitrogênio, com média de  $3,56 \text{ cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , porém diferiu ( $P<0,05$ ) entre os tipos de perfilhos, com maior TSFP correspondendo ao perfilho principal (Tabela 1), devido à sua idade mais avançada, conforme demonstrado pelo seu maior NFV (Tabela 1). De acordo com Hunt (1965), plantas em idade mais avançada apresentam maior taxa de senescência de seus órgãos.

Apesar do estudo referir-se ao período de estabelecimento da forrageira, destaca-se a relevância da taxa de senescência foliar posterior nas avaliações de fluxo de biomassa, pois esta variável é uma indicadora do ajuste da frequência de

desfolhação à fisiologia do dossel, uma vez que o pasto manejado para alta eficiência de uso da forragem produzida deve prevenir a senescência de folhas formadas, ou seja, deve apresentar uma TSFP igual ou próxima de zero (CÂNDIDO et al., 2006).

Na variável número de folhas vivas por perfilho (NFV), não foi observada interação ( $P>0,05$ ) entre doses de nitrogênio x tipos de perfilhos. Esta variável respondeu crescentemente ( $P<0,05$ ) ao aumento nas doses de nitrogênio, com valores estimados em 3,63 e 4,15 folhas por perfilho nas doses 0 e 600  $\text{mg N dm}^{-3}$ , respectivamente (Figura 2), e foi superior ( $P<0,05$ ) para o perfilho principal em relação ao primário (Tabela 1).



**Figura 2.** Número de folhas vivas por perfilho (NFV) em *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai submetido à adubação nitrogenada durante o crescimento de estabelecimento. Significativo ao nível de 1% (\*\*).

O maior NFV no perfilho principal em relação ao primário indica a idade mais avançada do primeiro (FULKERSON; SLACK, 1995), já que este último origina-se na axila de uma das folhas produzidas pelo perfilho principal. O número de folhas vivas por perfilho é resultante da duração de vida das folhas (DVF) e, portanto, constitui uma característica genotípica bastante estável na ausência de deficiências nutricionais, porém, a elevação da adubação nitrogenada pode antecipar o momento de desfolhação da planta (ALEXANDRINO et al., 2004), ratificando a relevância deste nutriente para o vigor de rebrotação, por meio da emissão de folhas após o corte.

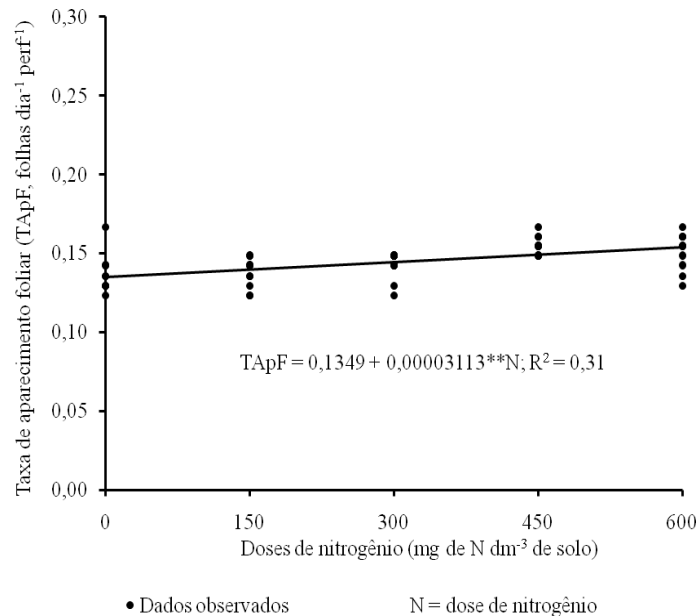
Considerando que o número de folhas vivas (NFV) reflete o potencial fotossintético da planta,

pode-se inferir que o nitrogênio ao colaborar com o aumento do NFV, reflete em incremento na capacidade de assimilação de carbono. Trata-se de uma variável de grande importância na avaliação e manejo das plantas forrageiras, por apresentar estreita relação com a produção de biomassa e, tratar-se do componente da planta com melhor atributo qualitativo, sendo a fração mais selecionada pelos animais em pastejo e pela sua aplicação como critério de definição prático na determinação do período de descanso numa área de pastagem (FULKERSON; DONAGHY, 2001). A definição do momento certo de desfolhação deve basear-se no objetivo do manejo adotado na pastagem, evidenciando a fisiologia da forrageira, porém, a adubação nitrogenada vai interferir neste momento,

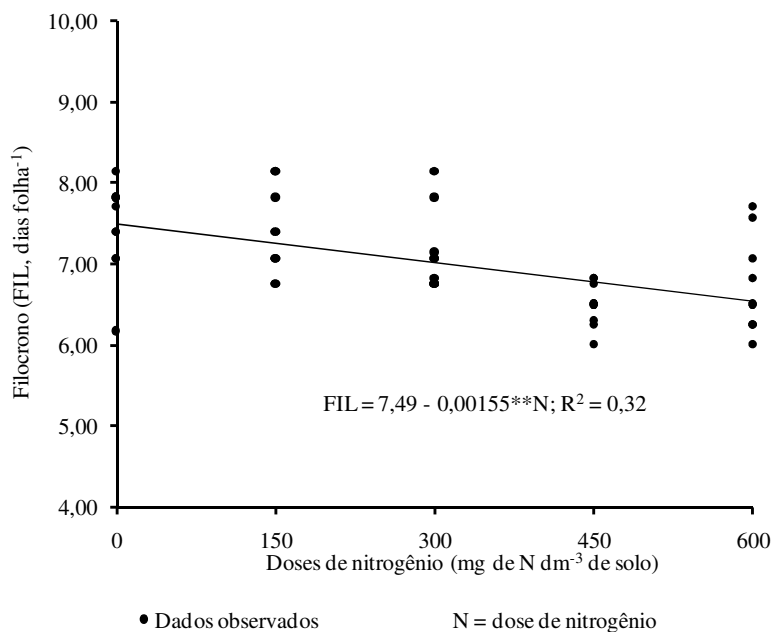
pois influencia na morfofisiologia da planta forrageira.

As variáveis taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono (FIL) foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) tanto pela adubação nitrogenada quanto pelos tipos de perfilhos, com ausência de interação ( $P > 0,05$ ) entre estes fatores. O aumento no

suprimento de nitrogênio proporcionou resposta linear positiva e negativa ( $P < 0,05$ ) para a TApF e filocrono, respectivamente, com valores estimados em 0,135 e 0,154 folhas dia<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup> (TApF) e 7,49 e 6,56 dias folha<sup>-1</sup> (filocrono) para 0 e 600 mg N dm<sup>-3</sup>, respectivamente (Figuras 3 e 4).



**Figura 3.** Taxa de aparecimento foliar (TApF) em *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai submetido à adubação nitrogenada durante o crescimento de estabelecimento. Significativo ao nível de 1% (\*\*).



**Figura 4.** Filocrono (FIL) em *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai submetido à adubação nitrogenada durante o crescimento de estabelecimento. Significativo ao nível de 1% (\*\*).

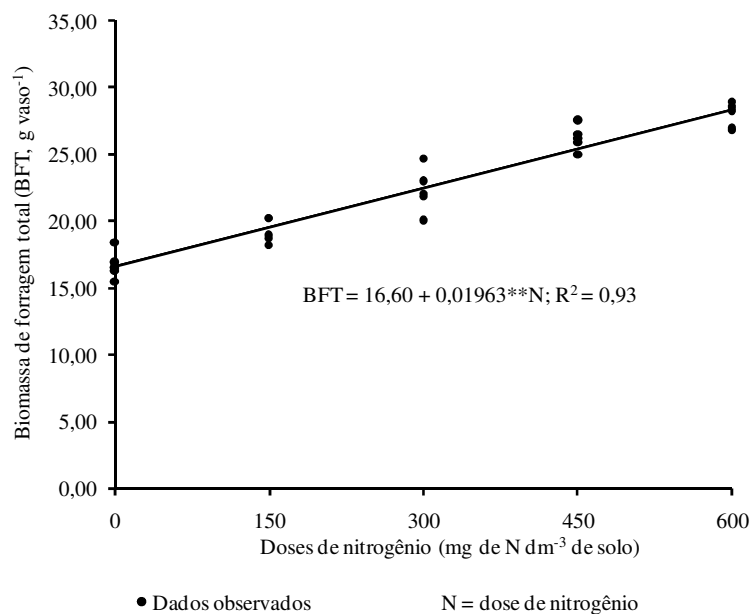
A taxa de aparecimento foliar (Tabela 1) mostrou-se superior ( $P < 0,05$ ) no perfilho principal ( $0,150$  folhas  $\text{dia}^{-1}$   $\text{perf}^{-1}$ ) em relação ao primário ( $0,139$  folhas  $\text{dia}^{-1}$   $\text{perf}^{-1}$ ) e, o inverso foi verificado para o filocrono ( $6,76$  vs.  $7,29$  dias  $\text{folha}^{-1}$ , respectivamente, Tabela 1). Essa resposta provavelmente deveu-se à maior disponibilização de nutrientes para o perfilho principal em relação ao primário, pois conforme Anslow (1966), o status nutricional na região do meristema apical é um dos principais fatores a influenciar a taxa de aparecimento foliar e no trajeto dos nutrientes até o perfilho primário. Os mesmos primeiramente passam próximos à região de crescimento do perfilho principal (JEWISS, 1972), podendo ficar retidos pela competição entre drenos dentro da planta (RYLE; POWELL, 1976).

Tal redução no filocrono com o aumento nas doses de nitrogênio é justificado pela resposta crescente na taxa de alongamento e aparecimento foliar (MARTUSCELLO et al., 2006) associado a semelhança na taxa de alongamento dos colmos,

fato que respondeu em um menor percurso a ser percorrido pela folha (GOMIDE; GOMIDE, 2000) nas maiores doses de nitrogênio.

Diante de tal comportamento, pode-se inferir que as plantas supridas com maiores doses de nitrogênio atingirão seu número máximo de folhas vivas por perfilho mais precocemente (ALEXANDRINO et al., 2004), possibilitando colheitas mais frequentes da forragem produzida, a fim de minimizar perdas por senescência foliar, pois o balanço entre as taxas de alongamento da lâmina foliar e dos colmos é que determina a dinâmica do filocrono ao nível de perfilho (SKINNER; NELSON, 1995).

A biomassa de forragem total (BFT) elevou-se ( $P < 0,05$ ) com as doses crescentes de nitrogênio, revelando valores estimados de  $16,7$  a  $28,4$   $\text{g vaso}^{-1}$  nas doses  $0$  e  $600$   $\text{mg N dm}^{-3}$  de solo, respectivamente, com um incremento de  $71,1\%$  na dose de  $600$   $\text{mg N dm}^{-3}$  de solo em relação à ausência de adubação nitrogenada (Figura 5).



**Figura 5.** Produção de biomassa de forragem total em *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai submetido à adubação nitrogenada durante o crescimento de estabelecimento. Significativo ao nível de  $1\%$  (\*\*).

As plantas com maior aporte de nitrogênio apresentaram maior produção de BFT, evidenciando o efeito benéfico da adubação nitrogenada em pastagens manejadas intensivamente (ANDRADE et al., 2000; FAGUNDES et al., 2006). A influência do nitrogênio sobre a BFT em capim-massai pode ser atribuída ao aumento na taxa de aparecimento foliar (GARCEZ NETO et al., 2002; MARTUSCELLO et

al., 2005) que reflete na taxa de alongamento foliar (MARTUSCELLO et al., 2006), contribuindo para o crescimento e desenvolvimento do vegetal. Tal efeito do nitrogênio, também pode ser atribuído à sua grande influência sobre trocas gasosas da planta (POMPEU et al., 2010; LOPES et al., 2011).



## CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada influencia positivamente as características morfológicas do capim-massai até a dose de nitrogênio de 600 mg N dm<sup>-3</sup> no crescimento de estabelecimento. Vale destacar os incrementos na taxa de alongamento foliar, taxa de aparecimento foliar e número de folhas vivas por perfilho.

As características morfológicas do capim-massai mostram-se diferentes entre os tipos de perfilhos (principal e primário).

A produção de biomassa da referida forrageira no estabelecimento é incrementada pela adubação nitrogenada.

## AGRADECIMENTOS

À SESu, especialmente ao Programa de Educação Tutorial (PET), pelo auxílio financeiro e concessão das bolsas.

---

**ABSTRACT:** The experiment was conducted with the objective of evaluate the morphogenic characteristics of two tillers types (main and primary) and the biomass production in massai grass during the establishment in greenhouse under five nitrogen fertilization levels. A completely randomized in the split-plot design, with five nitrogen levels (0; 150; 300; 450 and 600 mg N dm<sup>-3</sup> of soil) and five replicates (plots) were adopted. The level of nitrogen for each treatment was divided into two parcels, the first half applied immediately after the roughing final (13 DAE) and the second half applied 14 days after the first. We identified six tillers (three main and three primary) in each experimental unit, for further monitoring and determining the variables biomass flow. The leaf elongation rate was increased with the nitrogen fertilization levels and the primary tiller showed highest value in relation than main tiller. The fertilization level at 600 mg N dm<sup>-3</sup> presented increment of 17.4% in the leaf elongation rate at 0 mg N dm<sup>-3</sup>. The culm elongation rate was not influenced by nitrogen fertilization and the primary tiller showed highest value for this variable. The leaf senescence rate after cut was not influenced by nitrogen fertilization. However, it was showed highest value for the main tiller. The number living leaves per tiller and leaf appearance rate were increased with N levels and the main tiller was superior in both variables, being the inverse occurred for the phylochron. There were observed values estimated of 0.135 and 0.154 leaf day<sup>-1</sup> tiller<sup>-1</sup> for the leaf appearance rate and 7.49 and 6.56 days/leaf for the phylochron for 0 and 600 mg N dm<sup>-3</sup> levels, respectively. The total herbage dry biomass increased with nitrogen fertilization levels. The nitrogen fertilization influences positively the morphogenic characteristics and biomass production of the massai grass until the fertilization dose of 600 mg N dm<sup>-3</sup>.

**KEYWORDS:** Nitrogen fertilization. Biomass flow. *Panicum maximum* x *Panicum infestum*. Leaf elongation rate.

---

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR., D.; REGAZZI, A. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 17-24, 2005.
- AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MOTA, J. C. A. **Física do solo: conceitos e aplicações**. Fortaleza: Editora Imprensa Universitária, 2008. 290 p.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p. 1643-1651, 2003.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1589-1595, 2000.

- ANSLOW, R. C. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. **Herbage Abstracts**, Blacksburg, v. 36, n. 3, p. 149-155, 1966.
- CABRERA-BOSQUET, L.; ALBRIZIO, R.; ARAUS, J. L.; NOGUÉS, S. Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. **Environmental and Experimental Botany**, Aligarh, v. 67, n. 1, p. 145-152, 2009.
- CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, R. G.; NEIVA, J. N. M.; FACÓ, O.; BENEVIDES, Y. I.; FARIAS, S. F. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2234-2242, 2006.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG, (1999). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.
- DAVIS, M. H.; SIMMONS, S. R. Far-red light reflected from neighbouring vegetation promotes shoot elongation and accelerates flowering in spring barley plants. **Plant Cell Environment**, Oxford, v. 17, n. 7, p. 829-836, 1994.
- DEREGIBUS, V. A. SANCHES, R. A.; CASAL, J. J.; TRLICA, M. J. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 22, n. 1, p. 199-206, 1985.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: CNPS, 1999. 412 p.
- FAGUNDES, L. J.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.
- FAGUNDES, L. J.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. A.. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.
- FULKERSON, W. J., SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 50, n. 1, p. 16-20, 1995.
- FULKERSON, W. J.; DONAGHY, D. J. Plant soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass based pasture: a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 41, n. 2, p.261-275, 2001.
- GAN, S.; AMASINO, R. M. Making sense of senescence (Molecular genetic regulation and manipulation of leaf senescence). **Plant Physiology**, Waterbury, v. 113, n. 2, p. 313-319, 1997.
- GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum Maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, A. Índices Morfológicos e de Crescimento durante o Estabelecimento e a Rebrotagem do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 795-803, 2003.
- HUNT, L. A. Some implications of death and decay in pasture production. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 27-31, 1965.
- JEWISS, O. R. Tillering in grasses – its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 65-82, 1972.
- LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. Perfilamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1068-1075, 2003.
- LOPES, M. N.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; LOPES, J. W. B.; FERNANDES, F. R. B.; BEZERRA, F. M. L. Gas exchange in massai grass under five nitrogen fertilization levels during establishment and regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 9, p. 1862-1869, 2011.
- MAGALHÃES, J. A.; LOPES, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; BARROS, N. N.; MATTEI, D. A. Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 91-96, 2006.
- MARCELINO, K. R. A.; VILELA, L.; LEITE, G. G.; GUERRA, A. F.; DIOGO, J. M. S. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de tifton 85 cultivado no cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 268-275, 2003.
- MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; JUNIOR, J. I. R.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfológicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.
- MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.
- MESQUITA, E. E.; NERES, M. A. Morfológese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum maximum* em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 201-209, 2008.
- MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; JÚNIOR, V. R. R.; OLIVEIRA, F. G.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A.C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1191-1199, 2010.
- PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, G. G. P.; FREIRE, M. A. L. Características morfológicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1736-1741, 2007.
- PENA, K. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; ZANINE, A. M. Características morfológicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim-tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2127-2136, 2009.

- POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; GOMES, F. H. T.; LACERDA, C. F.; AQUINO, B. F.; MAGALHÃES, J. A. Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, 2010.
- QUADROS, F. L. F.; BANDINELLI, D. G. Efeitos da adubação nitrogenada e de sistemas de manejo sobre a morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam, e *Paspalum urvillei* Steud, em ambiente de várzea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 44-53, 2005.
- RYLE, G. J. A., POWELL, C. E. Effect of rate of photosynthesis on the pattern of assimilate distribution in the graminaceous plant. **Journal Experimental of Botany**, Oxford, v. 27, n. 97, p. 189-199, 1976.
- SAS INSTITUTE. **SAS System for Windows**. Version 9.0. Cary: SAS Institute Inc. 2003. 2 CD-ROMs.
- SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; MARANHÃO, C. M. A.; PATÊS, N. M. S.; SANTOS, L. C. Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 657-661, 2009.
- SILVA, R. G.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; LÔBO, R. N. B. Aspectos comportamentais e desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-tanzânia manejado sob lotação intermitente. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 4, p. 609-620, 2007b.
- SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, D. S. Características estruturais do dossel de pastagens de capim-tanzânia mantidas sob três períodos de descanso com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1255-1265, 2007a.
- SILVEIRA, C. P.; MONTEIRO, F. A. Morfogênese e produção de biomassa do capim-tanzânia adubado com nitrogênio e cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 335-342, 2007.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.
- SUGIYAMA, S.; YONEYAMA, M.; TAKAHASHI, N.; GOTOH, K. Canopy structure and productivity of *Festuca arundinaceae* Schreb, swards during vegetative and reproductive growth. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 40, n. 1, p. 49-55, 1985.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.
- 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**, Waterbury, v. 74, n. 3, p. 595-600, 1984.