

**MORFOGÊNESE, PARÂMETROS
ESTRUTURAIS E PRODUTIVIDADE EM
CAPIM-PIONEIRO SUBMETIDO A DOSES
DE NITROGÊNIO**

BERNARDO SILVEIRA LOBO

2012

BERNARDO SILVEIRA LOBO

**MORFOGÊNESE, PARÂMETROS ESTRUTURAIS E
PRODUTIVIDADE EM CAPIM-PIONEIRO SUBMETIDO A DOSES DE
NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora
Prof^a. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

L799m Lobo, Bernardo Silveira.
Morfogênese, parâmetros estruturais e produtividade em capim-pioneiro submetido a doses de nitrogênio [manuscrito] / Bernardo Silveira Lobo. – 2012.
63 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2012.
Orientadora: DSc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales.

1. Aparecimento foliar. 2. Filocrono. 3. *Pennisetum purpureum*. I. Sales, Eleuza Clarete Junqueira de. II. Universidade Estadual de Montes

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

BERNARDO SILVEIRA LOBO

**MORFOGÊNESE, PARÂMETROS ESTRUTURAIS E
PRODUTIVIDADE EM CAPIM-PIONEIRO SUBMETIDO A DOSES DE
NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 30 de agosto de 2012.

Prof^a. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – UNIMONTES/DCA

Prof. Dr. Dorismar David Alves – UNIMONTES/DCA

Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira – UNIMONTES/DCA

Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis – UNIMONTES/DCA

Dra. Poliana Mara de Oliveira – PESQUISADORA/EPAMIG

Prof^a. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales
UNIMONTES
(Orientadora)

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICO

A Deus, por ser meu porto seguro em todos os momentos de minha vida,
pelas bênçãos e proteção constantes.

OFEREÇO

A minha família, pela felicidade que me proporciona todos os dias.

“Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a sua força, todo o universo conspira a seu favor.”

(Goethe)

Um conforto: “sei que meu trabalho é uma gota no oceano. Mas sem ele, o oceano seria menor.”

(Madre Teresa de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que está sempre presente comigo em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso e aprimoramento profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do e Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pelo apoio financeiro em projetos de pesquisa..

À Professora Eleuza Clarete Junqueira de Sales, pelo apoio incondicional, incentivo e amizade.

Ao Professor Dorismar David Alves, pela atenção e apoio constante.

Aos Professores João Paulo Sampaio Rigueira, Sidnei Tavares dos Reis e a Poliana Mara de Oliveira por contribuir com a conclusão deste trabalho, compartilhando seus conhecimentos.

Aos funcionários da UNIMONTES que contribuíram muito para a realização do experimento.

Aos companheiros de experimento, Daniela, Verônica, Rodrigo, Anselmo, Weudes, Luiz, e os colegas do curso de Pós-graduação e todos aqueles que de alguma maneira foram peças importantes para a conclusão deste trabalho.

LISTA DE ABREVIATURAS

- AR – Altura de resíduo;
- CFLF – Comprimento final da lâmina foliar;
- DVF – Duração de vida das folhas;
- DPP – Densidade populacional de perfilhos;
- Fil – Filocrono;
- IAF – Índice de área foliar;
- IL – Interceptação luminosa;
- MS – Matéria seca;
- PB – Proteína bruta;
- RFA – Radiação fotossinteticamente ativa;
- L:P – Relação lâmina foliar:pseudocolmo;
- TAIF – Taxa de alongamento foliar;
- TAIPC – Taxa de alongamento do pseudocolmo;
- TApF – Taxa de aparecimento foliar;

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 Capim-elefante	5
2.2 Adubação nitrogenada	6
2.3 Características morfogênicas	8
2.3.1 Taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono (FIL)	9
2.3.2 Taxa de alongamento de folhas (TAIF) e pseudocolmos (TAIPC)..	12
2.4 Características estruturais	15
2.4.1 Duração de vida das folhas (DVF)	15
2.4.2 Comprimento final da lâmina foliar (CFLF)	17
2.4.3 Número de folhas vivas por perfilho (NFV)	18
2.4.4 Densidade populacional de perfilhos (DPP)	19
2.4.5 Relação lâmina foliar:pseudocolmo (L:P)	21
2.5 Produção e acúmulo de forragem	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Características morfogênicas	30
4.1.1 Taxa de aparecimento de folhas (TApF).....	30
4.1.2 Filocrono (FIL).....	32
4.1.3 Taxa de alongamento de foliar (TAIF)	34
4.1.4 Taxa de alongamento de Pseudocolmos (TAIPC).....	35
4.2 Características estruturais	37
4.2.1 Número de folhas vivas (NFV)	37
4.2.3 Densidade populacional de perfilhos (DPP)	38
4.2.4 Relação lâmina:Pseudocolmo (L:P).....	39
4.3 Produção e acúmulo de forragem	41
5. CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	62

RESUMO

LOBO, Bernardo Silveira **Morfogênese, parâmetros estruturais e produtividade em capim-pioneiro submetido a doses de nitrogênio.** 2012. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), na cidade de Janaúba - MG, no período de dezembro de 2010 a abril de 2011 com o objetivo avaliar o efeito de doses de nitrogênio sobre a morfogênese, características estruturais e rendimento forrageiro do capim-elefante. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos corresponderam quatro doses de nitrogênio (100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹). O experimento foi mantido sob condições irrigadas. Foram realizados cortes avaliativos a 50 cm do solo, assim que a forrageira atingisse a interceptação luminosa de 95 %, sem intervalos pré-definidos. A fonte de adubo nitrogenado utilizado foi ureia, aplicado a lanço em cada parcela, fracionadas, durante o período experimental, logo após cada corte. Para efeito das análises estatísticas, foram utilizados os valores médios relativos dos cortes avaliativos. Foram determinados a taxa de aparecimento de folhas (TApF), filocrono (FIL), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC), número de folhas vivas por perfilho (NFV), densidade populacional de perfilhos (DPP), produção de matéria seca (PMS) e a relação lâmina:pseudocolmo (L:P). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a adubação nitrogenada aumentou significativamente a produção de matéria seca por hectare, TApF, TAIF e TAIPC e um efeito linear negativo sobre o FIL, não apresentando interferência sobre as características estruturais NFV, DPP, L:P. A adubação favorece as características morfogênicas do capim-elefante. A produção, aparecimento foliar, alongamento de folha e colmo aumentaram linearmente até a maior dose aplicada, indicando que a dose de 400 kg ha⁻¹ano⁻¹ é a dose mais indicada para a adubação, no entanto é necessário um estudo sobre a viabilidade econômica de doses mais elevadas de nitrogênio.

Palavras-chave: alongamento de colmo, aparecimento foliar, filocrono, *Pennisetum purpureum*

¹ **Comitê de Orientação:** Prof^a. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – UNIMONTES (Orientadora) Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis – UNIMONTES (Coorientador).

ABSTRACT

LOBO, Bernardo Silveira. **Morphogenesis, structural characteristics and productivity in 'Pioneiro' grass submitted to doses of nitrogen.** 2012. 68 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.¹

The experiment was carried out at Experimental Farm of the Universidade Estadual de Montes Claros. UNIMONTES, in Janaúba county, from December 2010 to April 2011 in order to evaluate the effect of the nitrogen doses on the productivity, morphogenesis and structural characteristics of the elephant-grass cv. pioneiro. The experimental design was in randomized blocks with five replicates, totalizing 20 experimental units. The treatments were composed of four doses of nitrogen (100, 200, 300 and 400 kg.ha⁻¹.year⁻¹). The experiment was kept under irrigation. Evaluative cuts were accomplished at 50 cm from the soil, as soon as the fodder plant reached the luminous interception of 95 %, without pre-defined intervals. The source of used nitrogen fertilizer was urea, applied at throw in each plot, fractionated, during the experimental period, soon after each cut. The relative medium values of evaluative cuts were used for effect of the statistical analyses. They were determined leaves appearance rate, Phyllochron, leaves elongation rate, pseudostem elongation rate, number of alive leaves per tiller, population density of tillers, dry matter production and blade : pseudostem relation. According to the obtained results, it was observed that the nitrogen fertilization significantly increased the dry matter production per hectare, leaves appearance rate, leaves elongation rate, and pseudostem elongation rate and a negative lineal effect on the phyllochron, no presenting interference on the structural characteristics number of alive leaves, population density of tillers, blade pseudostem relation. The production, leaf appearance, leaf elongation and stem increased lineally until the highest applied dose, showing that the dose of 400 kg ha⁻¹.year⁻¹ is the more indicate one for fertilization, however it is necessary a study on the economic viability of higher doses of nitrogen.

Keyword: stem elongation, leaf appearance, phyllochron, *Pennisetum purpureum*

¹ **Guidance committee:** Prof^ª. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales - UNIMONTES (Adviser), Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis - UNIMONTES (Co- Adviser).

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas produtivos se intensificam ao longo do tempo. Os animais com genética melhorada dispõem da possibilidade de registrar índices produtivos mais elevados; contudo, para permitir isso, torna-se necessária a melhoria na produtividade forrageira, tanto no aspecto quantitativo quanto no qualitativo. Nesse sentido, o manejo de pastagens tem como objetivo principal obter a máxima produtividade de forragem possível, com satisfatório valor nutricional.

Sabe-se que as pastagens no Brasil e em vários outros países são a base de sustentação da produção de ruminantes, apresentando-se como a forma mais prática e econômica, principalmente em virtude da disponibilidade de área, diversidade de espécies, potencial de produção e adaptação a diversas condições edafoclimáticas.

Dentre as diversas gramíneas disseminadas no território brasileiro, destaca-se o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) como uma das mais adaptadas a sistemas intensivos de produção, devido ao seu elevado potencial produtivo e bom valor nutritivo. O interesse por essa gramínea aumentou ainda mais nos últimos 20 anos, quando se constatou a possibilidade de aumento de produtividade e redução da área explorada com sua utilização para pastejo direto em sistemas rotativos (MOTA, 2010).

Apesar desses atributos, a estacionalidade da produção, causada pelas condições climáticas (luz, temperatura, umidade) tem provocado restrição à sua utilização. Estratégias de manejo, quando associada à adubação nitrogenada, podem aumentar a produção, resultando em incrementos significativos no rendimento de matéria seca.

Entretanto, a baixa fertilidade dos solos associada à ausência ou ineficiência de adubações de manutenção, principalmente a nitrogenada,

desencadeia o processo de degradação das pastagens, que representa hoje um dos maiores problemas da pecuária brasileira. O nitrogênio, por ser componente de compostos orgânicos essenciais à vida das plantas, como aminoácidos e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios e clorofila (LAVRES JR. e MONTEIRO, 2003) é um dos nutrientes mais importantes para a produção das gramíneas forrageiras (FRANÇA *et al.*, 2007). Face à importância do capim-elefante para a pecuária, mais informações são necessárias sobre a produtividade e a utilização racional e econômica dos fertilizantes.

Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção, características morfogênicas e estruturais do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. pioneiro) nas condições do norte de Minas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capim-elefante

O capim-elefante tem sua origem no continente africano (África Tropical), entre as Latitudes 10° Norte e 20° Sul, sendo os territórios da Guiné, de Moçambique, de Angola, do Zimbábue e do sul do Quênia as principais áreas de diversidade genética da espécie, que ocorre em vales férteis, com precipitação pluvial superior a 1.000 mm ano⁻¹ (BRUNKEN, 1977). Sua introdução em nosso país data de 1920, com materiais vindos de Cuba (RODRIGUES *et al.*, 2001).

Sua primeira descrição aconteceu em 1827 e passou por alterações ao longo do tempo. A espécie *Pennisetum purpureum* pertence à família *Graminea*, subfamília *Panicoidea*, gênero *Pennisetum* L. Rich e espécie *Pennisetum purpureum*, Schum. (TCACENCO e BROTEL, 1997).

Uma compilação de descrições do capim-elefante caracteriza-o como uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura com pseudocolmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, os quais são preenchidos por um parênquima suculento, chegando a 2 cm de diâmetro, com entrenós de até 20 cm. Possui rizomas curtos, folhas com inserções alternas, de coloração verde-escura ou clara, chegando a alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta e ciliada. Sua inflorescência é uma panícula primária e terminal, sedosa e contraída, ou seja, com racemos espiciformes em forma de espiga, podendo ser solitária ou aparecendo em conjunto no mesmo pseudocolmo. A panícula tem, em média, 15 cm de comprimento, de coloração amarelada ou púrpura. Apresenta abundante lançamento de perfilhos aéreos e basilares, podendo formar densas touceiras, apesar de não cobrirem totalmente o solo (NASCIMENTO JUNIOR, 1981).

Dentre os cultivares do capim-elefante destaca-se o cv. pioneiro que foi desenvolvido especificamente para uso sob a forma de pastejo a partir de trabalhos de melhoramento desse capim coordenados pela EMBRAPA – Gado de Leite (CNPGL). O seu lançamento comercial aconteceu em 1997.

Segundo Alencar (2009), o cv. pioneiro produz, também, boa cobertura do solo, devido ao seu crescimento vigoroso e pela rápida expansão das touceiras; característica positiva quanto às práticas de conservação do solo. Além disso, o cultivar Pioneiro, segundo Auad *et al.*, (2007), mostra resistência à cigarrinha das pastagens.

Contudo, há necessidade de agregar mais informações quanto às respostas da pastagem, bem como de determinar o seu potencial de produção em relação à adubação e diferentes níveis de oferta de forragem (MÍSSIO *et al.*, 2006). Quando essa forrageira tropical de alto potencial produtivo é bem manejada e adubada, pode ser incorporada em sistemas intensivos de pastejo.

2.2 Adubação Nitrogenada

Dos nutrientes considerados essenciais ao desenvolvimento das plantas, o N é o que promove os maiores aumentos de produção de matéria seca. A resposta das plantas forrageiras à adubação com N é bastante variada. A adubação nitrogenada provoca maior crescimento relativo da parte aérea que do sistema radicular (Brouwer, 1962).

Conforme esse autor, quando o N é o fator limitante do crescimento, ocorre na planta acúmulo de carboidratos, tanto na parte aérea como no sistema radicular, já que esses carboidratos não podem ser usados na formação de novos tecidos nem no crescimento. Desse modo, o N absorvido tenderia a reagir com os carboidratos do sistema radicular, beneficiando este em detrimento da parte aérea.

Esse nutriente é indispensável para a manutenção da produtividade e persistência de uma pastagem de gramínea. É o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, sendo responsável por características estruturais da planta (tamanho de folha, densidade de perfilho e folhas por perfilho), além de características morfogênicas (taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e senescência foliar) (COSTA *et al.*, 2006).

Quando as quantidades de nitrogênio não são suficientes para suprir as necessidades das plantas, o crescimento destas é retardado, sendo mobilizado das folhas mais velhas e translocado para as partes em crescimento, aparecendo, por conseguinte a clorose e senescência das folhas mais velhas (PRADO, 2005).

Para Jarvis, Scholefield e Pain (1995), a aplicação de nitrogênio é considerada fator-chave para o manejo de pastagens e para a obtenção de índices elevados de produtividade.

Paciullo *et al.* (1998) avaliaram características morfofisiológicas do capim-elefante anão sob cinco doses de N e duas alturas de corte. Concluíram que a eficiência de resposta ao N foi de 21,38 kg de MS kg de N aplicado, independentemente da altura.

Fonseca *et al.* (1984) ao submeterem o capim-coastcross às doses de 0, 100, 200, 300 e 400 de N kg x ha, obtiveram rendimentos médios anuais de matéria seca de 2,8; 3,4; 4,0; 4,2 e 4,2 t ha, no período seco, e 6,6; 7,9; 9,6; 11,6 e 12,3 t ha, no período chuvoso, respectivamente.

Cian *et al.* (2003) reportaram efeito linear da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca do capim *Paspalum dilatatum*. Isso também foi observado por Martello *et al.* (2000) em capim-elefante cv. Guaçu, adubado com 60, 120, 180 e 240 kg/ha ($\hat{y} = 18279,25 + 30,6538N$; $R_2 = 0,99$).

Em trabalho realizado por Andrade *et al.* (2003), três doses de nitrogênio (100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano de N) foram associadas a três doses de potássio (50, 100 e 200 kg ha⁻¹ ano de K) em capim-elefante, cv. Napier. A adubação nitrogenada influenciou positivamente a produção de MS da lâmina foliar na estação chuvosa. De maneira geral, a adubação nitrogenada aumentou a relação lâmina/pseudocolmo e os teores de proteína bruta (PB) do capim-elefante.

Vários trabalhos apontam essa mesma tendência verificando que forrageiras respondem linearmente à aplicação de N para o acúmulo de massa (FAGUNDES *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2005). Porém, quanto maiores as doses de N aplicadas, menores são os lucros, podendo a relação custo/benefício ser muito elevada, reduzindo assim a eficiência da adubação nitrogenada em pastagens. Além disso, o uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados pode causar danos ao meio ambiente, como a acidificação dos solos, liberação de gases que causam o efeito estufa, eutroficação de lagoas e açudes (VITOR, 2006).

2.3 Características morfogênicas

A dinâmica de crescimento de plantas forrageiras tem sido foco de estudo nos últimos anos, visando a aprimorar o conhecimento do processo de produção de forragem em pastagens. A otimização de sistemas de pastejo não pode ser concebida simplesmente como a maximização da quantidade de forragem produzida ou ingerida pelos animais sendo necessário considerar parâmetros que condicionam e determinam a persistência e a produtividade da pastagem (UEBELE, 2002).

Caracterizar acertadamente a pastagem é imprescindível ao entendimento das respostas morfogênicas das plantas forrageiras ao manejo do pastejo e, conseqüentemente, contribui na elaboração de estratégias mais

adequadas para a exploração de seu potencial (GOMIDE *et al.*, 2009). A morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*genesis*) e expansão/forma da planta (*morphos*) no espaço (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

O sucesso na utilização de pastagens depende tanto de uma boa estratégia de adubação e disponibilidade de nutrientes, como também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente e do manejo, fundamental para o crescimento da forrageira e a manutenção da capacidade de suporte da pastagem. Os estudos de fluxo de biomassa, isto é, dos processos morfogênicos, têm se constituído importante ferramenta para avaliação da dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos em comunidade de plantas forrageiras. Assim, as características morfogênicas apresentam grande variação entre gêneros, espécies e cultivares, o que é um indicativo de que práticas de manejo para essas plantas deverão ser diferenciadas (FAGUNDES *et al.*, 2006).

2.3.1 Taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono (FIL)

A taxa de aparecimento foliar expressa como o número médio de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo desempenha papel central na morfogênese, e, por consequência, no índice de área foliar (IAF), pois influencia diretamente cada um dos três componentes da estrutura da pastagem: área foliar, densidade de perfilhos e número de folhas por perfilho. A relação direta da TApF com a densidade de perfilhos determina o potencial de perfilhamento para um dado genótipo, visto que cada folha formada sobre uma pseudocolmo representa o surgimento de um novo fitômero, ou seja, a geração de novas gemas axilares. Portanto, a TApF determina grandes diferenças na estrutura da pastagem devido ao seu efeito sobre o tamanho e a densidade de perfilhos

(NABINGER e PONTES, 2001). Resende júnior (2011) relata que capim-tanzânia adubado combinado com maiores severidades de desfolhação apresentou expressivos aumentos na taxa de aparecimento foliar e taxa de alongamento foliar.

O efeito de limitações hídricas e nutricionais sobre a TApF não aparece de forma clara na literatura disponível, provavelmente porque sendo o parâmetro central do programa morfogenético das plantas, esta seja a última característica que a planta penalizaria. Ou seja, para manter o desenvolvimento do perfilho, em condições que limitem a disponibilização do carbono, parece lógico que a economia de assimilados comece pela penalização do perfilhamento, passando pela redução no tamanho da folha, e pela redução na duração de vida da mesma (NABINGER e PONTES, 2001).

Quanto ao efeito da adição de nitrogênio sobre a taxa de aparecimento de folhas em gramíneas cespitosas, respostas divergentes são encontradas na literatura. Alguns autores relataram aumentos das taxas de aparecimento de folhas com o aumento do nível de adubação nitrogenada (GARCEZ e NETO *et al.*, 2002; PEREIRA, 2009). Paiva (2009) ressalta que esta diferença é mais nítida em perfilhos jovens e que estes perfilhos apresentam maiores valores desta característica morfogênica quando comparados a perfilhos velhos. Oliveira (2007), trabalhando com capim-tanzânia em cinco combinações de adubação (sem adubo e com NP, NK, PK ou NPK) em duas intensidades de corte (20 e 30 cm de altura), reporta que as adubações que continham N proporcionaram maior TApF, sendo encontrados 0,21; 0,20 e 0,19 folhas dia⁻¹ perfilho⁻¹.

Garcez Neto *et al.* (2002), avaliando respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça com adubação nitrogenada, verificaram valores médios variando entre 0,06 e 0,13 folhas dia⁻¹ perfilho⁻¹ para a TApF. Já Andrade *et al.* (2005), estudando o capim-elefante cv. Napier adubado com associação de quatro doses de N e K, em kg ha (T1: 100 kg de N + 80 kg de K,

T2: 200 kg de N + 160 kg de K, T3: 300 kg de N + 240 kg de K e T4: 400 kg de N + 320 kg de K), observaram valores médios variando entre 0,11 e 0,15 folhas dia⁻¹ perfilho⁻¹.

Almeida *et al.* (2000), em pesquisa com capim-elefante anão cv Mott, com doses de N (100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹) e K (80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹) e irrigação, não constataram diferença estatística sobre a taxa de aparecimento foliar, tanto nos perfilhos basilares, 0,14 folhas dia⁻¹ perfilho⁻¹, quanto nos aéreos 0,07 folhas dia⁻¹ perfilho⁻¹. Magalhães (2007) e Silva *et al.* (2009) também não encontraram efeitos das dosagens de N sobre a TApF em capim-tanzânia e capim-buffel.

Lemaire (1997) conceitua o "Filocrono" como o intervalo de tempo entre o aparecimento de duas folhas visíveis consecutivas em um perfilho. Segundo ele, isso constitui uma escala de tempo para a determinação da periodicidade nos estudos dinâmicos de morfogênese, bem como na estruturação de relvados compostos por diferentes espécies forrageiras. Portanto, o filocrono é o inverso da Taxa de aparecimento de folhas.

O filocrono é medido (em horas, dias ou graus-dia) e é relativamente constante para determinado genótipo durante o desenvolvimento vegetativo de um perfilho, quando em condições ambientais constantes (CECATO *et al.*, 2007).

Na literatura, foram relatados filocrono em perfilhos basais de capim-elefante de 6,5 dias folha⁻¹, para o cv. Mott (ALMEIDA *et al.*, 2000) e de 6,7 dias⁻¹ folha para o cv. Napier (PACIULLO *et al.*, 2003).

Garcez Neto *et al.* (2002), usando vasos, observaram efeito significativo (P<0,01) das doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 mg dm³) sobre o filocrono apresentando resposta quadrática para as doses de N, obtiveram os seguintes resultados, respectivamente, de 16, 12, 9 e 8 dias⁻¹ folha, para o capim-mombaça.

2.3.2 Taxa de alongamento de folhas (TAIF) e pseudocolmos (TAIPC)

A taxa de alongamento foliar (TAIF) correlaciona-se positivamente com a massa de forragem, sendo afetada de forma variável pelos fatores de ambiente e de manejo. Contudo, o alongamento de folhas possui uma correlação negativa com a TApF, de forma que quanto maior a TApF, menor o tempo de alongamento das folhas. O alongamento das folhas é a característica mais sensível à adubação nitrogenada, sendo que doses crescentes de nitrogênio podem resultar em aumentos lineares desta característica morfogênica (SBRISSIA e DA SILVA, 2001; SBRISSIA, 2004).

O efeito do N sobre a TAIF decorre do maior acúmulo desse nutriente na zona de alongamento da folha, mais especificamente na região de divisão celular (NABINGER, 1996).

A zona de alongamento é um local ativo de grande demanda por nutrientes (SKINNER e NELSON, 1995). Nessa região, encontra-se um maior acúmulo de N. É por isso que este nutriente afeta diretamente a TAIF como observado por Garcez Neto (2002). Pouco N é depositado fora da zona de alongamento das folhas, indicando que a síntese da rubisco é dependente desse acúmulo de N na zona de divisão celular, ou seja, o potencial fotossintético da planta é determinado no início do período de alongamento das folhas; portanto, deficits de N podem comprometer a eficiência fotossintética futura (SKINNER e NELSON, 1995).

Estudos conduzidos com gramíneas forrageiras tropicais demonstram aumentos na taxa de alongamento foliar decorrentes da adubação nitrogenada (PEREIRA, 2009). Gastal e Nelson (1994) verificaram alta correlação entre a

quantidade de N contido na zona de divisão celular e a taxa de alongamento foliar.

Assim, a disponibilidade de N tem pronunciado efeito na TAlF, podendo resultar em valores três a quatro vezes menores num alto nível de deficiência quando comparado a um nível não limitante (GASTAL *et al.*, 1992).

Andrade (2005) constatou que a TAlF de perfilhos basilares foi influenciada ($P < 0,05$) pelas doses de N e K e também pela irrigação, observando-se superioridade das doses de 200 kg ha⁻¹ de N e 160 kg ha⁻¹ de K, em relação às combinações de 400 kg ha⁻¹ de N e 320 kg ha⁻¹ de K e 100 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K, trabalhando com capim-napier.

A radiação e a temperatura, que caracterizam a época do ano, influem significativamente na taxa de alongação do pseudocolmo. Admite-se que as maiores taxas de alongação ocorrem sob condições de primavera e verão, quando as temperaturas máximas e mínimas atingem 33/28 °C e 27/22 °C, respectivamente. Nas condições de outono, o máximo de alongação nas pseudocolmos ocorre com temperaturas de 27/22 °C, havendo decréscimos se as temperaturas atingem 33/28 °C (FERRARIS *et al.*, 1986). Por outro lado, a radiação solar apresenta efeito controverso sobre o crescimento foliar. Ainda que a capacidade fotossintética das folhas seja superior sob luz mais intensa isso necessariamente não implica maior TAlF, devido ao mecanismo de adaptação das plantas ao ambiente luminoso, reduzindo sua área foliar específica (Dias Filho, 2000), na maior parte das vezes.

Gramíneas tropicais, em particular aquelas de hábito de crescimento ereto, apresentam outro componente importante do crescimento, o alongamento de pseudocolmo, que interfere significativamente com a estrutura do dossel e com o equilíbrio do processo de competição por luz (SBRISSIA e DA SILVA, 2001; SBRISSIA, 2004). A taxa de alongamento de pseudocolmos é

extremamente influenciada pela quantidade e qualidade de luz no interior do dossel forrageiro (DA SILVA, 2009).

O desenvolvimento de pseudocolmos pode favorecer o aumento da produção de matéria seca, mas, em contrapartida, pode apresentar efeitos negativos sobre o aproveitamento e a qualidade da forragem produzida (SANTOS, 2002; DIFANTE, 2009) além de aumentar o intervalo de aparecimento de folhas, ou seja, o filocrono alterando o comportamento ingestivo dos animais e, conseqüentemente, o consumo de forragem (PALHANO *et al.*, 2007).

Segundo Santos (2004), um dos grandes problemas no manejo do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia é o aumento da participação dos pseudocolmos com a chegada da época de florescimento. Esse problema pode ser estendido a outras espécies de clima tropical, como o capim-elefante, pois, da mesma forma, ocorre o processo de alongamento de pseudocolmos na época de florescimento, variando apenas a altura de sua ocorrência.

A fertilidade do solo também afeta a taxa de alongação de pseudocolmo, tanto quanto ao nível quanto à época de adubação. Se o nível de adubação for baixo, e esta ocorrer em épocas inadequadas quanto à temperatura, radiação e umidade do solo, espera-se que a taxa de alongação de pseudocolmo seja reduzida a ponto de não possibilitar a eliminação do meristema apical durante o primeiro pastejo. Desse modo, a planta forrageira exige intervalo menor entre desfolhações (pastejos mais frequentes) para que seja evitada a competição intraespecífica (CORSI *et al.*, 1998). A literatura apresenta resultados discrepantes visto que esta característica é extremamente influenciada pela quantidade e qualidade de luz no interior do dossel forrageiro (DA SILVA, 2009).

Paiva (2009) e Pereira (2009), trabalhando com capim-marandu e doses de nitrogênio (controle, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹), encontraram aumento da taxa de

alongamento de pseudocolmos causado pela adubação nitrogenada. A variação nesta característica morfogênica foi atribuída à maior densidade populacional de perfilho no local de avaliação que gerou competição intraespecífica por luz induzindo a variação na taxa de alongamento de pseudocolmos. O uso do nitrogênio acelerou o ritmo morfogênico assim como a renovação de perfilhos do pasto de marandu.

2.4 Características Estruturais

As características estruturais, comprimento final de lâmina foliar (CFLF), número de folhas vivas (NFV) e densidade populacional de perfilhos (DPP), em associação, determinam diretamente o índice de área foliar (IAF), considerada a principal variável estrutural e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de animais em ambiente de pastagens (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

Da Silva *et al.* (2009) enfatizaram ainda que o IAF é um atributo estreitamente relacionado com o manejo da pastagem e com a capacidade potencial de rebrotação das plantas forrageiras, cujos valores baixos de IAF estão normalmente associados a pastos com massa de forragem mais baixa, enquanto que valores altos a pastos com maior massa de forragem. Para cada espécie forrageira e condições de crescimento existe um IAF que promove um nível ótimo de crescimento, pois este possibilita máxima interceptação da luz e melhor taxa de fotossíntese.

2.4.1 Duração de vida das folhas (DVF)

A duração de vida da folha (DVF) representa o intervalo de tempo durante o qual uma dada folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até sua senescência. Esse intervalo de tempo é pré-determinado geneticamente e

sofre influência dos fatores ambientais e de manejo (HODGSON *et al.*, 1981). Corresponde ao ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar, sendo que o efeito da temperatura para a DVF é semelhante aos efeitos relatados para a TApF, mas de forma inversa, já que temperaturas mais baixas tendem a aumentar a DVF (NABINGER, 1997).

O conhecimento da duração de vida das folhas é fundamental no manejo da pastagem, pois, de um lado indica o teto potencial de rendimento da espécie (máxima quantidade de material vivo por área) e, por outro lado, é um indicador fundamental para a determinação da intensidade de pastejo com lotação contínua ou da frequência do pastejo em lotação rotacionada que permita manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação e máximas taxas de crescimento. Resende Júnior (2011) relata que pasto de marandu adubado combinado com maiores severidades de desfolhação apresentam redução na taxa de senescência foliar. Esses resultados indicam possibilidade de melhoria de eficiência do manejo e do pastejo e da produtividade animal em pastagens com a associação de alta fertilidade do solo e alta severidade de desfolhação e sugere que podem existir diferentes potenciais de produção e de utilização de insumos quando comparados os sistemas de manejo intermitente e contínuo.

Foi ressaltado por Mazzanti *et al.* (1994) que, em geral, ocorre diminuição na DVF em condições de alta disponibilidade de N, consequência da competição por luz determinada pelo aumento da taxa de alongamento foliar e pelo maior tamanho final das folhas.

Para Garcez Neto (2001), o corte ou pastejo pode alterar a DVF. Além disso, a senescência de folhas pode ser influenciada pelo ambiente, estágio de desenvolvimento da planta e características inerentes à própria espécie forrageira.

Assim como a taxa de aparecimento de folhas a duração de vida da folha não apresenta linearidade de resposta quanto à adubação nitrogenada.

Geralmente à medida que aumenta a disponibilidade de nitrogênio ocorre maior competição por luz, em função do incremento no alongamento foliar e no tamanho final da folha, ocasionando uma redução na duração de vida da folha (MANZZANTI, LEMAIRE e GASTAL; 1994). Entretanto, Garcez Neto *et al.* (2002) constataram um incremento na duração de vida da folha em decorrência de aumentos nas dosagens de nitrogênio.

2.4.2 Comprimento final da lâmina foliar (CFLF)

O comprimento da lâmina foliar é uma característica vegetal plástica à intensidade de desfolha, sendo considerada uma estratégia morfológica de escape da planta ao pastejo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Devido a esse mecanismo, ocorre a diminuição do comprimento das lâminas em pastagens sujeitas à maior intensidade de desfolha.

Alguns autores citam que o comprimento de bainha ainda é o grande responsável pelo comprimento das lâminas foliares (DURU e DUCROCQ, 2000), por determinar a distância que a folha tem que percorrer para sua emergência, portanto, quanto maior a distância percorrida pela folha, maior o seu comprimento. Porém, uma possível elevação do meristema apical, ocasionada pela maior altura do dossel para o maior período de descanso, conforme sugerido por Rezende *et al.* (2004), pode ser a resposta para dados adversos.

As variações na TapF e TAIF e, por meio de práticas de manejo (intensidade de pastejo, frequência de desfolhação, fertilização) ou flutuações climáticas, podem também ocasionar variações no comprimento final da folha (DALE, 1982).

A TapF e a TAIF são fatores determinantes da variação do comprimento final CFLF (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). A TAIF está diretamente

relacionada com o tamanho final da folha, e folhas de menor tamanho estão associadas com valores maiores de TApF.

Outro fator importante a se considerar é o comprimento da bainha, uma vez que quanto maior o seu comprimento, maior será a fase de multiplicação celular e mais tempo a folha em expansão ficará protegida pela bainha da luz direta (DAVIES *et al.*, 1983), resultando, conseqüentemente, em maior comprimento final da lâmina foliar produzida (DURU e DUCROCQ, 2000).

2.4.3 Número de folhas vivas por perfilho (NFV)

A variável número de folhas vivas por perfilho (NFV) sofre influência direta de TApF e de DVF, sendo que o seu valor, normalmente, é espécie-dependente e, na ausência de deficiências nutricionais, é uma característica genotípica bastante estável (NABINGER e PONTES, 2001). Por isso, qualquer mudança em uma destas características morfogênicas afetará o número de folhas vivas por perfilho. O número de folhas geradas em um perfilho representa valiosa referência ao potencial de perfilhamento, visto que cada gema axilar associada a uma folha gerada pode, potencialmente, gerar um novo perfilho e, portanto, alterar a estrutura de uma comunidade de planta (NASCIMENTO JÚNIOR *et al.*, 2002).

O número de folhas vivas por perfilho é razoavelmente constante conforme o genótipo, condições de meio e manejo. Por ser resultado da combinação de características morfogênicas, sofre influência direta e indireta de fatores relacionados ao ambiente e às práticas de manejo utilizadas. Gomide (1997) relatou em *Brachiaria brizantha* um número de folhas vivas por perfilho variando de 5 a 7, enquanto que para *Brachiaria decumbens* foi verificado 5.

A estabilização do número de folhas vivas por perfilho e de perfilhos por planta constitui-se em índice objetivo para orientar o manejo das forrageiras com vistas a maximizar a eficiência de colheita sob sistema de corte ou pastejo

rotacionado, prevenindo perdas de folhas por senescência e morte (GOMIDE, 1997).

2.4.4 Densidade populacional de perfilhos (DPP)

O potencial de perfilhamento de um genótipo relaciona-se com sua velocidade de emissão de fitômeros e folhas, já que cada folha formada corresponde a uma ou mais gemas axilares no perfilho (HADDADE *et al.*, 2005).

A produção de massa por perfilho é dependente da taxa de aparecimento de folhas, da taxa de alongamento de folhas, do tamanho final da folha e da duração de vida das folhas. No entanto, a produção de massa por área e a estrutura da pastagem é dependente da densidade de perfilhos no pasto. O perfilhamento é uma forma de crescimento que as gramíneas desenvolveram em seu processo evolutivo como mecanismo de produção e sobrevivência em situações de desfolhação (CARVALHO, 2000).

Os perfilhos são influenciados por fatores ambientais, destacando-se a temperatura e o suprimento de água e de nutrientes, principalmente de N, que assume papel importante no crescimento e na produção das plantas forrageiras. O perfilhamento em gramíneas constitui característica estrutural fortemente influenciada por ampla combinação de fatores nutricionais, ambientais e de manejo, que definem as suas características morfogênicas (GARCEZ NETO *et al.*, 2002).

O nitrogênio tem efeito positivo sobre o perfilhamento, tanto em espécies temperadas como tropicais. Apesar de o N não ter grande efeito sobre o número de folhas em um perfilho e sobre a taxa de aparecimento de folhas, ele apresenta grande influência sobre o número de perfilhos desenvolvidos,

provavelmente por um efeito na brotação de gemas axilares (CRUZ e BOVAL, 2000).

De acordo com Sbrissia (2004), diversos métodos para monitorar a dinâmica de perfilhamento ao longo das estações do ano têm sido empregados nos estudos sobre demografia de perfilhos. No caso mais simples, a contagem do número de perfilhos por planta ou da população de perfilhos em tempos regulares é utilizada, e, para muitos objetivos, isso é tudo o que se requer.

Rodrigues *et al.* (2006) concluíram que o incremento das doses de N e K aumentou a densidade populacional de perfilhos, a produção de massa seca da parte aérea e a área foliar total do capim-xaraés.

O perfilhamento é geralmente um indicador de vigor e persistência de plantas forrageiras, podendo ser afetado por uma série de fatores ambientais. A demografia de perfilhos varia substancialmente entre gramíneas e geralmente começa a declinar antes do início da emissão das inflorescências (quando a qualidade da forrageira decresce e se observa seu reflexo em termos de produtividade). Esse declínio decorre de uma elevada taxa de mortalidade de perfilhos, até mesmo antes de completarem o desenvolvimento. Os perfilhos aéreos são produzidos durante a fase reprodutiva, sendo estimulados por alta disponibilidade de umidade e nitrogênio no solo (NABINGER e MEDEIROS, 1995).

O conhecimento e a compreensão do desenvolvimento de perfilhos individuais, da densidade populacional de perfilhos (resultante do equilíbrio entre o aparecimento e a mortalidade) e das gerações de perfilhos, permitem elucidar o mecanismo que rege o equilíbrio do ecossistema pastagem. Paiva (2009) informa que o uso de nitrogênio acelera o ritmo morfogênico das plantas, assim como a renovação de perfilhos do pasto. Reporta ainda que perfilhos mais jovens, por sua vez, apresentam ritmo morfogênico mais acelerado que perfilhos maduros e velhos, potencializando as ações de manejo empregadas. O fato alerta

para a importância de estudos baseados em dinâmica de populações de perfis como forma de refinar o entendimento de processos e planejar estratégias de manejo mais eficientes e eficazes.

2.4.5 Relação lâmina foliar:pseudocolmo (L:P)

A relação lâmina pseudocolmo tem importância variável de acordo à espécie forrageira, sendo maior naquelas de crescimento entouceirado e pseudocolmo mais lignificado. Essa relação está intimamente ligada aos valores de matéria seca de lâminas verdes e matéria seca de pseudocolmos verdes estimados em uma pastagem. É importante que ela seja alta, uma vez que confere à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, por representar um desenvolvimento fenotípico, em que os meristemas apicais se apresentam mais próximos ao solo e, por conseguinte, menos vulneráveis à destruição (PINTO *et al.*, 1994). Conforme Sbrissia e Da Silva (2001), em gramíneas de hábito de crescimento ereto, a L:P é reduzida de maneira drástica com o alongamento dos pseudocolmos.

Nas gramíneas forrageiras, o alongamento do pseudocolmo é, geralmente, concomitante ao florescimento. Nesse período, a relação lâmina foliar/pseudocolmo diminui rapidamente, pois além do crescimento dos pseudocolmos ser maior, o aparecimento de folhas cessa após o lançamento das inflorescências.

A relação L:P é de grande importância do ponto de vista nutritivo e do manejo das espécies forrageiras. Variações de peso das frações folha e pseudocolmo resultam em diferenças entre as gramíneas forrageiras, em que a alta relação L:P representa forragem de maior teor de proteína, digestibilidade e consumo.

Para Benedetti (2002), a relação L:P é um dos principais parâmetros para a alimentação de ruminantes, uma vez que estão nas folhas os maiores teores de nutrientes. Pinto *et al.* (1994) citaram a relação L:P igual a 1,0 como o limite mínimo para qualidade das forrageiras.

Mota *et al.* (2010), analisando o capim-elefante cv. pioneiro sob diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada, registraram relação L:P de 1,98 até 3,30, sendo o menor valor conseguido quando se aplicou lâmina com 65,5 % da evapotranspiração na dose de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

2.5 Produção e acúmulo de forragem

O acúmulo líquido de forragem numa 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).

Fatores ambientais e de manejo têm influência sobre a produção de forragem. Dentre os fatores ambientais, a luminosidade, temperatura e disponibilidade de água influenciam o estabelecimento e crescimento das plantas. Dessa maneira, mudanças no ambiente sempre resultarão em mudanças na disponibilidade e qualidade das pastagens (RODRIGUES *et al.*, 2004).

Outro fator limitante na qualidade e produtividade das pastagens é a adubação, principalmente a nitrogenada. O nitrogênio é um dos nutrientes mais deficientes nos solos, sendo também um dos mais importantes para a produção de forragem em gramíneas tropicais (ANDRADE, 1991).

Muir *et al.* (2001) reportaram que a aplicação de 0, 100, 150 e 200 kg de N ha⁻¹ aumentou linearmente a produção de biomassa do capim *Panicum virgatum*. De modo similar, Andrade *et al.* (1991), em experimento conduzido em Latossolo Amarelo, fase arenosa, verificaram que a produtividade de gramíneas forrageiras aumentou em 61% quando foram adubadas com 240 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ em relação àquelas que receberam 80 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹.

Colozza *et al.* (2000), em casa de vegetação, constataram que a adubação nitrogenada incrementou a produção de matéria seca da parte aérea e raízes, além de melhorar o valor nutritivo do *P. maximum* cv. Aruanã. Os autores também destacaram que o nitrogênio aumentou significativamente o perfilhamento e o número de folhas. Em Minas Gerais, Andrade *et al.* (2002) obtiveram produções de 19,21 t ha⁻¹ em capim-elefante cv. Napier irrigado, e 13,68 t ha⁻¹ quando não irrigado, trabalhando durante o período de estiagem, com gramíneas tropicais irrigadas, em neossolo Quartzarênico.

O capim-elefante é considerado a espécie com maior potencial de produção, encontrando-se na literatura referência de produção de até 80 toneladas de matéria seca por ha⁻¹ ano⁻¹ (DERESZ e MOZZER, 1994; SANTOS, 1995), com base nos dados disponíveis, conclui-se que o capim-elefante pode proporcionar altos ganhos por área, principalmente devido à sua elevada capacidade de suporte e aos bons ganhos de pesos proporcionados.

Segundo Jank *et al.* (2005), a produção de matéria seca do capim-elefante cv. pioneiro é de 46,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ com teor de proteína de 15 %, sendo que seu crescimento rápido e vigoroso resulta em maior cobertura de solo.

Santos *et al.* (2003) avaliaram a produtividade dos capins Pioneiro, Mott, Mombaça, Tanzânia e Marandu, em intervalos de corte de 35 dias e encontraram melhores resultados com o cv. pioneiro, com valores de 210,0; 150,8; 160,8; 149,4 e 157,1 kg ha⁻¹ dia⁻¹ respectivamente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, *Campus* Janaúba, localizada no perímetro irrigado do Gorutuba, no Município de Janaúba, MG, entre dezembro de 2010 e abril de 2011 (período chuvoso) com os dados de morfogênese sendo coletados a partir das primeiras semanas de janeiro de 2011 até a última semana de abril de 2011, sendo o período de coleta de dados de 120 dias.

O município de Janaúba está localizado na região Norte de Minas Gerais, a 15° 47' de latitude Sul, 43° 18' de longitude Oeste e 516 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW (clima quente de caatinga), com chuvas de verão e períodos secos bem definidos no inverno. Segundo dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), a precipitação média anual é de 877 mm.

O experimento foi instalado em uma área plana ocupada com *Pennisetum purpureum* Schum. cv. pioneiro desde março de 2009.

A área experimental foi assentada em um solo da classe Latossolo Vermelho Distrófico, caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio. As características químicas desse solo, em amostras retiradas na camada de 0-10, são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização físico-química de amostra de solo coletada na área experimental (0-10 cm). Janaúba, MG, 2009.

Atributos	Valores	Classe de interpretação
pH ¹	5,8	Acidez média
Mat. Orgânica ² (dag/kg)	4,6	Bom
P ³ (mg/dm ³)	18,3	Médio
K ³ (mg/dm ³)	196	Muito bom
Ca ⁴ (cmol/dm ³)	1,3	Médio
Mg ⁴ (cmol/dm ³)	1,0	Bom
Al ⁴ (cmol/dm ³)	0,1	Muito baixo
H+Al ⁵ (cmol/dm ³)	1,7	Baixo
SB (cmol/dm ³)	2,8	Médio
t (cmol/dm ³)	2,9	Médio
T (cmol/dm ³)	4,5	Médio
V (%)	62,5	Bom
m (%)	3,4	Muito baixo
B ⁶ (mg/dm ³)	0,2	Baixo
Cu ³ (mg/dm ³)	0,8	Médio
Fe ³ (mg/dm ³)	1033,0	Alto
Mn ³ (mg/dm ³)	53,4	Alto
Zn ³ (mg/dm ³)	8,0	Alto
Areia (dag/kg)	50,0	-
Silte (dag/kg)	17,0	-
Argila (dag/kg)	33,0	Textura argilosa

1/pH em água; 2/Colorimetria; 3/Extrator: Mehlich-1; 4/Extrator: KCl 1mol/L; 5/pH SMP; 6/Extrator: BaCl₂. SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7,0; V, saturação por alumínio; m, Saturação por alumínio. dag/kg = %; mg/dm³ = ppm; cmol/dm³ = meq/100 cm³.

A implantação das parcelas experimentais foi realizada em dezembro de 2010. A área foi demarcada de acordo com as dimensões de cada unidade experimental de 63 m² (7 x 9 metros).

O controle de plantas daninhas foi feito durante todo o período experimental por capinas manuais dentro das parcelas e o uso de enxadas nas entrelinhas, sempre que necessário.

Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de nitrogênio (100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹) em um delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais, com espaçamento de 1,5 m entre os blocos. O adubo utilizado foi ureia, cuja dose foi calculada equivalente a cada parcela, sendo aplicada manualmente em cada unidade experimental, logo após cada corte.

Os intervalos entre cortes corresponderam ao período de tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse a Interceptação Luminosa própria do tratamento em questão (95 %). A altura do resíduo foi uniformizada a 50 cm, utilizando-se a roçadeira costal, nas unidades experimentais. Nos tratamentos de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ foram feitos 3 cortes e nos tratamentos 300 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ foram feitos 4 cortes de acordo com a IL, com um intervalo médio de 46, 42, 38 e 36 dias para os tratamentos 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente.

A partir de dados coletados em experimento realizado por Mota *et al.* (2010), na mesma área experimental, em pesquisa anterior com o capim-elefante cv. pioneiro, avaliando-se lâminas de irrigação; foi definido que as irrigações seriam efetuadas três vezes por semana. Em cada irrigação foram aspergidos 18,88 mm, perfazendo um total de 56,64 mm por semana. Na estação chuvosa, sempre que a observação do índice pluviométrico mostrava ter suprido a exigência, as irrigações não eram realizadas.

A massa de forragem na condição de pré-corte foi mensurada por meio da coleta de três amostras de 0,25 m² cada, por unidade experimental, colhidas ao nível do resíduo 50 cm. Foi determinada essa altura, uma vez que ela implica maior produtividade, qualidade e menor quantidade de material senescente, como observou Saraiva (2010), baseando-se em dados de interceptação luminosa, na mesma área experimental. As amostras foram sempre colhidas em pontos representativos da altura média do dossel de cada piquete no momento da

amostragem. Amostras a 5 cm do solo de 0,25m² cada foram colhidas para avaliação da contagem de perfilhos.

Para a avaliação dos componentes morfológicos da forragem, foram retiradas alíquotas representativas das amostras colhidas para a determinação da massa de forragem no pré-corte. Essa alíquota foi separada nas frações (lâmina foliar), Pseudocolmo (pseudocolmo + bainha) e Total (lâmina + pseudocolmo), as quais foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas. Foi calculada a relação L:P. Para a avaliação do rendimento forrageiro, foram retiradas alíquotas representativas das amostras colhidas para a determinação da massa de forragem no pré-corte. Os valores de matéria seca neste trabalho foram expressos em kg MS ha⁻¹.

No início do primeiro período de rebrotação, foram marcados três perfilhos basais por parcela (total de 60 perfilhos), ao acaso, em diferentes touceiras, para avaliação das características morfogênicas e estruturais do dossel durante o período de descanso dos pastos. Os perfilhos foram identificados com anéis plásticos e, para melhor visualização no campo, ao lado de cada perfilho foi fixado um pseudocolmo com etiquetas numeradas. A cada ciclo um novo perfilho basal foi marcado na mesma touceira. As avaliações eram realizadas semanalmente.

As medidas de altura de plantas foram tomadas da base do perfilho (junto ao solo) até a lígula da última folha expandida (comprimento do pseudocolmo), além de registrado o número de novas folhas surgidas em cada um dos perfilhos e em cada uma das datas de avaliação. As folhas cujas lígulas ainda não se mostravam expostas tinham o seu comprimento avaliado a partir da última lígula exposta. O comprimento de laminar foliar foi medido a partir do aparecimento da lígula em todas as folhas totalmente expandidas. A partir das informações coletadas, foram calculadas as seguintes variáveis:

a) Taxa de Aparecimento de Folhas (TApF): Número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação (folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹);

b) Filocrono (Fil): Inverso da taxa de aparecimento de folhas (dias folha⁻¹);

c) Taxa de Alongamento de Folhas (TAIF): Somatório de todo alongamento da lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹);

d) Número de Folhas Vivas por Perfilho (NFV): Número médio de folhas em alongamento e alongadas por perfilho;

e) Taxa de alongamento de pseudocolmos (TAIPC): Somatório de todo o alongamento do pseudocolmo, por perfilho, dividido pelo número de dias do período de avaliação (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹);

As taxas de senescência não foram avaliadas devido à quantidade insuficiente de material para essa variável.

As variáveis quantitativas discretas (resultantes de dados de contagem) foram testadas pelo procedimento General Linear Models (GLM) (SAS Institute, 2000); a saber: a aditividade por meio da análise de covariância dos valores preditos ao quadrado; a normalidade através do procedimento Univariate, com a estatística W (Shapiro-Wilke); a homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett.

As variáveis foram agrupadas devido à sua natureza e a partir das médias obtidas, foram submetidas à análise de variância e para as médias dos tratamentos foi realizada a análise de regressão utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2000), conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + N_j + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = Valor observado das doses de nitrogênio 'j', submetido ao bloco 'i';

μ = Uma constante associada a todas as observações (média geral);

B_i = Efeito do bloco 'i', com $i = 1, 2, \dots, 5$.

N_j = Efeito da dose de nitrogênio 'j', com $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

e_{ij} = Efeito dos fatores não controlados (erro experimental), que por hipótese tem distribuição normal, média zero e variância σ^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características morfológicas

4.1.1 Taxa de aparecimento de folhas

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) quanto à taxa de aparecimento de folhas nas diferentes doses de nitrogênio (Figura 1). A variável apresentou comportamento linear, sendo possível observar apenas um acréscimo de 0,001 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ para cada quilo de nitrogênio aplicado, em que o incremento da dose de 100 para a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ foi de 41 %.

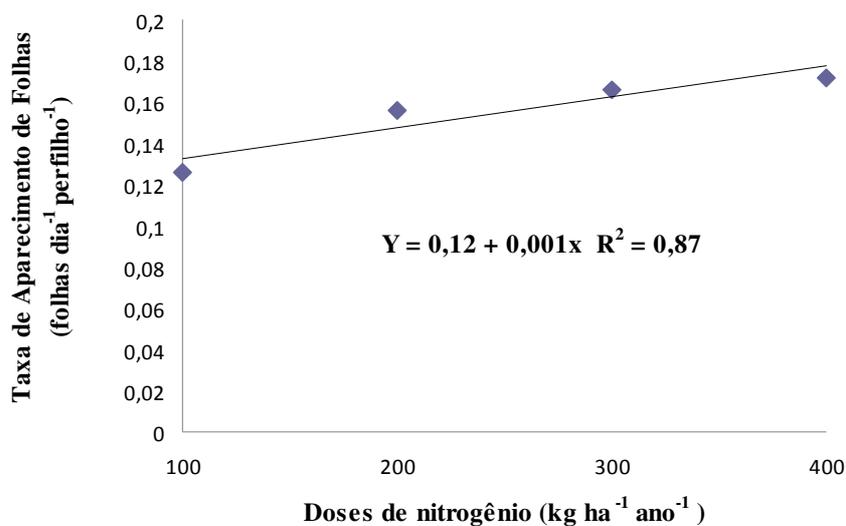


FIGURA 1. Taxa de aparecimento foliar do capim-elefante cv. pioneiro em função de doses de nitrogênio (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

O efeito da adubação nitrogenada sobre a TApF é discutido de forma bastante variável, o que pode estar relacionado a diferenças nos níveis de

nitrogênio, visto que quando em alta disponibilidade de N ocorre elevada estimulação do crescimento da planta, com conseqüente alongamento dos entrenós, empurrando a folha nova para fora da bainha da folha precedente, o que pode causar aumento da TApF (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Segundo Cruz e Boval (2000) e Suplick *et al.* (2002), os estudos sobre TApF das gramíneas sob efeito de nitrogênio têm apresentado resultados conflitantes.

Alexandrino *et al.* (2004) reportaram incremento linear positivo dessa variável quando foram aplicadas três doses de nitrogênio (0, 20 e 40 mg de N dm³ semana) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivado em casa de vegetação.

Andrade *et al.* (2005), avaliando o capim-elefante cv. Napier adubado com doses crescentes de nitrogênio N (100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹) e K (80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹) sob irrigação, observaram valores médios variando entre 0,11 e 0,15 folha perfilho dia, os quais estão próximos aos encontrados neste estudo.

Garcez Neto *et al.* (2002), analisando respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça a doses de nitrogênio, verificaram valores médios variando entre 0,06 e 0,13 folha dia para a TApF. Todavia, Pinto *et al.* (1994), em estudo com capim-guiné (*P. maximum*) e capim-setária (*Setaria anceps* Stapf.), e Magalhães (2007) em capim-Tanzânia (*P. maximum*), não observaram influência do nitrogênio na TApF.

Uma justificativa seria o fato de que a luz e a temperatura são os fatores que mais afetam a TApF, mas também esta variável pode receber influência da disponibilidade hídrica do solo, visto que quando há ausência de limitações hídricas e nutricionais, a planta produz folhas a um ritmo determinado geneticamente.

Sendo assim, pode-se deduzir que essa é uma característica morfogênica marcante, de fundamental importância para produção de folhas, visto que

também influencia as características estruturais do pasto. Conforme descrito na literatura, a TApF é função do genótipo (PINTO *et al.*, 1994), do nível inserção (SKINNER e NELSON, 1992) e fatores do meio.

4.1.2 Filocrono

Foi constatada uma tendência inversa à obtida para a variável TApF, cujo filocrono apresentou comportamento linear negativo, verificando-se um decréscimo de 0,01 dias folha⁻¹ perfilho⁻¹ para cada quilo de nitrogênio aplicado. Os valores observados foram 8,65; 6,52; 6,04; 5,89 (dia⁻¹folhas) para as doses de nitrogênio (100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹), sendo o maior valor de filocrono registrado na menor dose de N, respectivamente (FIGURA 2).

A redução do filocrono com a adubação nitrogenada é decorrente do efeito do N sobre o crescimento de plantas, conferindo à planta maior capacidade de rebrotação, visto que após a desfolhação, uma rápida recuperação de seu aparato fotossintético pode possibilitar sua sobrevivência ou não na comunidade vegetal. O N assume papel de extrema importância ao favorecer essa recuperação, pois é um nutriente essencial em vários processos fisiológicos (MARTUSCELLO *et al.*, 2001).

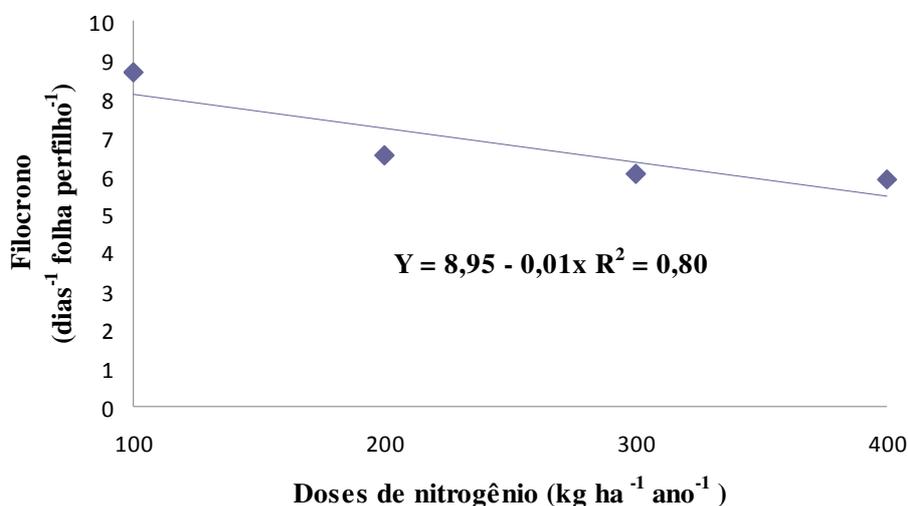


FIGURA 2. Filocrono do capim-elefante cv. pioneiro em função de doses de nitrogênio (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

O intervalo médio de aparecimento de folhas consecutivas foi de 6,78 (dia⁻¹folhas), valor que se aproxima do encontrado por Almeida *et al.* (2000) para capim-elefante anão de 6,5 folhas dia⁻¹.

O efeito linear negativo aqui obtido foi observado por diversos autores. Andrade *et al.* (2005) registraram o intervalo médio de aparecimento de folhas consecutivas em (dia⁻¹folhas) para os perfilhos basais de capim-elefante cv. Napier em 7,1 (dia⁻¹folhas).

Avaliando o filocrono em *Brachiaria brizantha*, Alexandrino *et al.* (2004) verificaram que, com o aumento das doses de nitrogênio, o filocrono reduziu de 12,20 para 6,99 dias, respectivamente, nas plantas adubadas com zero a 40 mg dm⁻³ de N. De maneira similar, Martuscello *et al.* (2005) registraram valores de filocrono para o capim-xaraés de 11,45 e 8,81 dias sem adubação e com 120 mg dm⁻³ de N, respectivamente, o que demonstra que a taxa de filocrono é altamente dependente da fertilidade do solo. Valores médios de 8,18

dias folha⁻¹ foram verificados por Alexandrino *et al.* (2010) também em capim-Marandu.

4.1.3 Taxa de alongamento de foliar

A taxa de alongamento foliar foi influenciada ($P < 0,05$) pelas doses de nitrogênio, apresentando comportamento linear com acréscimo no valor de 0,001 cm dia⁻¹perfilho⁻¹ para cada quilo de nitrogênio aplicado (FIGURA 3). A média das taxas de alongamento correspondeu a 1,81 (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹).

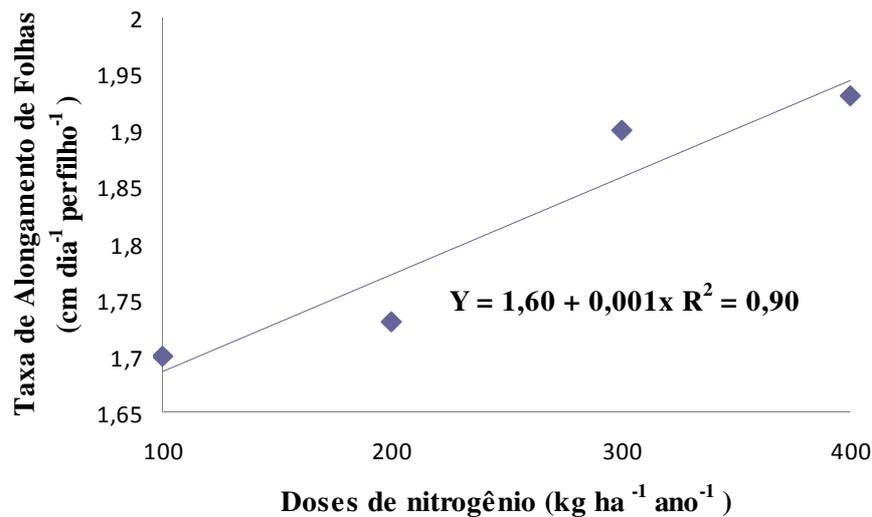


FIGURA 3. Taxa de alongamento foliar do capim-elefante cv. pioneiro em função de doses de nitrogênio (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

Esse aumento na TAlF, promovido pela adubação nitrogenada, é atribuído à maior produção de células, pois, em gramíneas, o alongamento foliar

está restrito a uma zona na base da folha em expansão protegida pelo pseudocolmo (SKINNER e NELSON, 1995).

Ainda, segundo Fagundes *et al.* (2005), o efeito da adubação nitrogenada sobre a taxa de alongamento foliar pode ser atribuído à grande influência do nitrogênio nos processos fisiológicos da planta. Devido ao fato de o nitrogênio aumentar a produção de citocinina (MARSCHNER, 1995), um incremento do alongamento foliar é esperado como resposta à adubação nitrogenada.

Respostas positivas da adubação nitrogenada sobre TAIF foram verificadas por Martuscello *et al.* (2005) em *Brachiaria brizantha* cv. Xaráes; Alves *et al.* (2008) em capim *Brachiaria decumbens*, adubado com 0, 100, 200 e 300 kg de N ha⁻¹; Pompeu *et al.* (2010) em capim-aruaana adubado com (250; 500 e 750 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹).

Estudos conduzidos em gramíneas forrageiras tropicais mostram esse comportamento do aumento na taxa de alongamento foliar decorrente da adubação nitrogenada (PEREIRA, 2009), (GARCEZ NETO *et al.*, 2002), assim como observado neste estudo.

4.1.4 Taxa de alongamento de colmos

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) das doses de nitrogênio sobre a taxa de alongamento de pseudocolmo. Na taxa de alongamento foliar houve um incremento de 0,001 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹ quando se aumentou um quilo de nitrogênio (FIGURA 4).

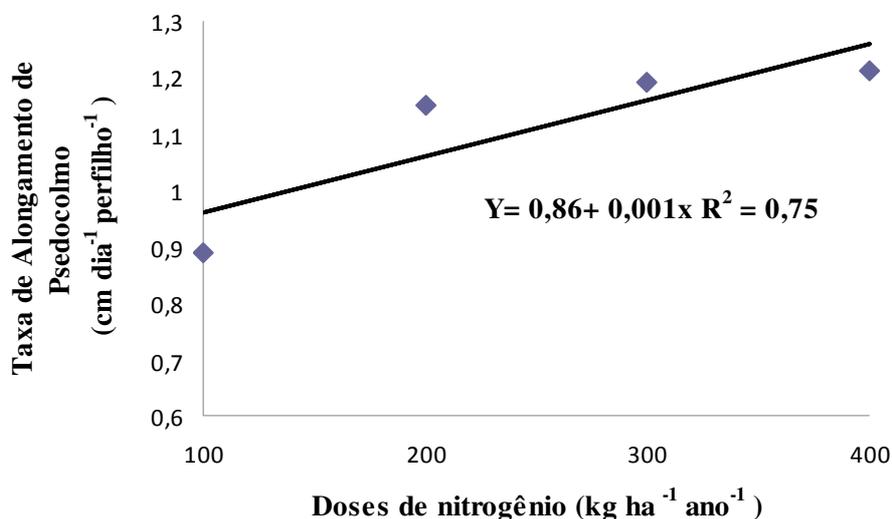


FIGURA 4. Taxa de alongamento de pseudocolmo do capim-elefante cv. pioneiro em função de doses de nitrogênio (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

Em gramíneas tropicais de crescimento ereto, a TAIPC é um componente de grande importância devido a sua interferência de maneira significativa na estrutura do pasto e no equilíbrio do processo de competição por luz (SBRISSIA e Da SILVA, 2001). Essa tendência de aumento na taxa de alongamento de pseudocolmo condiz com a literatura, visto que esta característica morfológica geralmente tem correlação positiva com a massa e o acúmulo de forragem. Contudo, a literatura revela que a taxa de alongamento de pseudocolmos apresenta resultados discrepantes visto que esta característica é extremamente influenciada pela quantidade e qualidade de luz no interior do dossel forrageiro (DA SILVA, 2009).

Lopes *et al.* (2007) reportaram incrementos significativos da utilização de dosagens crescentes de 0 a 750 kg de N ha⁻¹ sobre TAIPC do capim-aruaana (*P. maximum*) e acrescentam que a adubação nitrogenada não ocasiona apenas

alongamento de folhas e perfilhamento, mas também estimula o alongamento de pseudocolmo, que é uma variável morfogenética bastante importante quanto à qualidade do pasto, já que, apesar de o alongamento dos pseudocolmos favorecer o aumento na produção de matéria seca, apresenta efeitos negativos na qualidade da forragem produzida.

4.2 Características estruturais

4.2.1 Número de folhas vivas

O NFV não sofreu influência das diferentes doses de N aplicadas ($P > 0,05$). Essa é uma característica genotípica bastante estável na ausência de deficiências nutricionais (NABINGER, 2001). Neste estudo, as parcelas foram mantidas com adubação e irrigação e com temperatura e luminosidade ideais para o desenvolvimento das plantas e, sem qualquer restrição, as plantas mantiveram um número de folhas constante.

TABELA 2. Número de folhas vivas (NFV), Densidade populacional de perfilhos (DPP) e relação lâmina: pseudocolmo (L:P) do capim-elefante cv. pioneiro submetido a quatro doses de nitrogênio

Variáveis	Doses de Nitrogênio (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)				Média	CV(%)
	100	200	300	400		
NFV (Folha perfilho ⁻¹)	5,34	6,52	6,47	6,36	6,17	14,48
DPP (m ²)	96,76	116,3	110,2	101	106,06	16,84
L:P	1,25	1,23	1,28	1,28	1,26	10,2

O número de folhas vivas por perfilho constitui uma informação importante para definir o intervalo de corte e ou, pastejo. Quando se objetiva

minimizar as perdas por senescência e orientar o manejo das forrageiras, com vistas a maximizar a eficiência de colheita da forragem produzida, o número de folhas vivas torna-se um critério prático para definição do momento de desfolhação, por corte e ou pastejo (GOMIDE, 1997).

Corroborando este resultado, Fagundes *et al.* (2006) não observaram efeito significativo das doses de nitrogênio para a NFV, em quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ano⁻¹) em diferentes estações do ano para *Brachiaria decumbens*.

Cabral *et al.* (2012) não constataram efeito significativo (P>0,10) dos níveis de N sobre o NFV ao longo do ano, sendo obtida a média de 3,89 folhas verdes perfilho⁻¹período⁻¹, trabalhando com as seguintes doses de N em capim-xaraes (0, 125, 250, 375 e 500 kg ha⁻¹ de N).

Do mesmo modo, Martuscello (2005) e Paiva (2009;) não verificaram efeito da adubação nitrogenada sobre o número de folhas vivas por perfilho. Diferenciando dos resultados obtidos por Martuscello *et al.* (2006) em que o NFV perfilho aumentou (P<0,05) proporcionalmente aos níveis de nitrogênio.

Oliveira (2007) encontrou maior NFV com a adubação nitrogenada, fato associado ao estímulo de N à produção de novos tecidos. Comportamento semelhante a esse foi observado por Garcez Neto *et al.* (2002) que verificaram que o número de folhas verdes aumentou linearmente com o suprimento de N (50, 100 e 200 mg dm³) e com as alturas de corte (5, 10 e 20 cm) e apresentou maiores valores nas maiores doses de N.

4.2.3 Densidade populacional de perfilhos

A DPP não sofreu efeito das diferentes doses de nitrogênio (P>0,05). A ausência de efeito da adubação nitrogenada sobre a densidade populacional de perfilhos difere da maioria dos resultados encontrados, os quais apresentam

maior número de perfilhos com o aumento das doses de N (RODRIGUES *et al.*, 2006; MARTUSCELLO *et al.*, 2005; GARCEZ NETO *et al.*, 2002).

Contudo, Lemaire e Chapman (1996) comentam que há possibilidade de a adubação nitrogenada conduzir a menor número de perfilhos devido ao rápido crescimento do IAF e sombreamento promovido pelo maior aporte de nitrogênio, de maneira que não ocorra um incremento expressivo na população de perfilhos com o aumento das doses de N, propiciando uma estabilização, podendo isso ser a causa dos resultados obtidos neste estudo.

Com o aumento do suprimento de N, o número de perfilhos cresce, porém esse efeito tende a diminuir, pois muitos perfilhos têm vida curta devido à competição que ocorre no dossel em função do aumento do IAF, o que causa paralisação precoce do perfilhamento.

Resultado semelhante foi encontrado por Mistura (2004) no período chuvoso, em que o aumento da adubação nitrogenada não afetou o número de perfilhos basais. Da mesma forma, Pompeu *et al.* (2010) não constataram efeito ($P>0,05$) dos níveis de adubação sobre a densidade populacional de perfilhos (DPP) com média de $25\pm 1,36$ perfilhos/vaso.

Rezende Júnior (2011), avaliando *Panicum maximum* cv. Tanzânia submetido a diferentes severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes, não obteve resultado significativo para a DPP em função da adubação.

4.2.4 Relação lâmina:Pseudocolmo

A relação lâmina: pseudocolmo não revelou resposta significativa ($P>0,05$) em relação aos tratamentos utilizados (TABELA 2).

Pompeu *et al.* (2010), analisando três doses de nitrogênio (125; 250 e 375 mg dm³ de N correspondendo a 250; 500 e 750 kg de N ha⁻¹ano⁻¹,

respectivamente) sob capim-aruana, não observaram efeito ($P>0,05$) dos níveis de adubação sobre a relação lâmina:pseudocolmo (L:P), em média de $0,82\pm 0,16$. Pode-se, portanto, inferir que o alongamento de pseudocolmo da forrageira estudada e o seu consequente incremento de biomassa apresentaram respostas mais consistentes. Vale salientar que a diminuição da relação lâmina:pseudocolmo e, conseqüentemente, a diminuição relativa da oferta de folhas e da forma como é disponibilizada ao animal afetam o consumo, uma vez que a qualidade das lâminas foliares é superior à dos pseudocolmos e que as lâminas são constituídas de tecidos de mais fácil fragmentação e digestão (AKIN, 1989).

Lopes *et al.* (2005), avaliando o efeito de doses crescentes de nitrogênio e potássio (100-80; 200-160; 300-240; 400-320), respectivamente N e K em capim-elefante, obtiveram resposta não significativa da relação lâmina:pseudocolmo com a adubação, mesmo com a utilização da irrigação. A ausência de significância foi atribuída pelos pesquisadores às baixas temperaturas, em torno de $12,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (média das mínimas), e à falta de luminosidade, naquela época do ano na região de Viçosa-MG.

Andrade *et al.* (2003), ao avaliar a combinação de três doses de nitrogênio (100, 200 e $400\text{ kg ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$ de N) com três doses de potássio (50, 100 e $200\text{ kg ha}^{-1}\text{ ano}^{-1}$ de K_2O) em capim-elefante cv. Napier na estação das chuvas, também não verificaram efeito das doses de nitrogênio na relação lâmina: pseudocolmo.

Botrel *et al.* (2000), pesquisando o potencial forrageiro de 20 clones de *Pennisetum purpureum* Schum., registraram, na estação das chuvas, relações lâmina:pseudocolmo variando de 1,05 a 3,00 e, no período da seca, variando de 0,62 a 2,10, entre os diferentes materiais genéticos testados. Para o cv. pioneiro, os valores aferidos para a relação lâmina:pseudocolmo foram de 1,56, na estação chuvosa, e de 0,77 na seca. A média observada no presente estudo foi de 1,26.

Os valores descritos para a relação lâmina:pseudocolmo foram inferiores aos encontrados por Mota *et al.* (2010), analisando o capim-elefante cv. pioneiro sob diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada 100 a 700 (kg ha⁻¹ de N), que registraram relações variando de 1,98 a 3,30, em função dos tratamentos.

A relação lâmina:pseudocolmo é uma característica importante na previsão do valor nutritivo da forrageira. Para Benedetti (2002), a relação lâmina:pseudocolmo é um dos principais parâmetros para a alimentação de ruminantes, uma vez que estão nas folhas os maiores teores de nutrientes. Pinto *et al.* (1994) citaram a relação L:P igual a 1,0 como limite mínimo para qualidade das forrageiras. Neste experimento, os níveis de nitrogênio aplicados atenderam a esta exigência.

4.3 Produção e acúmulo de forragem

A produção de MS por hectare apresentou efeito linear positivo na análise de regressão ($P < 0,05$) (FIGURA 7). No presente estudo, a dose de 400 kg ha⁻¹ de N proporcionou maior rendimento de forragem, que foi estatisticamente ($P < 0,05$) superior às aplicações de 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de N, já que ocorreu um aumento de 27,578 kg de matéria seca para cada quilo de nitrogênio aplicado.

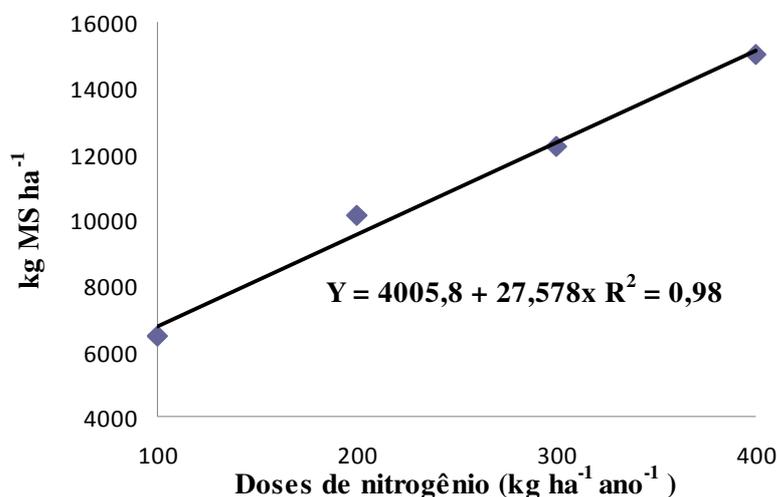


FIGURA 5. Produção de matéria seca.ha⁻¹ do capim-elefante cv. pioneiro em função de doses de nitrogênio (kg ha⁻¹ ano⁻¹).

Os resultados encontrados na literatura demonstram claramente o efeito positivo das doses de nitrogênio sobre a produção de matéria seca de diversas gramíneas. A maior disponibilidade de forragem obtida com a adubação nitrogenada pode ser atribuída principalmente aos efeitos do nitrogênio, que promove significativo aumento nas taxas das reações enzimáticas e no metabolismo das plantas. Segundo Colozza *et al.* (2000), maior teor de clorofila nas folhas ocorre em plantas com maior disponibilidade de nitrogênio, o que aumenta a oferta de fotoassimilados que influenciam as características morfogênicas e estruturais da pastagem.

Pacciullo *et al.* (1998) observaram índices de produtividade em função das doses de N, de 8657 a 13 937 kg ha⁻¹ de MS, trabalhando com capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Shum. cv. Mott), ao atingir 80 e 120 cm de altura, sob cinco doses de nitrogênio (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹).

Vitor *et al.* (2009), avaliando a produtividade e a composição química do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) sob doses de N de (100, 300,

500 ou 700 kg ha⁻¹) e seis lâminas d'água (0, 20, 40, 80, 100 e 120), observaram que a matéria seca acumulada aumentou linearmente de acordo com as doses de nitrogênio. A maior produção acumulada em todos os períodos foi obtida com a dose de nitrogênio de 700 kg ha⁻¹, obtendo-se produtividade de 29.049,04 kg ha⁻¹ de MS em todo o período experimental; 21.128,43 kg ha⁻¹ de MS no período chuvoso e 8.066,73 kg ha⁻¹ de MS no período seco. Resultados semelhantes foram observados por vários autores, Mistura *et al.* (2006, 2007), Lopes *et al.* (2003) e Marcelino *et al.* (2003).

Magalhães *et al.* (2007), analisando a influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim *Brachiaria decumbens* Stapf., não registraram influência ($P>0,05$) de três doses de Fósforo (P₂O₅ - 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹) sobre a produção de MS. No entanto, constataram aumento de acordo com as doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹). Esses resultados confirmam aqueles observados por Fagundes *et al.* (2005) que, ao utilizarem doses de nitrogênio de até 300 kg ha⁻¹, também verificaram aumento linear na produção de MS. A adubação com nitrogênio contribui de forma significativa para a produção de gramíneas forrageiras tropicais.

Cecato *et al.* (2004) obtiveram respostas crescentes até o nível de 574 kg ha⁻¹ de N o que promove uma produção de 14387 kg ha⁻¹ de MS para capim Tanzânia. Souza *et al.* (2005), avaliando os efeitos da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cinco diferentes cultivares de *Panicum maximum* Jacq., concluíram que, independente da irrigação, os cultivares estudados responderam à aplicação de nitrogênio quanto a produção de matéria seca.

Segundo Martuscello *et al.* (2009), o aumento na produção de forragem com a aplicação de nitrogênio é fato esperado em ensaios dessa natureza, devido ao conhecido efeito do N no acúmulo de matéria seca, pois o suprimento de N é

um dos fatores de manejo que controla os diferentes processos de crescimento das plantas.

Martha Junior *et al.* (2000) afirmam que estas amplitudes na produção de forragem resultante do uso de fertilizantes nitrogenados são dependentes da espécie forrageira, dos níveis de adubação com outros nutrientes, histórico da área (que inclui o efeito residual das adubações), do manejo da pastagem, da estratégia de manejo do N-fertilizante adotada na fazenda (dose, fonte e parcelamento do N aplicado) e das características de clima e de solo da região, que interferem tanto na capacidade da planta em responder ao fertilizante nitrogenado como na recuperação e perda do N aplicado.

Consoante Novo e Camargo (2002), as pastagens tropicais podem responder linearmente à adubação nitrogenada até o nível de 800 kg ha⁻¹ de N, podendo variar de acordo com o potencial genético das diferentes espécies e com as condições climáticas.

No entanto, é necessário conhecer a viabilidade da aplicação de doses muito elevadas de nitrogênio.

5. CONCLUSÕES

A adubação favorece as características morfogênicas do capim-elefante. A produção, o aparecimento foliar, o alongamento de folha e o colmo aumentaram linearmente até a maior dose aplicada, indicando que a dose de 400 kg ha⁻¹ano⁻¹ é a dose mais adequada para a adubação do capim-elefante; no entanto, é necessário um estudo sobre a viabilidade econômica de doses mais elevadas de nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.1, p.17-25, 1989.

ALENCAR, C.A.B. *et al.* Cobertura do solo e altura de capins cultivados sob pastejo com distintas lâminas de irrigação e estações anuais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, p. 113-121, 2009.

ALEXANDRINO, E. *et al.* Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p.1372-1379, 2004.

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R.G.M.V.; SANTOS, A.C. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 886-893, 2010.

ALMEIDA, E.X. *et al.* Oferta de forragem de capim-elefante anão 'Mott' e a dinâmica da pastagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 5, p. 1281-1287, 2000.

ALVES, J.S. *et al.* Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 2, n.1, p.1-10, 2008.

ANDRADE, A.C. *et al.* Adubação nitrogenada e potássica em capim- elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), cv. Napier, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, , p. 1643-1651, 2003. Edição Especial.

ANDRADE, A.C. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-elefante 'napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 150-159, jan./fev. 2005.

ANDRADE, J.B. de. Nitrogênio e potássio na produção de forragens para corte, fenação e ensilagem. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 55, p. 4-5, 1991.

ANDRADE, A.C. *et al.* Disponibilidade de matéria seca e composição química do capim-elefante Napier sob adubação e irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD ROM

AUAD, A.M. *et al.* Seleção de genótipos de capim-elefante quanto à resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1077-1081, ago. 2007.

BENEDETTI, E. **Produção de leite a pasto**. Salvador:Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, 2002. 176 p.

BOTREL, M.A. *et al.* Potencial forrageiro de novos clones de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, p. 334-340, 2000.

BROUWER, R. Distribution of dry matter in plant. **Netherland Journal of Agriculture Science**, [S.l.], v. 10, p. 361-376, 1962.

BRUNKEN, J.N. A systematic study of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (Graminae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 64, n. 2, p. 161-176, 1977.

CABRAL, W.B. *et al.* Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, 2012, v. 41, n. 4, p. 846-855. ISSN 1806-9290.

CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Manejadas em quatro intensidades de pastejo**. 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

CARVALHO, C.A.B. de. Classes de perfílos na composição do índice de área foliar em pastos de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 557-563, abr. 2007.

CECATO, U. *et al.* Características morfogênicas do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 6, Nov./Dez. 2007.

CECATO, U.; PEREIRA, L.A.F.; GALBEIRO, S. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção e características de rebrota do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26 n.3 p.393-407, 2004.

CIAN, M.; FRAGUÍO, M.; HERRERA D.; MISTRORIGO, D. Implantación de *Paspalum dilatatum* en el norte de Entre Ríos: 1991-1994. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 23, n. 3-4, p.147-153, 2003.

CHAPMAN, D; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand: [s.n.], 1993. p. 95-104.

COLOZZA, M.T. *et al.* Doses de nitrogênio aplicadas no final das águas para melhoria da distribuição anual de forragem do capim-guaçu. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, n. 3, p. 371-379, 2005.

CORSI, M., SILVA, S.C., FARIA, V.P. Princípios de manejo do Capim-Elefante sob pastejo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p. 36-43, 1998.

COSTA, N. de L. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) com leguminosas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 401-408, 1995.

COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; MAGALHÃES, J.A. Produção de forragem, composição química e morfogênese de *Panicum maximum* cv. Vencedor sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, Piauí, v. 8, n.1, p. 66-72, 2006.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. de F.; NABINGER, C. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. New York: CAB International, 2000. p.151-168.

DA SILVA, S.C. Conceitos básicos sobre sistemas de produção animal em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 7-35.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2003. p. 155-186.

DAHER, R.F *et al.* Introdução e avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 5, p. 1296-130. 2000.

DALE, J.E. **The growth of leaves**. London: Edward Arnold, 1982. 60 p. (Studies in biology, 137)

DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 101, p.131-137, 1983.

DERESZ, F. **Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1999. 29 p. (Circular técnica 54)

DERESZ, F.; MOZZER, O.L. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. (Eds.) **Capim-elefante: produção e utilização**. 2. ed.rev. Brasília: Embrapa-SPI; Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.195-215.

DIAS FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* e *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.12, p. 2335-2341, 2000.

DIFANTE, G.S. *et al.* Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 38, n. 6, p. 1001-1008, 2009.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v. 85, p. 635-643, 2000.

FAGUNDES, J.L. *et al.* Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n.1, p. 21-29, 2006.

FERRARIS, R., MAHONY, M.J., WOOD, T.T. Effect of temperature and solar radiation on the development of dry matter and attributes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum). **Australian Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v. 37, n. 6, p. 621-632, 1986.

FRANÇA, A.F.S *et al.* Parâmetros nutricionais do capim-tanzânia sob doses crescentes de nitrogênio em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, p. 695-703, 2007.

FONSECA, I.; FLORES, E.; PACHECO, O. Nitrogenous fertilizer for bermuda Grass cv. Coastcross no 1 (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfuensis*) in greyish brown soils. **Ciência y Técnica en la Agricultura**, Villa Clara, v. 7, n. 3, p. 55-62, 1984.

GARCEZ NETO, A.F. **Respostas morfológicas e produção de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

GARCEZ NETO, A.F. *et al.* Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.

GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, London, v. 70, n. 2, p. 437-442, 1992.

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

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1487-1494, out. 2007.

GOMIDE, C.C.C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon*.** 1996. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

GOMIDE, C.A. *et al.* Atributos estruturais e produtivos de capim-marandu em resposta à suplementação alimentar de bovinos e a ciclos de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 5, p. 526-533, 2009.

GOMIDE, J.A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M. *et al.* (Eds). **Capim-elefante: produção e utilização.** 2. ed. Coronel Pacheco:Embrapa-Gado de Leite, 1997, p. 81-115.

HADDADE, I.R. *et al.* Morfogênese e estruturação vegetativa em quatro genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 6, p. 811-819, 2005.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, Longman, 1990. 203 p.

HODGSON, J. *et al.* The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT, C.E. **Plant physiology and herbage production**. Massey University: British Grassland Society, 1981. p. 51-62.

JANK, L. *et al.* Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 226, p. 26-35, 2005.

JARVIS, S.C.; SCHOLEFIELD, D.; PAIN, B. Nitrogen cycling in grazing systems. In: BACON, P. E. (Ed.). **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: M. Dekker, 1995. p.381-420.

LAVRES JR., 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-MG, v. 32, p.1068-1075, 2003.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turn-over. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa :UFV, 1997. p.117-144.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Anais...** Universidade Federal de Curitiba, 1999. p.165-186.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**, 1.ed. CAB International, 1996. p.3-36.

LOPES, R.S. *et al.* Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n. 1, p20-29, 2005.

LOPES, R.S. *et al.* Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1388-1394, 2003.

LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MAGALHÃES, M.A. **Fluxo de tecido e produção de capim-tanzânia irrigado sob diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.

MAGALHÃES, J.A. *et al.* Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do Capim elefante. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n.1, p. 91-96, 2006.

MARCELINO, K.R.A. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada e 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-MG, v. 32, n. 2, p. 268-275, 2003.

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

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2000, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 139-154.

MARTELLO, V. de P. *et al.* Doses de nitrogênio para maximização da produção de capim-elefante cv. Guaçu no período das secas. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 57, n. 2, p. 151-161, 2000.

MARTUSCELLO, J.A. *et al.* Acúmulo de biomassa e uso do nitrogênio em plantas de *Pennisetum purpureum* (Schum.) cv. Mineiro, supridas com formas orgânicas de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001. CD-ROM.

MARTUSCELLO, J.A. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J.A. *et al.* Adubação nitrogenada e partição de massa em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. xaraés e *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. massai. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 663-667, 2009.

MAZZANTI, A., LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. 2. Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and Forage Science**, Malden, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

MÍSSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; MENEZES, L.F.G. de. Massas de lâminas foliares nas características produtivas e qualitativas da pastagem de capim-elefante "*Pennisetum purpureum*, Schum" (cv. "Taiwan") e desempenho animal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1243-1248, jul./ago. 2006.

MISTURA, C. *et al.* Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição química bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 6, p. 1707-1714, 2007.

MISTURA, C. **Adubação nitrogenada e irrigação em pastagem de capim-elefante**. 2004. 72 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2004.

MISTURA, C. *et al.* Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 2, p. 372-379, 2006.

MONTEIRO, A.L.; MORAES, A. Fisiologia e morfologia de plantas forrageiras. In: MONTEIRO, A. L. *et al.* (Eds.) **Forragicultura no Paraná**. Londrina: CPAF, 1996. p. 75-92.

MOREIRA, L.M. *et al.* Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 442-453, 2005.

MOTA, V.J.G. *et al.* 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-MG, v. 39, n. 6, p. 1191-1199, 2010.

MOTT, G.O.; POPENOE, H.L. Grasslands. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Ecophysiology of Tropical Crops**. New York: Academic press, 1977. p. 157-186.

MUIR, J.P.; SANDERSON, M.A.; OCUMPAUGH, W.R.; JONES, R.M.; REED, R.L. Biomass production of 'Alamo' switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. **Agronomy Journal**, Washington, v. 93, n. 4, p. 896-901, 2001.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A. M. (Ed.) **Fundamentos do pastejo rotacionado**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 213-252.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R.B. Produção de sementes em *Panicum maximum* Jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1995. p. 59-121.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: PRODUÇÃO DE BOVINOS A PASTO, 13, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 15-96.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.) **Produção de bovinos a pasto**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1996. p. 15-95.

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

NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Informações sobre plantas forrageiras**. Viçosa, MG: UFV Imprensa Universitária, 1981. 56 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. *et al.* Fundamentos para o manejo de pastagens: Evolução e Atualidades. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO ESTRATEGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 149-196.

NOVO, A. L. M.; CAMARGO, A. C. de. Manejo intensivo de pastagens. In: **Curso à Distância em Bovinocultura Leiteira**. Módulo III: Manejo de pastagens. São Paulo: Instituto Fernando Costa. 2002.

OLIVEIRA, A.B. *et al.* Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p.1006-1013, 2007.

PACIULLO, D.S.C. *et al.* Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p.1069-1075, 1998.

PACIULLO, D.S.C. *et al.* Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, p. 881-887, 2003.

PAIVA, A. J. **Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PALHANO, A. L. *et al.* Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 1014-1021, 2007.

PEREIRA, A.V. *et al.* Pioneiro - Nova cultivar de capim-elefante para pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34.,1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 102-104, 1997.

PEREIRA, L. E. T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e

Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vaso, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 313-326, 1994.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 327-332, 1994.

POMPEU, R. C. F. F. *et al.* Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Saúde Produção e Animal**, Fortaleza, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, out/dez, 2010.

PRADO, R. de M. **Nutrição da cultura de algodão**. Jaboticabal: FCAV/Unesp. 2005.

REZENDE JUNIOR, A. J. **Morfogênese, acúmulo de forragem e teores de nutrientes de Panicum maximum cv. Tanzânia submetido a diferentes severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes**. 2011. 103 p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) Piracicaba, SP, 2011.

REZENDE, C.P. *et al.* Características morfológicas do capim-elefante e capim braquiarião submetidos a diferentes taxas de lotação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 414-421, 2004.

RODRIGUES, A.L.P. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 5, p. 658-664, 2004.

RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. J. D. Capim-elefante. In: PEIXOTO, A. M. *et al.* (Eds.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 203-224.

RODRIGUES, R. C. *et al.* Densidade populacional de perfilhos, produção de massa seca e área foliar do capim xaraés cultivado sob doses de nitrogênio e potássio. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 63, n.1, p. 27-33, 2006.

SANTOS, M. V. F. *et al.* Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, p. 821-827, 2003.

SANTOS, P. M. **Controle do Desenvolvimento das Pseudopseudocolmo no Capim Tanzânia: Um Desafio**. 2002. 98p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A., CORSI, M. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 4, p. 843-851, 2004.

SARAIVA, C. R. S. **Acúmulo de forragem e parâmetros morfofisiológicos de *Pennisetum purpureum* Schum. cv. pioneiro submetido a diferentes alturas de resíduo e interceptações luminosas**. 2010. 78 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2010.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.37, p.212-220, 2008.

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, 2001. p. 731-754.

SILVA, M. F.da. *et al.* Aparecimento foliar e filocrono em cultivares de *Cenchrus ciliaris* adubados com nitrogênio em duas épocas do ano. In: FÓRUM DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E GESTÃO, 3, 2009, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: UNIMONTES, 2009. CD ROM

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.

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

SUPLICK, M.R. *et al.* Switchgrass leaf appearance and lamina extension rates in response to fertilizer nitrogen. **Journal of Plant Nutrition**, Geórgia, v. 25, n. 10, p. 2115-2127, 2002.

TCACENCO, F. A.; BOTREL, M. A. **Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. Capim-elefante, produção e utilização.** Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, 1997. p. 1-30.

UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

VEIGA, J.B *et al.*. Resposta do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) a nitrogênio, fósforo e potássio em Tracuateua e Benevides, Pará. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-Cpatu, 1986. v. 5. p. 87-92.

VITOR, C. M. T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante.** 2006. 77 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

ANEXOS

ANEXO A		Pag.
TABELA 1A.	Resumo da análise de variância para as variáveis Taxa aparecimento de folhas (TApF) e filocrono (Fil), para a pioneiro, Janaúbaba, MG.....	63
TABELA 2A.	Resumo da análise de variância para as variáveis Taxa de alongamento de folhas (TAIF) e Taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIPC), para a cv. pioneiro, Janaúba, MG.....	63
TABELA 3	Resumo da análise de variância para as variáveis Densidade populacional de perfilhos (DPP), Relação lâmina: pseudocolmo (L:P) e Número de folhas vivas (NFV), para a cv. pioneiro, Janaúba, MG.....	63
TABELA 4.	Resumo da análise de variância para a variável Produção de matéria seca por hectare cv. pioneiro, Janaúba, MG.....	63

TABELA 1A Resumo da análise de variância para as variáveis taxa de aparecimento de folhas e filocrono, para a cv. pioneiro, Janaúba, MG.

Fatores	GL	TApF		Filocrono	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
TRAT	3	0,003178	0,0072	8,6175	0,0035
BLOCO	4	0,0005	0,4323	0,9407	0,5127
Erro	12	0,00049		1,0883	

TABELA 2A Resumo da análise de variância para as variáveis taxa de alongamento de folhas e taxa de alongamento de pseudocolmo, para a cv. pioneiro, Janaúba, MG.

Fatores	GL	TAIF		TAIPC	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
TRAT	3	0,0696	0,0207	0,1411	0,0451
BLOCO	4	0,0508	0,4118	0,1081	0,076
Erro	12	0,01463		0,0389	

TABELA 3 Resumo da análise de variância para as variáveis densidade populacional de perfilhos, relação lâmina:pseudocolmo e número de folhas vivas, para a cv. pioneiro, Janaúba, MG.

Fatores	GL	DPP		L:P		NFV	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
TRAT	3	26,5193	0,3082	0,0027	0,9153	1,5702	0,1734
BLOCO	4	84,3437	0,416	0,0349	0,1415	0,7538	0,4727
erro	12	19,81		0,016521		0,7999	

TABELA 4 Resumo da análise de variância para produção de matéria seca por hectare, para a cv. pioneiro, Janaúba, MG.

Fatores	GL	Produção de matéria seca por hectare	
		QM	Pr>Fc
TRAT	3	65261478,05	0
BLOCO	4	472101,7716	0,9541
erro	12	2933397,748	