UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARIANA FLORENCIO MARQUES

**Momento de aplicação do nitrogênio e algumas variáveis
produtivas e bromatológicas de capim-massai**

Pirassununga
2012

MARIANA FLORENCIO MARQUES

**Momento de aplicação do nitrogênio e algumas variáveis
produtivas e bromatológicas de capim-massai**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling

Pirassununga

2012

DEDICO

*Aos meus pais, Gilberto e Leonice,
a quem devo minha vida e minha formação moral,
por me ensinarem que conhecimento é o único bem que não se perde.
Pela credibilidade, amor, carinho, compreensão,
segurança, dedicação, incentivo, que sempre me deram.
Dedico não só este trabalho, mas também toda minha vida.*

*Ao meu irmão Gilberto e a minha cunhada/irmã Cynthia, pela
compreensão, carinho, amor, amizade e
apoio durante todo o caminho.*

*Ao meu querido sobrinho/afilhado Miguel, pelo sorriso
e também pelo choro, quando me via entrando no carro para ir embora...
Pela alegria que ele trouxe. Pelo amor incondicional.*

Amo muito vocês.

"Eu acredito que tudo acontece por um motivo. As pessoas mudam para que você consiga deixá-las para lá. As coisas dão mal para você aprender a apreciá-las quando estão boas. E às vezes, coisas boas se separam para que coisas melhores ainda se juntem." (Marilyn Monroe)

Aos meus pais, Gilberto e Leonice, que sempre estiveram ao meu lado, me amparando e me dando forças para que meus objetivos fossem alcançados, pela atenção dispensada, por acreditarem em mim sempre, pela abnegação de seus próprios sonhos para que os meus fossem possíveis e principalmente pelo amor, carinho, força, dedicação e por terem me ensinado a nunca desistir, por mais difícil que pareça, por mais dura que seja a distância, por mais doída que seja a saudade, por mais assustadores que sejam os obstáculos e que sem esforço nada é possível.

Ao meu irmão, Gilberto, pela amizade, amor, por estar sempre do meu lado e por ter sido um espelho pra mim, sempre me apoiando, também abrindo mão de seus próprios sonhos para a realização dos meus.

À minha cunhada/irmã Cynthia, pela amizade, apoio e compreensão.

Ao meu sobrinho/afilhado Miguel, simplesmente por existir e por me receber com aquele sorriso que é só dele.

Ao professor Dr. Valdo Rodrigues Herling, por me orientar com sabedoria e paciência, ter acreditado em mim, pelos ensinamentos e por ter contribuído para realização desse objetivo.

Ao professor Dr. Raul Franzolin Neto, pela compreensão diante da minha mudança.

À banca examinadora deste trabalho.

Ao professor Dr. José Bento Serman Ferraz, pela amizade, pelos conselhos e pela ajuda.

À minha família pelo carinho e incentivo durante toda minha jornada.

A minha grande amiga Juliana, por embarcar nessa junto comigo e fazer dessa estadia em Pirassununga muito menos dolorosa e muito mais valiosa.

Aos funcionários da FZEA pelo apoio e amizade.

Aos técnicos dos laboratórios, por estarem sempre dispostos a ajudar.

Ao pessoal das Agrárias, estagiários, pós-graduandos, professores e funcionários, pela ajuda prestada, pelos momentos de descontração, por tornar tudo mais divertido.

Aos amigos verdadeiros que aqui fiz com os quais muito aprendi. Estarão comigo sempre, no coração e na mente.

Aos meus anjos da guarda, Lili, Mário, Gla, Celso e Fernandinha, que contribuíram muito para realização desse trabalho, usando de muito carinho, sabedoria, paciência, amizade e companheirismo.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP – Campus de Pirassununga, pela estrutura proporcionada, pela pós-graduação sólida e oportunidade de conhecer pessoas especiais.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Principalmente a Deus, pela força, fé e oportunidades que sempre me proporcionou, além da família maravilhosa que me permitiu nascer, sem a qual nada seria.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

AGRADEÇO

*Muitas vezes as pessoas são egocêntricas, ilógicas e insensatas.
Perdoe-as assim mesmo.*

*Se você é gentil, as pessoas podem acusá-lo de egoísta, interesseiro.
Seja gentil, assim mesmo.*

*Se você é um vencedor, terá alguns falsos amigos e
alguns inimigos verdadeiros.
Vença assim mesmo.*

*Se você é honesto e franco, as pessoas podem enganá-lo.
Seja honesto assim mesmo.*

*O que você levou anos para construir,
alguém pode destruir de uma hora para outra.
Construa assim mesmo.*

*Se você tem Paz e é Feliz, as pessoas podem sentir inveja.
Seja Feliz assim mesmo.*

*Dê ao mundo o melhor de você, mas isso pode nunca ser o bastante.
Dê o melhor de você assim mesmo.*

*Veja que, no final das contas, é entre você e DEUS.
Nunca foi entre você e as outras pessoas.*

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

MARQUES, M. F. **Momento de aplicação do nitrogênio e algumas variáveis produtivas e bromatológicas de capim-massai.** 2012. 68f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar algumas variáveis estruturais e bromatológicas de *Panicum maximum* Jacq cv. Massai submetido a quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg/dm³) e três momentos de aplicação após o corte (um, três, e sete dias), divididos em três cortes, em um esquema fatorial 4 x 3, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O incremento nas taxas de aparecimento foliar (TApF), alongamento foliar (TAIF) e aparecimento de perfilhos (TApP), no número de folhas vivas (NFV), no comprimento final da folha (CFF), na densidade populacional de perfilhos (DPP), na produção de matéria seca de folha total (MSFT) e nos teores de proteína bruta (PB), foi de 79%, 115%, 42%, 23%, 48%, 65%, 770% e 35%, respectivamente para a dose de 120 mg/dm³ em relação à ausência de adubação nitrogenada. O filocrono (fil), a duração de vida da folha (DVF), a fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA), apresentaram decréscimo de 58%, 47%, 6% e 9%, respectivamente, com a adição de N. A taxa de alongamento de colmo (TAIC) não respondeu a adubação nitrogenada. Apenas o CFF, a TAIC e a MSFT responderam às épocas de aplicação de N após o corte, com valores pouco expressivos. A adubação nitrogenada exerce efeito positivo sobre as variáveis estudadas, porém novos estudos devem ser conduzidos para a definição da época de adubação de N após o corte, em que o nutriente seja melhor aproveitado pelas plantas.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada; características estruturais; morfogênese; *Panicum maximum*.

ABSTRACT

MARQUES, M.F. **Time of nitrogen application and some productive and bromatologic variables of massaigrass.** 2012. 68f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

This work was carried out to evaluate some morphogenic, structural, bromatologic and productive variables of the *Panicum maximum* Jacq cv. Massai in response to four nitrogen doses (0, 40, 80 and 120 mg/dm³) and with three application times after cutting (one, three and seven days) in a 4 x 3 factorial treatment combination, in a completely randomized design, with four replications. The increase in the rates of leaf appearance (LAR), leaf elongation (LER) and tillering (TR), number of live leaves (NLL), final leaf length (FLL), tiller population density (TPD), dry matter total leaf production (DMTLP) and crude protein (CP) levels was 79%, 115%, 42%, 23%, 48%, 65%, 770% and 35%, respectively for the dose of 120 mg / dm³ regarding the absence of fertilization. The phyllochron (phy) showed a decrease of 58%, the leaf life span (LLS) of 47%, the neutral detergent fiber (NDF) of 6% and acid detergent fiber (ADF) of 9%, with N addition. The stem elongation rate (SER) did not respond to nitrogen fertilization. Only the FLL, the SER and DMTLP responded times of N application after cutting, with little significant values. Nitrogen fertilization has a positive effect on the variables studied, but new studies should be conducted to better define the time of N application after cutting, for better utilization of this nutrient by plants.

Keywords: Morphogenesis; Nitrogen fertilization; *Panicum maximum*. structural characteristics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Panicum maximum</i> Jacq cv. Massai	14
Figura 2. Copinhos contendo superfosfato simples e cloreto de potássio, pesados individualmente para cada vaso; pesagem do solo para adubação e posterior enchimento dos vasos; incorporação do adubo ao solo	29
Figura 3. Distribuição aleatória dos vasos devidamente etiquetados, com o corte de uniformização efetuado	30
Figura 4. Perfilhos marcados com arames coloridos para avaliação das variáveis morfogênicas e estruturais	31
Figura 5. Taxa de aparecimento de folhas (TApF) em função de corte (A) e de dose de N (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	36
Figura 6. Taxa de alongamento foliar (TApF) em função de corte (A) e de dose de N (B) nas plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade	37
Figura 7. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre o filocrono (fil) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação	39
Figura 8. Número de folhas vivas (NFV) em função de corte (A) e de dose de N (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	40
Figura 9. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre a duração de vida da folha (DVF) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação	42
Figura 10. Comprimento final da folha (CFF) em função de época de aplicação de nitrogênio (N) após o corte de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade	43
Figura 11. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre o comprimento final da folha (CFF) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação	44

Figura 12. Taxa de alongamento de colmo (TAIC) em função de época de aplicação de nitrogênio (N) após o corte (A) e de corte (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade	45
Figura 13. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação	46
Figura 14. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre a densidade populacional de perfilhos (DPP) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação	48
Figura 15. Efeito das doses de nitrogênio (N) e dos cortes sobre a matéria seca de folha total (MSFT) nas plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação	50
Figura 16. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte nos teores de proteína bruta (PB) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação	51
Figura 17. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) em função de dose de N (A) e de corte (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	52
Figura 18. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte nos teores de fibra em detergente ácido (FDA) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado para a condução do experimento em casa de vegetação28

Tabela 2. Densidade populacional de perfilhos (DPP), em função de dose de nitrogênio (N) e de época de aplicação de N após o corte de plantas de capim massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação.....47

Tabela 3. Produção de matéria seca de folha total (MSFT), em função de corte e de época de aplicação de nitrogênio (N) após o corte de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. <i>PANICUM MAXIMUM</i> JACQ. CV. MASSAI	14
2.2. MORFOGÊNESE	15
2.2.1. <i>Taxa de aparecimento de folhas (TApF)</i>	16
2.2.2. <i>Taxa de alongamento foliar (TAIF)</i>	17
2.2.3. <i>Taxa de alongamento de colmos (TAIC)</i>	18
2.2.4. <i>Duração de vida da folha (DVF)</i>	19
2.3. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS.....	20
2.3.1. <i>Comprimento final da folha (CFF)</i>	20
2.3.2. <i>Dinâmica populacional de perfilhos (DPP)</i>	21
2.3.3. <i>Número de folhas vivas por perfilho (NFV)</i>	22
2.4. NITROGÊNIO PARA PLANTAS FORRAGEIRAS	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO	27
3.2. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATAMENTOS	27
3.3. CÁLCULO DAS VARIÁVEIS RESPOSTAS A PARTIR DOS DADOS DE CAMPO	32
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS	35
4.1.1. <i>Taxa de aparecimento de folhas (TApF)</i>	35
4.1.2. <i>Taxa de alongamento foliar (TAIF)</i>	36
4.1.3. <i>Filocrono (Fil)</i>	38
4.1.4. <i>Número de folhas vivas por perfilho (NFV)</i>	39
4.1.5. <i>Duração de vida da folha (DVF)</i>	41
4.1.6. <i>Comprimento final da folha (CFF)</i>	42
4.1.7. <i>Taxa de alongamento de colmos (TAIC)</i>	44
4.1.8. <i>Taxa de aparecimento de perfilhos (TApP)</i>	45
4.1.9. <i>Densidade populacional de perfilhos (DPP)</i>	47
4.2. CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E BROMATOLÓGICAS	49
4.2.1. <i>Produção de matéria seca de folha total</i>	49
4.2.2. <i>Proteína bruta (PB)</i>	50
4.2.2. <i>Fibra em detergente neutro (FDN)</i>	52
4.2.3. <i>Fibra em detergente ácido (FDA)</i>	53
5. CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

As pastagens constituem a fonte de alimento mais importante para a produção de ruminantes no país. Segundo os dados do IBGE (2006), o território nacional possui 851 milhões de ha, sendo 282 deles ocupados pela exploração agropecuária e, destes, 62 milhões de hectares com atividade agrícola e 220 milhões com atividade pecuária. Assim, o Brasil possui do total de seu território, 33% ocupados pela agropecuária, dos quais 78% são cobertos por pastagens.

A produção e a qualidade de uma planta forrageira são influenciadas por inúmeros fatores, tornando-se sempre necessária a busca pelas informações na pesquisa para que se possam tomar decisões objetivas de manejo e maximizar a produção animal.

O sucesso da utilização de pastagens não depende apenas da disponibilidade de nutrientes no solo ou da melhor escolha da planta forrageira, mas também de se compreender os mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente, ponto fundamental para suportar tanto o crescimento quanto a manutenção da capacidade produtiva da pastagem. Os estudos de fluxo de tecidos pelos processos morfogênicos vêm se constituindo em importante ferramenta para avaliação da dinâmica de aparecimento e desaparecimento de folhas e perfilhos de plantas forrageiras em comunidade de pastagens.

Assim, as variáveis fisiológicas e bromatológicas, como expressão dos processos de crescimento e desenvolvimento do vegetal, podem ter suas eficiências substancialmente melhoradas com o uso de fertilizantes, sobretudo o nitrogênio, por seu efeito positivo na renovação dos tecidos (DURU; DUCROCQ, 2000), sempre observando o melhor momento de aplicação do insumo e da colheita de forragem.

A exploração das plantas forrageiras normalmente é realizada sem a reposição de nutrientes, seja pela calagem ou pela adubação, e no decorrer dos anos acabam perdendo o seu potencial de desenvolvimento, reduzindo a produtividade e a qualidade. A fertilização nitrogenada tem

por objetivo melhorar a produção de massa forrageira, bem como a sua recuperação no sistema solo-planta, minimizando suas perdas, sem ocasionar efeitos danosos ao meio ambiente. O nitrogênio possui grande destaque na produção de massa seca, sendo um dos principais nutrientes a proporcionar maior perfilhamento e produção, melhorando a qualidade da forragem produzida.

Além de sua importância biológica, o nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e a sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2003). Devido a isso, a época correta de aplicação do nitrogênio é fundamental para garantir a produtividade pois aplicações muito precoces ou muito tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas (SILVA et al., 2005).

A aplicação de nitrogênio no momento adequado pode aumentar a eficiência de seu uso, incrementando a produtividade por área. Além dos aspectos agronômicos, a fertilização em época apropriada pode reduzir os riscos de poluição das águas subterrâneas ocasionados pelo acúmulo de nitrato (MAHLER et al., 1994). O estágio de crescimento e desenvolvimento da planta são importantes para definir a época de aplicação do nitrogênio. Portanto, é importante conhecê-los para adotar o manejo mais adequado do N (MUNDSTOCK, 1999). Para Ramos (1973), o nitrogênio tem que estar disponível no estágio de perfilhamento, período no qual o mesmo é muito importante na determinação do número de perfilhos por planta.

Assim sendo, o presente trabalho teve por objetivo estudar doses crescentes de nitrogênio, na forma de uréia, aplicadas um, três ou sete dias após o corte do capim Massai (*Panicum maximum* Jacq cv Massai) e seus efeitos nas características morfogênicas, estruturais e produtivas do mesmo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Panicum maximum* Jacq. cv. Massai

Em 2001, o Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (EMBRAPA) lançou a cultivar (cv.) Massai, um híbrido espontâneo entre *Panicum maximum* x *Panicum infestum*, coletado na Tanzânia em 1969. É uma planta que forma touceira com altura média de 60 cm e folhas quebradiças, sem cerosidade e largura média de 9 mm (Figura 1). Para se avaliar o potencial de adaptação a distintos climas e solos, 25 cultivares de *P. maximum*, com qualidade superior, foram avaliadas durante dois anos em sete locais do país. A cv. Massai destacou-se em todos os locais avaliados, e apresentou melhor desempenho entre todas as cultivares no total dos locais (LEMPP et al., 2001).

Figura 1. *Panicum maximum* Jacq cv. Massai

A cv. Massai produziu bem desde latitudes 3° até 23°S, altitudes de 100 a 1007 m, com precipitações anuais de 1040 a 1865 mm, e solos com pH de 4,9 até 6,8. A cv. Massai apresentou produção de massa seca de folhas em parcelas (15,6 t/ha) semelhante à cv. Colonião (14,3 t/ha), apesar do porte de apenas 60 cm de altura, em contraste com os 150 cm do Colonião, nas mesmas condições. Essa alta produção em relação ao Colonião é por causa da capacidade 30% maior de produzir folhas em relação aos colmos, e 83% maior de rebrotação após os cortes. Apresentou, ainda, 53% menor estacionalidade de produção que o Colonião, e semelhantes teores de proteína bruta nas folhas (12,5%) e colmos (8,5%) ao cv. Tanzânia-1 (LEMPP et al., 2001).

Trata-se de um capim precoce, portanto, floresce e produz sementes várias vezes ao ano. Seu florescimento é intenso, rápido e agrupado, concentrando no mês de maio. A cv. Massai, a exemplo de outras cultivares da espécie *P. maximum*, requer níveis médios a altos de fertilidade do solo na implantação, mas é a menos exigente em adubação de manutenção e persiste maior tempo em baixa fertilidade com boa produção sob pastejo. Por apresentar grande velocidade de rebrotação, necessita de um período de descanso menor (21 a 28 dias), uma vez que a qualidade das forrageiras tropicais decresce à medida que se aumenta o período de descanso. Apesar de apresentar pior valor nutritivo, a alta disponibilidade de forragem, a alta relação folha:colmo, principalmente durante o período seco, e a melhor cobertura de solo faz desta cultivar uma boa alternativa para alimentação do gado no período seco, desde que se corrijam as deficiências nutricionais (LEMPP et al, 2001).

2.2. Morfogênese

A morfogênese vegetal é definida como sendo a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), e geneticamente programada, porém influenciada por fatores

ambientais como temperatura, disponibilidade hídrica, nutrientes, dentre outros (FAGUNDES et al., 2005). O estudo da morfogênese de plantas forrageiras tem sido amplamente difundido no país, principalmente pelo seu caráter explicativo da dinâmica de acúmulo, e pelo método fácil e de baixo custo. Estes estudos contribuíram para melhor entendimento da planta forrageira tropical e desmistificação de conceitos imprecisos. Para tanto, a compreensão da morfogênese de cada espécie ou cultivar em relação ao meio em que está inserida é fundamental, e tem-se revelado valiosa ferramenta de manejo, pois essas características são determinantes da estrutura do dossel (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

Fatores abióticos como água, luz e nutrientes do solo são responsáveis por variações nas respostas morfogênicas das plantas. A aplicação de nitrogênio interfere na taxa de alongamento de colmos e de folhas, e no aparecimento e duração de vida das folhas (RODRIGUES et al., 2008).

A morfogênese de uma planta forrageira durante seu crescimento vegetativo é caracterizada por três fatores principais: a taxa de aparecimento de folhas, a taxa de alongamento de folhas e a longevidade das folhas (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

2.2.1. Taxa de aparecimento de folhas (TApF)

A taxa de aparecimento de folhas (TApF), geralmente expressa em número de folha/dia/perfilho é definida como o número de folhas que aparece em cada perfilho por unidade de tempo, é um processo contínuo, sendo que cada folha apresenta um ciclo de desenvolvimento característico, com um período de expansão seguido da maturidade, senescência e morte, quer a folha seja pastejada ou não. Seu inverso, o filocromo, é definido como sendo o intervalo de tempo necessário para o surgimento de duas folhas consecutivas, e é normalmente expresso em graus-dia.

O aparecimento de folhas exerce um papel central na morfogênese, devido à sua influência direta no tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A relação direta da taxa de aparecimento foliar com a densidade populacional de perfilhos determina o potencial de perfilhamento para um dado genótipo, pois cada folha formada sobre uma haste representa o surgimento de um novo fitômero, ou seja, a geração de novas gemas axilares (NABINGER e PONTES, 2001). O aparecimento de folhas promove incremento na interceptação de luz e aumento do acúmulo de forragem (BROUGHAM, 1956).

O equilíbrio entre a taxa de aparecimento foliar e a senescência do perfilho é altamente dependente do regime de desfolhação do pasto, o qual por sua vez determina a evolução do índice de área foliar (IAF), que parece ser o fator mais importante para o aparecimento e a senescência dos perfilhos (LAMAIRE; CHAPMAN, 1996).

A produção de folhas novas é um mecanismo importante no crescimento das gramíneas. Sua produção pelo desenvolvimento do ponto de crescimento é a maior fonte de produção de tecido vegetal da planta (NETO et al., 1995).

2.2.2. Taxa de alongamento foliar (TAIF)

A taxa de alongamento foliar, geralmente expressa em mm/dia/perfilho, é uma medida de grande valor para o fluxo de tecidos. Enquanto o alongamento da lâmina foliar cessa, com a diferenciação da lígula, o alongamento da bainha persiste até a exteriorização da lígula. A taxa de alongamento foliar correlaciona-se positivamente com a produção de forragem (HORST et al., 1978) e o peso médio do perfilho (NELSON et al., 1977), mas negativamente com o número de perfilhos/planta (JONES et al., 1979). Como o número de perfilhos/planta depende da taxa de

aparecimento foliar, observa-se correlação negativa entre esta medida e a taxa de alongamento foliar (ZARROUT et al., 1984). O alongamento foliar está restrito a uma zona na base da folha em expansão, protegida pelo conjunto de bainhas das folhas mais velhas ou pseudocolmo, e é função do comprimento dessa zona de alongamento e da taxa de alongamento por segmento foliar (SKINNER; NELSON, 1995).

O crescimento foliar é favorecido pela adição de nutrientes no solo, principalmente o nitrogênio, devido ao seu maior acúmulo na zona de divisão celular. Pouco nitrogênio é depositado fora dessa zona, indicando que a síntese da enzima ribulose difosfato carboxilase (rubisco) é dependente desse acúmulo de nitrogênio, ou seja, o potencial fotossintético da planta é determinado no início do período de alongamento das folhas, portanto, deficiência de nitrogênio pode comprometer a eficiência fotossintética (SKINNER; NELSON, 1995).

Existe a remobilização de nitrogênio das folhas mais velhas, durante o processo de senescência, para as folhas em alongamento e para fotossíntese, fazendo com que a TAlF sofra influência do manejo na hora do corte ou pastejo, pois o manejo mais intenso conduz a redução no tamanho das folhas, resultando em taxas fotossintéticas menores em perfilhos individuais, variando também em função da luminosidade e da estrutura do dossel (ZEFERINO, 2007).

2.2.3. Taxa de alongamento de colmos (TAIC)

A taxa de alongamento de colmo é uma característica morfogênica importante por determinar variáveis estruturais como, por exemplo, a relação folha/colmo (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). O alongamento de colmos deve-se a dois motivos principais: baixa frequência de desfolhação e florescimento (CARNEVALLI, 2003; PEDREIRA, 2006). O intenso alongamento do colmo, processo muito precoce e comum em gramíneas tropicais, pode ser prevenido com a adoção de maiores intensidades de

desfolhação, melhorando assim, a relação folha/colmo da planta forrageira colhida (GOMIDE; GOMIDE, 1999). O acúmulo de colmos favorece o aumento rápido da produção de massa seca, porém, pode ser acompanhada por prejuízo no valor nutritivo e no aproveitamento da forragem produzida (SANTOS, 2002).

2.2.4. Duração de vida da folha (DVF)

A duração de vida da folha, parâmetro morfogenético que descreve uma pastagem na condição vegetativa, é o intervalo de tempo na qual uma dada folha permanece verde, ou seja, do seu aparecimento até a senescência, e está relacionada com a severidade de desfolhação e com a eficiência de colheita (SBRISSIA, 2004). Segundo Nabinger (1996), esta variável morfogenética é o determinante do equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência, assim sendo, quando um dado perfilho atinge o número máximo de folhas vivas passa a haver um equilíbrio entre a TApF e a senescência de folhas que completam seu período de vida (NABINGER; PONTES, 2001). Ela determina o número máximo de folhas vivas por perfilho, indicando a máxima quantidade de material vivo por área e a duração da fase de corte e início da senescência foliar (ALEXANDRINO et al., 2005).

Devido à pouca ou nenhuma morte de tecido foliar no estágio inicial de rebrotação, a taxa de acúmulo líquido de forragem iguala-se à taxa de assimilação líquida do dossel. Posteriormente, atingido o período de duração de vida das folhas, começa haver morte foliar das primeiras folhas produzidas (LEMAIRE, 1997).

Fica evidente, então, a importância do conhecimento da DVF para o estabelecimento de um manejo eficiente de colheita, pois é a partir dela que se determina a proporção e a quantidade da produção bruta de forragem que pode ser efetivamente colhida (LEMAIRE; CHAMPAN, 1996).

2.3. Características estruturais

As características estruturais do pasto mais estudadas são: tamanho de folha, densidade de perfilhos e número de folhas por perfilho. Provavelmente, o interesse por estas características deve-se ao fato destas condicionarem o comportamento animal sob pastejo, caracterizado pelo tempo de pastejo, pelo rítmico e tamanho de bocado, pelas variáveis intrínsecas do ruminante e pelos determinantes do consumo de forragem (ALLDEN e WHITTAKER, 1970) e, também, do índice de área foliar do relvado.

A estrutura da pastagem é um parâmetro de avaliação que tem despertado muito interesse em experimentos de pastejo. A alta correlação deste parâmetro com as variáveis relacionadas ao consumo torna-o um importante fator na avaliação do valor nutritivo da pastagem (HERINGER, 1997).

2.3.1. Comprimento final da folha (CFF)

O que determina o comprimento final da folha é a relação entre TAIF e TApF, uma vez que, o período de alongamento da folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (LEMAIRE; CHAMPAN, 1996). O comprimento da bainha é um fator importante a ser considerado, pois quanto maior, maior será a fase de multiplicação celular e mais tempo a folha em expansão ficará protegida pela bainha da luz direta, resultando em maior comprimento final da lâmina foliar produzida (DURU; DUCROCQ, 2000).

O comprimento da lâmina foliar é considerado uma estratégia morfológica de escape da planta ao pastejo por ser uma característica vegetal plástica e responsiva à intensidade de desfolhação, de forma que em pastos sujeitos à maiores intensidades de desfolhação é comum ocorrer diminuição do comprimento das laminas foliares (EGGERS, 1999).

Avaliando o efeito do intervalo de cortes e do nível de adubação nitrogenada, Wilman et al. (1977) verificaram que o comprimento das lâminas foliares verdes, completamente expandidas, aumentava com a aplicação de N, para todos os intervalos de cortes estudados. Por outro lado, o efeito do intervalo de cortes foi mais importante que o efeito da adubação nitrogenada. Segundo esses autores, a largura das folhas completamente expandidas foi elevada com o aumento do intervalo de cortes e da adubação nitrogenada. Contudo, os tratamentos (cortes e N) tiveram maior efeito no comprimento da folha.

2.3.2. Dinâmica populacional de perfilhos (DPP)

Uma das principais características das gramíneas forrageiras tropicais que garante a sua persistência após o corte mecânico ou pastejo é a capacidade de regeneração de tecido foliar, que se dá a partir da emissão de folhas de meristemas apicais que estão abaixo do plano de corte, dos meristemas remanescentes e, ou, das estruturas que apresentam tecido meristemático, as gemas axilares, por meio do perfilhamento. Assim, fica evidente a importância do processo de perfilhamento, quando o meristema apical é eliminado. Além da importância para o processo de rebrotação após desfolhações, este processo é extremamente importante para a fase de estabelecimento da planta, pois, no estágio de três a cinco folhas, a planta inicia o perfilhamento a partir das gemas basilares (LANGER, 1972).

Diferenças na população de perfilhos podem ser causadas por fatores ambientais, como precipitação, comprimento do dia, temperatura, intensidade de radiação, tipo de solo, drenagem, concentração de nutrientes e pH. Fatores bióticos também são importantes, como ruminantes e outros herbívoros, fungo e outros microorganismos (SILVERTOW; LOVETT DOUST, 1993).

A adubação nitrogenada, embora possua efeito positivo na taxa de aparecimento foliar, possui efeito negativo e indireto na densidade populacional de perfilhos por favorecer o rápido crescimento do índice de área foliar, resultando em morte de perfilhos e menor densidade populacional (LEMAIRE; CHAMPAN, 1996).

A temperatura é outro fator relevante, pois determina aumento na população de perfilhos no verão e diminuição durante o inverno (BULLOCK, 1996).

Mudanças em uma população de perfilhos ocorrem porque as plantas estão competindo por recursos limitados, como luz, água, oxigênio e nutrientes. Assim, com o incremento da densidade populacional, ocorre aumento da taxa de mortalidade ou diminuição no potencial produtivo das plantas (BULLOCK, 1996).

Como a DPP está parcialmente relacionada com a TApF, genótipos com alta TApF tem maior potencial de perfilhamento (LEMAIRE; CHAMPAN, 1996).

2.3.3. Número de folhas vivas por perfilho (NFV)

Esta característica estrutural é o produto entre o tempo de vida da folha e a taxa de alongamento foliar, por isso, qualquer mudança em uma destas duas características morfogênicas afetará o número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Existe sincronismo entre o aparecimento e a morte de folhas, onde o número de folhas verdes por perfilho é razoavelmente constante, conforme o genótipo, condições de meio e manejo. A estabilização do número de folhas por perfilho e de perfilhos por planta constitui-se em objetivo para orientar o manejo das plantas forrageiras, e maximizar a eficiência de colheita, seja pelo corte mecânico ou pelo animal em lotação rotacionada, prevenindo perdas de folhas por senescência e morte (GOMIDE, 1997).

2.4. Nitrogênio para plantas forrageiras

A maior parte do nitrogênio existente na biosfera não pode ser utilizada pelas plantas para elaborar suas biomoléculas. O nitrogênio molecular (N_2), uma molécula estável e pouco reativa, embora seja o gás mais abundante na atmosfera (78%) está presente em baixas concentrações na maioria dos solos. Esse nutriente mineral não é componente da rocha matriz, a grande fonte de nutrientes dos solos (CANTARELLA, 2007). As principais fontes de nitrogênio no solo para as plantas estão na forma orgânica (materiais de origem vegetal e animal), ou mineral, fornecido pelos fertilizantes industriais, como sais de amônio e nitrato trazidos da atmosfera pelas chuvas e a fixação biológica (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em geral, para escolha do fertilizante nitrogenado, o produtor baseia-se, geralmente, no custo da unidade de N, na disponibilidade e na eficiência da fonte aplicada.

De acordo com Barbosa Filho e Silva (2001), a uréia e o sulfato de amônio são duas fontes que apresentam baixa eficiência de utilização pelas culturas, raramente superior a 50 %, porém são as mais utilizadas na agricultura brasileira, possivelmente por serem de menor custo e de maior disponibilidade no mercado. Dentre as fontes nitrogenadas, a uréia ($CO(NH_2)_2$) que é um fertilizante sólido, na forma de grânulos brancos destaca-se por apresentar elevada concentração de N ($\sim 45\%$ de N), alta solubilidade, baixa corrosividade e menor relação custo por unidade de nutriente. Além disso, por ser um adubo altamente concentrado, torna-se mais barato o transporte, o armazenamento e a aplicação. Entretanto, um dos inconvenientes da uréia é a perda do N, pela hidrólise da mesma e a volatilização da amônia, principalmente em solos úmidos e bem intemperizados (COSTA et al., 2004).

Para Cantarella et al. (2004) a volatilização caracteriza-se numa forma de perda gasosa de N como NH_3 , condicionadas por diversos fatores como: temperatura do solo, vento, umidade do solo, umidade relativa do ar, resíduos vegetais, teor de matéria orgânica do solo, textura do solo e presença da enzima urease.

Assim ao ser adicionada ao solo, a uréia hidroliza pela ação da enzima uréase produzida por bactérias e actinomicetos presentes no solo, depois sofre amonificação com formação de carbonato de amônio, que é um sal instável que se decompõe em gás carbônico e amônia, podendo haver perdas por volatilização do NH_3 , provocando uma forte elevação do pH próximo ao local onde ocorreram reações. Se a uréia não for incorporada ao solo ou irrigada logo após aplicação, as perdas do N amoniacal por volatilização serão mais elevadas. No final deste processo, o N se transforma na forma amoniacal (MELLO, 1987).

O nitrato e o amônio são as formas inorgânicas de nitrogênio absorvidas pelas plantas superiores, e a maior absorção de uma forma em relação à outra é acompanhada por variações de pH do meio (MARSCHNER, 1995). A absorção de nitrato é ativa e ocorre contra o potencial eletroquímico, podendo permanecer no sistema radicular ou ser translocado para a parte aérea, e em ambos os locais, o nitrato pode ser armazenado no vacúolo ou reduzido para ser assimilado. O amônio é absorvido pelas células das raízes por processo ativo, acompanhado pela extrusão de prótons, e assimilado, não sendo armazenado, pois pode resultar em intoxicação das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O nitrogênio, macronutriente exigido em maior quantidade pela planta, geralmente representa de 20 a 40 g/kg da massa seca dos tecidos vegetais, sendo componente integral de muitos compostos essenciais ao processo de crescimento vegetal. Está presente nos aminoácidos e proteínas, participa com quatro átomos na molécula de clorofila e é componente dos ácidos nucléicos que são indispensáveis nos núcleos celulares e protoplasma, onde se situam os controles hereditários. É essencial para utilização de carboidratos na planta, além de estimular o

crescimento e o desenvolvimento de folhas, caules e raízes, o aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos, promovendo maior absorção de outros nutrientes (HOPKINS, 1995; MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2004).

O nitrogênio é facilmente redistribuído na planta via floema e, conseqüentemente, as plantas deficientes em nitrogênio apresentam sintomas nas folhas velhas, primeiramente. A fração proteica do nitrogênio nas plantas representa ao redor de 80 a 85% do total (MENGEL; KIRKBY, 2001).

Segundo Werner (1986), o aumento na produção de forragem depende da adequada disponibilidade de nutrientes, sendo destaque o nitrogênio. O efeito positivo desse nutriente no rendimento forrageiro vem sendo relatado por uma serie de autores, dentre eles, Herling et al. (1991), Rodrigues (2002), Mattos e Monteiro (2003).

A disponibilidade de nitrogênio é o fator dominante que controla os processos de crescimento e desenvolvimento da planta e, provavelmente, o mais importante a limitar a produção de biomassa, assim sendo, as produções de pastagens estabelecidas com gramíneas dependem primordialmente do fornecimento de nitrogênio (NABINGER, 1996; MONTEIRO et al., 2004)

Assim sendo, a fertilidade do solo pode ser um importante fator na longevidade das plantas (SOUZA NETO e PEDREIRA, 2004). O uso de fertilizantes nitrogenados também tem possibilitado aumento da capacidade de suporte das pastagens e maior ganho animal por área (QUADROS et al., 2002). O nitrogênio é constituinte essencial das proteínas e interfere diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila (ANDRADE et al., 2003), aumentando a eficiência fotossintética e a produção de massa seca. No entanto, a adubação nitrogenada influencia não só a produtividade forrageira, mas também a qualidade da forragem, em virtude do aumento na concentração de nitrogênio nas folhas (FERREIRA et al., 2001).

Desta forma, baixa disponibilidade de nitrogênio no solo, afeta o crescimento das plantas forrageiras, reduzindo a quantidade de perfilhos e tamanho das folhas e, como consequência, promove redução no teor de proteína bruta, podendo tornar a forragem insatisfatória para a finalidade da nutrição e alimentação animal (RODRIGUES et al., 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no setor de Ciências Agrárias da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP), Campus de Pirassununga-SP. O município de Pirassununga está localizado a 635 m de altitude com uma posição geográfica de 21°59' de latitude sul e 47°26' de longitude oeste, sendo o clima da região subtropical do tipo Cwa de Köppen, com inverno seco e verão quente e chuvoso (OLIVEIRA e PRADO, 1984). O período experimental foi de fevereiro a agosto de 2011.

3.2. Instalação do experimento e tratamentos

Neste trabalho a gramínea forrageira utilizada foi o *Panicum maximum* Jacq cv. Massai. Para a instalação e condução do experimento, utilizou-se vasos plásticos de 24 cm de diâmetro com capacidade de 8 dm³, preparados com telinha de malha de 1 mm² e 1 Kg de brita ajustados ao fundo do vaso, devidamente lavada com água corrente e seca ao sol, para evitar perda de solo.

A terra utilizada no experimento foi coletada de um Latossolo Amarelo de textura arenosa à profundidade de 0-20 cm no Campus da USP em Pirassununga. Em seguida, foi espalhado em lonas plásticas dentro da casa de vegetação, onde ficou durante 5 dias, sendo revolvido diariamente, para secagem. Após seco, foi peneirado (malha de 4 mm) para separação de restos de material vegetal e impurezas, afim de não interferir no experimento. Amostras foram coletas para análises no Laboratório de Solos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP). As características químicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado para a condução do experimento em casa de vegetação

pH	M.O	P	S	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	SB	V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³								%		mg/dm ³				
5,4	22	6	3	0,2	19	8	21	TR	48	27	56	TR	0,3	0,6	32	3,9	1,0

Mediante a análise química do solo, em 30 de março de 2011 foi feita a calagem com a aplicação de 375 mg/dm^3 de solo de calcário com PRNT de 61%, equivalente á dose de 750 kg/ha , com o objetivo de elevar a saturação por bases (V) a 70% (RAIJ et al., 1997). As adubações fosfatada e potássica, feitas em 05 de abril de 2011, foi de 250 mg/dm^3 de solo de superfosfato simples, correspondente a 100 Kg/ha de P_2O_5 e de $83,4 \text{ mg/dm}^3$ de solo de cloreto de potássio, correspondente a 100 Kg/ha de K_2O , respectivamente (RAIJ et al., 1997). As fertilizações foram feitas para cada unidade experimental (vaso), que receberam 6 dm^3 desse solo, sendo etiquetados para identificação dos tratamentos e distribuídos aleatoriamente nas bancadas da casa de vegetação.

Figura 2. Copinhos contendo superfosfato simples e cloreto de potássio, pesados individualmente para cada vaso; pesagem do solo para adubação e posterior enchimento dos vasos; incorporação do adubo ao solo

As sementes do capim, com valor cultural de 28%, foram semeadas diretamente nos vasos em 26 de abril de 2011, e 21 dias após realizou-se o desbaste das plantas, quando apresentavam aproximadamente 5 cm de altura, deixando-se 4 plantas por vaso. O corte de uniformização foi feito em 07 de junho de 2011 a uma altura de 10 cm da superfície do solo.

Figura 3. Distribuição aleatória dos vasos devidamente etiquetados, com o corte de uniformização efetuado

O solo foi mantido a 85% de sua capacidade de campo com irrigações diárias. Os vasos eram pesados três vezes por semana para adequação da quantidade de água necessária.

Os tratamentos avaliados consistiram da combinação de quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg N/dm³ de solo) com três momentos de aplicação após o corte (um, três e sete dias), segundo um esquema fatorial 4 x 3, perfazendo o total de 12 combinações, a saber: 0/um; 0/três; 0/sete; 40/um; 40/três; 40/sete; 80/um; 80/três; 80/sete; 120/um; 120/três; 120/sete (mg N/dm³ de solo e dias). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais.

O capim foi cultivado em três períodos de crescimento, tendo 28 dias cada período. A temperatura média, de mínima e máxima, de cada período foi de 9,3 e 29,8; 10,9 e 31,1; 13,7 e 34,2, para o primeiro, segundo e terceiro período, respectivamente. O primeiro período compreendeu o intervalo entre o corte de uniformização e o primeiro corte de fato, o segundo período foi do primeiro ao segundo corte e o terceiro período foi do segundo ao terceiro corte. As doses de N (uréia) foram parceladas e aplicadas em solução no início de cada período. A primeira, a segunda e a terceira aplicações de nitrogênio aconteceram quando do corte de uniformização, do primeiro e segundo cortes, respectivamente, considerando que as doses foram aplicadas em um, três e sete dias após cada corte. Para o estudo das características morfogênicas e estruturais, em cada vaso foram marcados dois perfilhos com arames coloridos (Figura 4), evitando aqueles injuriados ou danificados por qualquer razão.

Figura 4. Perfilhos marcados com arames coloridos para avaliação das variáveis morfogênicas e estruturais

Este estudo iniciou-se com o corte de uniformização, e se estendeu durante o período experimental de 84 dias, dividido em três períodos de

avaliação. No início de cada período e no final do experimento todos os perfilhos do vaso eram contados e os colmos dos perfilhos marcados eram medidos. A cada sete dias, os perfilhos marcados tiveram suas folhas contadas, numeradas de acordo com a cronologia, e o comprimento das laminas foliares medido com o auxílio de uma régua graduada em milímetros. A medição do comprimento da lâmina emergente foi feita a partir do ápice até a lígula da última folha expandida, a lâmina expandida teve seu comprimento medido da lígula até seu ápice e o comprimento do colmo foi medido do nível do solo até a lígula da última folha expandida (GOMIDE e GOMIDE, 2000). A cada período de avaliação, dois novos perfilhos eram selecionados e o método de avaliação se repetia, segundo técnica descrita por Carrere et al. (1997).

No último dia de cada período de avaliação, a parte aérea da planta era cortada a 10 cm da superfície do solo, o material era levado ao laboratório para pesagem e secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante. O peso foi quantificado em balança analítica. A partir desse material, foram realizadas determinações de massa seca (MS), conforme métodos descritos por Silva e Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme método de Van Soest (1963) e nitrogênio total (NT) conforme método descrito por Malavolta et al. (1997).

A partir das medidas de campo, as características morfogênicas e estruturais das plantas foram calculadas.

3.3. Cálculo das variáveis respostas a partir dos dados de campo

Taxa de Aparecimento Foliar (TApF – folhas/perfilho.dia): corresponde ao número de folhas novas que surge no perfilho em um dado período de tempo. É calculada pela razão entre o número de folhas surgidas por perfilho e o número de dias do período de avaliação.

Taxa de Alongamento foliar (TAIF – cm/perfilho.dia): corresponde ao crescimento, em centímetros, da lamina foliar em um dado período de tempo. Foi calculada pela subtração do comprimento final de cada folha do seu comprimento inicial e dividido pelo número de dias do período (GONÇALVES; QUADROS, 2003).

Filocrono (Fil - dias): é definido como o tempo em dias para o aparecimento de duas folhas sucessivas (GOMIDE; GOMIDE, 2000). Foi calculado indiretamente levando-se em consideração a relação inversa da TApF ($1/\text{TApF}$).

Taxa de Alongamento de Colmo (TAIC – cm/perfilho.dia): corresponde ao crescimento, em centímetros, do pseudo-colmo em um dado período de tempo. Foi calculado pela subtração do comprimento final de cada colmo do seu comprimento inicial e dividido pelo número de dias do período de avaliação.

Número de Folhas Vivas por Perfilho (NFV – folhas/perfilho): é o número máximo de folhas vivas, ou seja, maduras e em expansão desde que tenham menos de 50% da lâmina foliar senescente. Calculada pela somatória de folhas vivas contidas no perfilho.

Duração de Vida da Folha (DVF - dias): compreende o período de tempo entre o nascimento e a morte da folha, que no caso corresponde ao momento no qual 50% ou mais de seu limbo foliar estavam comprometidos com a senescência. Foi estimada pela multiplicação do NFV e do Fil (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Comprimento Final da Lâmina Foliar (CFF - cm): é a medida, em centímetros, das folhas maduras intactas no final de cada período de avaliação. Calculada pela razão entre o comprimento total das folhas presentes no perfilho e o número de folhas.

Taxa de Aparecimento de Perfilhos (DPP – %): corresponde ao número de perfilhos novos que surgiram no vaso. Foi calculado pela razão entre o número de perfilhos novos e o número de perfilhos na contagem anterior multiplicados por 100.

Densidade Populacional de Perfilhos (DPP – perfilhos/vaso): é a quantidade de perfilhos contida em determinada área. Foi calculada pela contagem do número total de perfilho em cada vaso.

3.4. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise da variância, considerando como fontes de variação a dose de N, a época de aplicação e a interação dose e época, testados a 5% de probabilidade. Considerou-se também como fonte de variação cada período de crescimento, denominado como subparcela. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância considerada de 5%, e dependendo da importância, os graus de liberdade foram desdobrados no estudo de regressão. Para as variáveis corte e época de aplicação, quando seus efeitos foram significativos sem a interação com doses de nitrogênio, as médias dos tratamentos foram estimadas utilizando “LSMEANS” e na comparação entre elas foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade (SAS, 1989).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características morfogênicas e estruturais

4.1.1. Taxa de aparecimento de folhas (TApF)

Houve efeito isolado das doses de nitrogênio (N) e dos cortes sobre a taxa de aparecimento de folhas (TApF).

Observou-se diminuição da TApF com o decorrer dos cortes, de maneira que no primeiro corte (1), obteve a maior média de TApF (0,163 folhas por perfilho por dia), diferindo dos segundo e terceiro cortes, que apresentaram 0,101 e 0,084, respectivamente (Figura 5 A). Para as doses de N, a TApF apresentou efeito quadrático.

Os valores de TApF variaram de 0,074 à 0,133 folhas/dia para plantas sem adubação nitrogenada e adubadas com 120 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 5 B). A variação observada encontra-se próxima ao encontrado por Martuscello et al. 2006.

O incremento nas taxas de aparecimento foliar foi de até 79 % para a dose de 120 mg/dm³ em relação à ausência de adubação nitrogenada. Resultado semelhante ao encontrado por Pereira et al. (2011), onde no inverno o incremento foi de 82%.

Garcez Neto et al. (2002), em trabalho com quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 mg/dm³) e três intensidades de corte (5, 10 e 20 cm) em capim-mombaça, observaram aumentos de até 104% nessa variável. De acordo com esses autores, o nitrogênio foi o principal responsável pelo aumento na taxa de aparecimento foliar. Em condição de alta disponibilidade de nitrogênio, ocorre aumento do crescimento da planta, com alongamento dos entrenós, empurrando a folha nova para fora da bainha da folha precedente, o que pode causar aumento na taxa de aparecimento foliar (OLIVEIRA et al., 2007).

Figura 5. Taxa de aparecimento de folhas (TApF) em função de corte (A) e de dose de N (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De acordo com Grant et al. (1981), a TApF é significativamente influenciada pela taxa de alongamento foliar e pelo comprimento de pseudocolmo, uma vez que esse último determina a distância do percurso para que a folha possa emergir.

4.1.2. Taxa de alongamento foliar (TAIF)

A TAIF é uma medida de grande importância na análise do fluxo de tecidos das plantas e correlaciona-se positivamente com o rendimento forrageiro, visto que, à medida que a TAIF aumenta, ocorre incremento na proporção de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa, promovendo maior acúmulo de MS.

Houve efeito isolado das doses de nitrogênio (N) e dos cortes sobre a taxa de alongamento foliar (TAIF).

Observou-se diminuição da TAlF com o decorrer dos cortes, de maneira que no primeiro corte (1), obteve a maior media de TAlF (21,90 mm por perfilho por dia), diferindo dos segundo e terceiro cortes, que apresentaram 15,93 e 14,05, respectivamente (Figura 6 A).

Com relação as doses de N, a TAlF do capim-massai apresentou seus dados ajustados a modelos lineares positivos.

O incremento nas taxas de alongamento foliar foi de até 115 % para a dose de 120 mg/dm³ em relação à ausência de adubação nitrogenada (Figura 6 B), valor superior ao encontrado por Martuscello et al. (2006) (64%). Outros trabalhos avaliando os efeitos do N sobre a taxa de alongamento foliar também apresentaram resultados semelhantes (ALEXANDRINO et al., 2004; DURU; DUCROCQ, 2000). Esse incremento era esperado, pois, conforme Volenec e Nelson (1983), o efeito da adubação nitrogenada é decorrente da maior produção de células.

Figura 6. Taxa de alongamento foliar (TAlF) em função de corte (A) e de dose de N (B) nas plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Garcez Neto et al. (2002), estudando as características morfogênicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em casa de vegetação, em função de diferentes níveis de suprimento de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 mg/dm³), constataram que foi expressiva a resposta da gramínea à taxa de alongamento de folhas em relação ao suprimento de nitrogênio na rebrotação, pois houve incremento para essa variável em até 133%.

Esses autores acrescentaram ainda que a taxa de alongamento, ao responder ao suprimento de N, seria, então, o principal agente modificador da taxa de aparecimento foliar, pois o aparecimento de folhas sucessivas em níveis de inserção muito próximos, mas sob elevadas taxas de alongamento, suportadas pelo suprimento de N, estabeleceriam maior taxa de aparecimento foliar, tendo o N grande importância para definir tanto a taxa de aparecimento foliar quanto a taxa de alongamento foliar, componentes fundamentais na plasticidade fenotípica da planta. Estes resultados ratificam o significativo papel deste nutriente no comportamento desta variável.

4.1.3. Filocrono (Fil)

O filocrono respondeu tanto à adubação nitrogenada quanto aos cortes, havendo interação entre os fatores (Figura 7), com efeito quadrático para o primeiro e terceiro cortes e linear para o segundo.

A maior TApF e a mais elevada TAIF permitiram redução no filocrono à medida que se incrementou a adubação nitrogenada. Como o filocrono é a recíproca da taxa de aparecimento foliar, seu padrão de resposta é compreendido pela análise dos dados de aparecimento de folhas, seguindo uma lógica inversa.

Figura 7. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre o filocrono (fil) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

A redução do filocrono com a adubação nitrogenada é decorrente do efeito do N sobre o crescimento de plantas de capim-massai (redução de 58%), 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).

4.1.4. Número de folhas vivas por perfilho (NFV)

Houve efeito isolado das doses de nitrogênio (N) e dos cortes sobre o número de folhas vivas por perfilho (NFV).

Observou-se diminuição do NFV com o decorrer dos cortes, de maneira que no primeiro corte (1), obteve-se a maior media de NFV (7,59 folhas vivas por perfilho), enquanto os segundo e terceiro cortes,

apresentaram 5,84 e 5,29, respectivamente (Figura 8 A). Para as doses de N, o NFV apresentou efeito quadrático (Figura 8 B).

Observou-se que o NFV variou de 5,17 a 6,71 (folhas vivas por perfilho) para as doses de 0 a 120 mg/dm³ de N, respectivamente, representando um aumento de 23%. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcez Neto et al. (2002).

Considerando-se que o número de folhas revela o potencial fotossintético da planta, os dados indicam que o N pode aumentar o NFV, incrementando sua capacidade de assimilação de carbono. Nos tratamentos com menores doses de N, ocorreu maior DVF (Figura 9) e menor NFV, provavelmente em razão do efeito do N antecipando o processo de senescência nas plantas com a translocação de nutrientes para auxiliar na expansão de novas folhas. Entretanto, segundo Nabinger (1996), o número máximo de folhas vivas por perfilho é uma característica genotípica bastante estável.

Figura 8. Número de folhas vivas (NFV) em função de corte (A) e de dose de N (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Quando razoavelmente constante, dependendo do genótipo, das condições de meio e manejo, da estabilização do número de folhas por perfilho e de perfilhos por planta, o número de folhas vivas por perfilho constitui-se um índice objetivo para orientar o manejo de forrageiras com vistas a maximizar a eficiência de colheita em sistema de corte ou pastejo rotacionado, prevenindo perda de folhas por senescência (Gomide, 1997).

4.1.5. Duração de vida da folha (DVF)

A duração de vida da folha (DVF) sofreu efeito isolado das doses de nitrogênio (N) e dos cortes, com interação entre os fatores, apresentando efeito quadrático (Figura 9).

O decréscimo na DVF com as doses de N é explicado pela maior renovação de tecidos em plantas adubadas, ou seja, plantas sob ausência de N permanecem mais tempo com suas folhas vivas em detrimento da expansão de novas folhas, em um processo que se evidenciou a partir da TAIF e da maior TApF e, conseqüentemente, da redução no filocrono em plantas adubadas.

A estimativa de DVF variou de 124 dias para as plantas sem adubação nitrogenada no terceiro corte, a 65 dias, para as plantas supridas com 120 mg/dm³ de N, também no terceiro corte. Apresentando uma redução de 47%, um pouco maior do que a encontrada por Martuscello et al. (2006) (27%). Mazzanti; Lemaire (1994) ressaltam que, em geral, ocorre diminuição na DVF na falta de disponibilidade de N, em razão da concorrência por luz, determinada pelo aumento da taxa de alongamento foliar e pelo maior tamanho final das folhas.

Figura 9. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre a duração de vida da folha (DVF) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

4.1.6. Comprimento final da folha (CFF)

Outra variável que pode auxiliar para se entender a relação DVF/NFV é o comprimento final da folha (CFF), que foi influenciada pela época de aplicação do nitrogênio (N) após o corte e pela interação entre dose de nitrogênio e cortes. Embora os valores de CFF diferiram entre si significativamente quando observadas as épocas de aplicação de N após o corte, esses valores são muito próximos, sendo de 9,96; 9,40 e 9,87 cm para a primeira (1 dia), segunda (3 dias) e a terceira (7 dias) épocas de aplicação de N após o corte, respectivamente (Figura 10). Sugerindo necessidade de maiores estudos sobre o assunto.

Com relação as doses de N, o CFF apresentou efeito linear positivo, variando entre 8,13 e 12,09 cm para as plantas sem adubação nitrogenada no terceiro corte e adubadas com 120 mg/dm³ de N também no terceiro corte, respectivamente (Figura 11), evidenciando que, em condições favoráveis de adubação, a divisão celular é favorecida.

Figura 10. Comprimento final da folha (CFF) em função de época de aplicação de nitrogênio (N) após o corte de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Considerando-se que o número de folhas revela o potencial fotossintético da planta, os dados indicam que o N pode aumentar o NFV e o CFF, incrementando sua capacidade de assimilação de carbono. O incremento nessa variável foi de até 48% para a dose de 120 mg/dm³ de N em comparação à ausência de N. Bem abaixo do encontrado por Martuscello et al. (2006) (116%). A adubação nitrogenada tem efeito direto sobre a área foliar fotossintetizante, como consequência do incremento da taxa de alongamento foliar.

Garcez Neto et al. (2002), estudando as características morfogênicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça em casa de vegetação, em função de diferentes níveis de suprimento de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 mg/dm³), constataram que o aumento no tamanho da lâmina pode ser explicado simultaneamente pela dose de nitrogênio, aumentando de forma expressiva o número de células em processo de divisão, e pela altura de corte, definindo maior comprimento da bainha.

Figura 11. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre o comprimento final da folha (CFF) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

4.1.7. Taxa de alongamento de colmos (TAIC)

Houve efeito isolado dos cortes e das épocas de aplicação de nitrogênio (N) após o corte sobre a taxa de alongamento de colmos (TAIC). As doses de nitrogênio (N) não influenciaram essa variável.

Observou-se diminuição da TAIC com o decorrer da época de aplicação de N após o corte (1, 3 ou 7 dias), de maneira que na época 1 observou-se a maior média de TAIC (0,239 mm por perfilho por dia) que não diferiu estatisticamente da época 3, mas as duas diferiram da época 7, apresentando 0,217 e 0,163, respectivamente (Figura 11 A). Indicando que a planta precisa imediatamente de nitrogênio após o corte para reiniciar seus processos de crescimento.

Com relação aos corte, a TAIC se apresentou alta nos primeiro e segundo cortes, caindo bruscamente no terceiro, apresentando 0,243; 0,248 e 0,117 mm por perfilho por dia, respectivamente (Figura 11 B).

Figura 12. Taxa de alongamento de colmo (TAIC) em função de época de aplicação de nitrogênio (N) após o corte (A) e de corte (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A ausência de efeito da adubação nitrogenada não era esperada, todavia, resultados semelhantes foram observados por Fagundes et al. (2006).

4.1.8. Taxa de aparecimento de perfilhos (TApP)

Para a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) observou-se interação entre as doses de nitrogênio (N) e os cortes. Tendo efeito linear posito para o segundo e terceiro cortes e quadrático para o primeiro

A TApP com ausência de aplicação de nitrogênio foi de 30,94% e com 120 mg/dm³ de solo de N o valor foi de 53,15% (incremento de 42%). Valores próximos ao encontrado por Pereira, et al. (2011) onde trabalhando com capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado

com nitrogênio obtiveram 34,90 e 46,01% de TApP na ausência de aplicação de N e para a maior dose de N utilizada, respectivamente.

Figura 13. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

O nitrogênio influencia a densidade de perfilhos e, conseqüentemente, a produção de massa seca. O primeiro efeito do nitrogênio é promover o aparecimento de perfilhos. Depois, fortalecer os perfilhos existentes, ou seja, torná-los mais vigorosos (Carámbula, 1981). De acordo com Lemaire (1985), deficiências de nitrogênio determinam baixos valores de ocupação de sítios e mantêm a TApP abaixo dos seus valores potenciais, mesmo em dosséis com baixo índice de área foliar.

A taxa de aparecimento de perfilhos na ausência de competição é decorrente do sincronismo entre o desenvolvimento das folhas e o perfilhamento, gerando-se o conceito de "ocupação de sítios" (Davies, 1974).

4.1.9. Densidade populacional de perfilhos (DPP)

A densidade populacional de perfilho (DPP) sofreu efeito da interação entre doses de nitrogênio (N) e cortes e doses de nitrogênio (N) e épocas de aplicação de N após o corte, que apresentaram diferença significativa nas doses de 80 e 120 mg/dm³ de N apenas, apresentando valores que não seguem um padrão. Para a dose de 80 mg/dm³ de N, as épocas de aplicação de 3 e 7 dias após o corte seriam as mais indicadas, já para a dose de 120 mg/dm³, seria a época 7 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade populacional de perfilhos (DPP), em função de dose de nitrogênio (N) e de época de aplicação de N após o corte de plantas de capim massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

DOSES de N (mg N/dm ³ solo)	Épocas de Aplicação		
	1	3	7
	Dias após o corte		
0	48,83	49,42	46,58
40	66,00	61,42	60,75
80	61,42 b	71,58 a	66,67 a
120	72,25 b	62,67 c	74,25 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses resultados indicam a necessidade de maiores estudos.

Com relação as doses de N, a DPP apresentou efeito quadrático, com aumentos de 38, 51 e 65% no número de perfilhos para as doses de 40, 80 e 120 mg/dm³ de N, respectivamente, em relação às plantas que não receberam adubação nitrogenada (Figura 14). Valores próximos ao encontrado por Martuscello et al. (2006) (26, 30 e 61%).

A TApF tem relação estreita com o perfilhamento, uma vez que a produção de massa por perfilho é dependente dos efeitos da disponibilidade dos fatores do meio sobre essa variável (Nabinger, 2001).

A resposta positiva do perfilhamento à adubação nitrogenada pode estar associada ao estímulo de N no crescimento e na multiplicação de células vegetais, uma vez que o N constitui as proteínas e os ácidos

nucléicos celulares. Nabinger (1996) afirmou que o déficit de N aumenta o número de gemas dormentes, enquanto o suprimento permite o máximo perfilhamento.

Figura 14. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte sobre a densidade populacional de perfilhos (DPP) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

Garcez Neto et al. (2002) verificaram efeito expressivo do suprimento de N no número total de perfilhos (21% na densidade populacional de perfilhos). Segundo esses autores, o perfilhamento em gramíneas é uma característica estrutural determinante da plasticidade morfogênica das plantas forrageiras influenciada por combinações de fatores nutricionais, ambientais e de manejo sobre características morfogênicas.

4.2. Características produtivas e bromatológicas

4.2.1. Produção de matéria seca de folha total

A matéria seca de folha total (MSFT) sofreu efeito da interação entre doses de nitrogênio (N) e cortes e da interação entre épocas de aplicação de N após o corte e cortes. Para todas as épocas de aplicação de N após o corte, o terceiro corte (3) apresentou os maiores valores de MSFT. Analisando as épocas dentro de cada corte, apenas os segundo (2) e terceiro cortes apresentaram diferença nas medias. Para o segundo corte, a melhor época de aplicação de N é 7 dias após o corte e para o terceiro corte a melhor época de aplicação de N é 1 dia após o corte. Mais uma vez os resultados sugerem maiores estudos.

Tabela 3. Produção de matéria seca de folha total (MSFT), em função de corte e de época de aplicação de nitrogênio (N) após o corte de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

Cortes	Épocas de Aplicação		
	1	3	7
	Dias após o corte		
1	1,275 C	1,265 C	1,162 C
2	2,023 Bb	1,746 Bb	2,086 Ba
3	3,159 Aa	2,398 Ab	2,911 Ab

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação as doses de N, a MSFT apresentou efeito linear positivo para os primeiro e terceiro cortes e efeito cúbico para o segundo. O aumento na produção de MSFT apresentou um incremento de até 770% na maior dose de N (120 mg/dm³) no terceiro corte (Figura 15), foi bem maior que a observada por Garcez Neto et al. (2002), que registrou aumento de até 456% na maior dose de N (200 mg/dm³) em capim-mombaça. Independentemente da magnitude dos efeitos de N sobre a produção de MS, a influência desse nutriente pode ser atribuída ao aumento na TApF (THOMAS, 1983), que reflete na TAIF, contribuindo para

o crescimento do vegetal (PACIULLO et al., 1998; ALEXANDRINO et al., 2004). A adubação nitrogenada tem efeito direto sobre a área foliar fotossintetizante, como consequência do aumento na taxa de alongamento foliar, que revela a importância do nitrogênio para o acréscimo na produção de forragem. Esses resultados corroboram os descritos na literatura (Martuscello et al., 2006; Garcez Neto et al., 2002) sobre o efeito do nitrogênio na produção de MS.

Figura 15. Efeito das doses de nitrogênio (N) e dos cortes sobre a matéria seca de folha total (MSFT) nas plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

4.2.2. Proteína bruta (PB)

Com relação à proteína bruta, houve interação entre doses de nitrogênio e cortes, com efeito linear para os primeiro e terceiro cortes e cúbico para o segundo. À medida que se aumentaram as doses de nitrogênio, ocorreu aumento considerável no teor médio de proteína bruta, para o primeiro e terceiro cortes, o segundo teve uma variação. As médias dos teores de proteína bruta variaram de 10,23%, para o

tratamento sem nitrogênio, a 15,8%, na maior dose de nitrogênio aplicada, para o primeiro corte (aumento de 35%) (Figura 16). Valores próximos ao encontrado por Benett et al. (2008), onde trabalhando com fontes e doses de nitrogênio para capim-marandu os teores de PB variaram de 10,65%, para o tratamento testemunha, a 17,67%, na maior dose de nitrogênio aplicada.

Figura 16. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte nos teores de proteína bruta (PB) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

Segundo Van Soest (1994), com os teores de PB das forrageiras inferiores a 7% ocorre redução na digestão da mesma devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen, diminuindo sua população e, conseqüentemente, redução da digestibilidade e da ingestão da massa seca. Assim, um teor mais alto de PB é necessário para o atendimento das exigências protéicas do organismo animal.

4.2.2. Fibra em detergente neutro (FDN)

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) revelou efeito significativo para cortes e para doses de nitrogênio. Quando se analisou o efeito da época de corte para os teores de FDN (Tabela 16 B), observou-se que, no segundo corte, os teores foram superiores aos demais.

Figura 17. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) em função de dose de N (A) e de corte (B) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Resultado diferente do encontrado por Dias et al. (2000), ao realizarem adubação nitrogenada em forrageiras tropicais, observaram maior teor de FDN no terceiro corte. Esse resultado não era esperado, uma vez que se associa os maiores valores de FDN a maior produção de matéria seca.

Quando se analisaram os teores de FDN para doses de nitrogênio (Figura 16 A), constatou-se comportamento linear negativo de acordo com as doses crescentes de nitrogênio aplicadas ao solo (redução de 6%). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Cecato et al. (2004)

que utilizaram diferentes doses de nitrogênio (0, 200, 400 e 600 kg/ha), na *Brachiaria brizantha*.

4.2.3. Fibra em detergente ácido (FDA)

Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) apresentaram interação significativa para doses de nitrogênio e cortes. As plantas foram influenciadas pelas doses crescentes de nitrogênio aplicadas ao solo, mostrando comportamento quadrático, para o segundo e terceiro cortes. Já para o primeiro corte, não houve efeito significativo.

Os teores de FDA diminuíram com o incremento nas doses de N (9% em média), apresentando valores médios de 36,5% (Figura 17). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Magalhães et al. (2005), trabalhando com doses crescentes de nitrogênio (0, 100, 200 e 300 kg/ha/ano) e fósforo (0, 50 e 100 kg/ha/ano), no capim *Brachiaria decumbens*. Também, Gargantini (2005), ao trabalhar com doses de nitrogênio (0, 25, 50 e 100 kg/ha/corte) no capim-mombaça verificou decréscimos nos teores de FDA com aumento nas doses de N. Segundo Nussio et al. (1998), forragens com valores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam baixo consumo e menor digestibilidade.

Redução nos teores de FDA implicaria possível melhoria da digestibilidade da forragem. A esse respeito, Van Soest (1994) menciona que o nitrogênio provoca aumento na concentração de aminoácidos e proteínas que acumulam principalmente no conteúdo celular, acarretando diluição da parede celular e aumento de digestibilidade. Por sua vez, isso pode ser contrabalançado pelo aumento da lignificação desta parede, na presença de uma adubação nitrogenada adequada para o bom crescimento da planta. Pelo balanço desses fatores, segundo esse autor, alterações na digestibilidade de toda ordem, atribuídas à fertilização nitrogenada, têm sido relatadas.

Figura 18. Efeito de dose de nitrogênio (N) e de corte nos teores de fibra em detergente ácido (FDA) de plantas de capim-massai, cultivadas em vasos em casa de vegetação

5. CONCLUSÕES

O nitrogênio mostrou-se benéfico às variáveis morfogênicas e estruturais. Favoreceu para o maior fluxo de tecidos, revelados pelas variáveis TApF, na TAlF, na TApP, no NFV, no CFF e na DPP, provocando menor tempo para o aparecimento de folhas sucessivas expresso pelo Filocrono, porém as folhas tiveram menor duração de vida (DVF). A TAIC não respondeu à adubação nitrogenada.

O nitrogênio possibilitou melhoria da produção e da composição químico-bromatológica do capim, pelos baixos teores de FDN e FDA e altos de PB e de MSFT.

Apenas o CFF, a TAIC e a MSFT responderam às épocas de aplicação de N após o corte, com valores pouco expressivos.

A adubação nitrogenada exerce efeito positivo sobre as características estudadas, porém novos estudos devem ser conduzidos para a definição da época de adubação de N após o corte, na qual o nutriente possa ser melhor aproveitado pelas plantas.

REFERÊNCIAS

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

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, D. P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 17-24, 2005.

ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Australia. **J. Agric. Res.**, v. 21, n. 5, p. 722-766, 1970.

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

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. **Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com uréia fertilizante em plantio direto**: um ótimo negócio. Piracicaba: POTAFÓS, 2001. p.1-5.

BENETT, C. G. S. et al. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.

BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, p. 377-487, 1956.

BULLOCK, J. M. Plant competition and population dynamics. **CAB International**, 1996. P. 69-100.

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

CANTARELLA, H.; GALLO, P. B.; BOLONHEZI, D.; QUAGGIO, J. A. Inibidor de uréase para produção de milho em plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24, 2004, Lages. **Resumos...** Lages: 2004. (CDROOM).

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. P. 375-470.

CARÁMBULA, M. **Producción de semillas de plantas forrageiras**. Montevideo: Editorial Agropecuária, 518f, 1981.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica de rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARRERE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J. F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating

growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, v. 34, n. 2, p. 333-348, 1997.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C. Influência das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre a composição químico-bromatológica do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*) (Hochst) Stapf cv Marandu). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 409-416, 2004.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. FEALQ, Piracicaba, 10. 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 87-117.

COSTA, A. C. S.; FERREIRA, J. C.; SEIDEL, E. P.; CÁSSIO, A. T.; PINTRO, J. C. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia em três solos argilosos tratados com uréia. **Acta Scientiarum- Agronomy**, Maringá, v.26, n.4, p.467-473, 2004.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, v.82, p.165-172, 1974.

DIAS, P. F.; ROCHA, G. P.; ROCHA FILHO, R. R. Produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais, avaliadas no período das águas, sob diferentes doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 260-271, 2000.

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

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

EGGERS, L. **Morfogenese e desfolhação de *Paspalum notatum* Fl. E coelorhachis sellona (Hack.) Camus em diferentes níveis de oferta de forragem**. 1999. 148 p. Tese (Doutorado na área de Zootecnia) – CPG-Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para macieira**. Lages: Graphel, 2003. 76p.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MASTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V. et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.30-37, 2006.

FERREIRA, A. C. B.; ARAUJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G. et al. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Ciência Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.131-138, jan./mar. 2001.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça

sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1890-1900, 2002.

GARGANTINI, P. E. **Irrigação e adubação nitrogenada em capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) na região oeste do Estado de São Paulo**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2005.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997. **Anais...**Viçosa, p. 411-430, 1997.

GONÇALVES, E. N.; QUADROS, F. L. F. Características morfogênicas de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo em sistemas intensivos de utilização. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1129-1134, 2003.

GRANT, S.A.; BARTHRAM, G.T.; TORVEL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, v.36, p.155-168, 1981.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L.; LUPATI NI, G. C.; SOARES, A. B. Estrutura de uma pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leake) sob dois níveis de nitrogênio em pastejo contínuo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Juiz de Fora. 1997, p. 13-15.

HERLING, V. R., ZANETTI, M. A., GOMIDE, C. A., LIMA, C. G. Influencia de níveis de adubação nitrogenada e potássica e estágio de crescimento

sobre o capim-setaria (*Setaria anceps* Stapf Ex. Massey cv. Kazungula). I. Produção de material seca e fisiologia do perfilhamento. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 20, p. 561-571, 1991.

HOPKINS, W. G. **Introdution to plant physiology**. New York: John Wiley, 1995. 464p.

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 5, p. 715-719, 1978.

JONES, R. J.; NELSON, C. J.; SLEPER, D. A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Sci**, v. 19, n. 5, p. 631-634, 1979.

HODGSON, J. (Ed). **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley, 1990.

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

LEMAIRE, G. **Cinétique de la croissance d'un peuplement de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.) pendant l'hiver et lê printemps**. 1985. 96f Effet des facteurs climatiques. Thèse de doctorat d'état - Université de Caen, France. 1985.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997. **Anais...** Viçosa, p.115-144, 1997.

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

LEMPP, B.; DE SOUZA, F. H, D.; COSTA, J. C. G.; BONO, J. A. M.; et al. Capim-Massai (*Panicum maximum* cv Massai): alternativas para diversificação de pastagens. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. **Comunicado Técnico**, 2001. n. 69.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. Composição bromatológica do capim *Brachiaria decumbens* Stapf adubado com doses crescentes de nitrogênio e de fósforo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD-ROM.

MAHLER, R. L. et al. Soils. Nitrogen source, timing of application, and placement: effects on winter wheat production. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.3, p.637-642, 1994.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plantes**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

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

MATTOS, W. T.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição de capim-Braquiaria em função de doses de nitrogênio e enxofre. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 60, p. 1-10, 2003.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, v.49, p.111-120.

MELLO, F. A. F. **Uréia fertilizante**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 192p.

MERGEL, K.; KIRKBY, E. **A. Principles of plant nutrition**. 5. ed. Dordrechth: Kluwer Academic, 2001. 849p.

MONTEIRO, F. A.; COLOZZA, M. T.; WERNWR, J. C. Enxofre e micronutrientes em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 21. 2004, Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: FIALQ, 2004. P. 279-301.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Editora do Autor, 1999. 228p.

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

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. P. 15-95.

NETO, R.T., LEITE, G.G., NETO, C.R.B., MORAES, E.A. e FERREIRA, C.A. Dinâmica de perilhamento e produção de folhas em gramíneas nativas dos cerrados submetidas à queima. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECIA. **Anais...** Brasília. 1995, p. 13-15.

NELSON, C. J.; ASAY, K. H.; SLEPER, D. A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Sci.**, v. 17, n. 3, p. 449-452, 1977.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEDREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, p. 203-242, 1998.

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

OLIVEIRA, M. A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota.** 2002. 142 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. Levantamento pedológico do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos. II Memorial descritivo. Campinas; IAC, p.188, 1984. (**Boletim Técnico, 98**).

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada de capim-elefante cv. Mott 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.

PEDREIRA, B. C. **Interceptação de luz, arquitetura de carbono de capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. Cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado**. 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PEREIRA, V. V. et al. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2681-2689, 2011.

QUADROS, D. G., RODRIGUES, L. R. A., FAVORETTO, V. *et al.* Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins tanzânia e mombaça adubadas com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1333-1342. maio/jun. 2002. Suplemento.

RAMOS, M. Efeitos do nitrogênio e fósforo sobre características agronômicas da variedade de trigo IAS 54 e suas relações com a produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 8, p.213-216, 1973.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; PEREIRA, J. M.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, I. F.; EVANGELISTA, A. R. 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, R. C. **Calcário, nitrogênio e enxofre para recuperação do capim-Braquiaria cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada**. 2002. 141 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; CERQUEIRA LUZ, P. H.; HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 394-400, 2008.

RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Bases para o estabelecimento do manejo de capins do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12. 1995. Piracicaba, SP. **Anais ...** Piracicaba, FEALQ, 1995 p.197-218.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzanea: um desafio**. 2002. 98 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SAS Institute, Inc. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 846p. 1989.

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 Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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.

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.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa: UFV, 235p., 2002.

SILVA, P. R. F. da et al. Grain yield and kernel protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dresses. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.487-492, 2005.

SILVERTOW, L.; LOVETT DOUST, J. **Introduction to plant population biology**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1993. 210 p.

SOUZA NETO, J. M., PEDREIRA, C. G. S. Caracterização do grau de degradação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: Fertilidade do solo para pastagens produtivas. 21. 2004. Piracicaba, SP. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 7-32.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 102p.

THOMAS, H. Analysis of the nitrogen response of leaf extension in *Lolium temulentum* seedlings. **Annals of Botany**, v.51, p.363-371, 1983.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University, 1994.

VAN SOEST, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **J. Assoc. Offic. Anal. Chem.** 46:829, 1963.

VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, v.23, p.720-724, 1983.

WILMAN, D.; DROUSHIOTIS, D.; MZAMANE, M. N.; SHIM, J. S. The effect on interval between harvests and nitrogen application on initiation, emergende and longevity of leaves, longevity of tillers and dimensions and weights of leaves and 'stem' in *Lolium*. **J. Agric. Sci.**, v. 89, p. 65-79, 1977.

ZARROUGH, K. M.; NELSON, C. J.; SLEPER, D. A. Interrelationships between rates of leaf appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, Madson, v. 24, p. 565-569, 1984.

ZEFERINO, C. V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) cv. Marandu] submetido a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte.** 2007. 193 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.